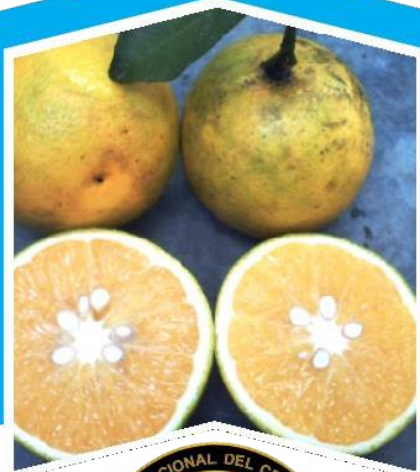
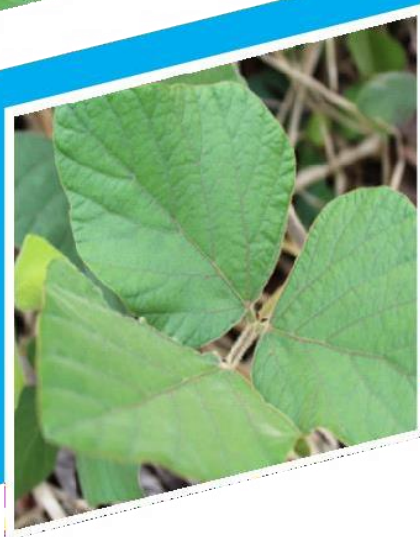


# EL KUDZÚ

(*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Bent)



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL CENTRO DEL PERÚ

## COMO COBERTURA VEGETAL EN SUELOS DE CÍTRICOS, SATIPO - PERÚ

Dr. José Manuel Alomía Lucero  
Autor

i

SATIPO 2023



**Universidad Nacional del Centro del Perú**

**El kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Bent) como  
cobertura vegetal en suelos de cítricos, Satipo-Perú**

**Autor:**

**José Manuel Alomía Lucero**

**Fondo y Producción Editorial e Impresión**



## **El kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos, Satipo-Perú**

### **Autor**

José Manuel Alomía Lucero

**Esta publicación fue sometida a dictamen de evaluadores externos conforme a los criterios académicos del Comité Editorial de la UNCP.**

### **Editor**

Universidad Nacional del Centro del Perú

Av. Mariscal Castilla N° 3909 – El Tambo - Huancayo – Junín – Perú

**Primera edición**, diciembre 2023

Tiraje: 200 Ejemplares

Publicación digital disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe>

ISBN N°: 978-612-5082-22-0

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-08477

Se terminó de imprimir en diciembre 2023

**Fondo y Producción Editorial e Impresión de la UNCP**

RUC: 20145561095

Av. Mariscal Castilla N° 3909 El Tambo – Huancayo – Junín

**Queda prohibido por ley la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio sin autorización escrita de los autores y de la Universidad Nacional del Centro del Perú**

**Impreso en el Perú / Printed in Peru**

*A Dios y a la juventud estudiosa, por  
haberme permitido acabar este libro.*

## **Agradecimiento**

A la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

A los que me impulsaron a escribir este libro de investigación.

## Resumen

La investigación tuvo por objetivo evaluar el nivel de sostenibilidad de las coberturas vegetales. Se recogieron datos de variables ecológicas, productivas y sociales; se recogieron mediante entrevista estructurada, toma de muestras y datos de campo. Los efectos ecológicos a nivel de biodiversidad de vertebrados muestran animales herbívoros, lumbrífagos e insectívoros. En invertebrados de la parte aérea, se encontró 12 órdenes y 26 familias, predominando los insectos, entre fitófagos, predadores y parasitoides; la diversidad alfa es alta según el índice de Margalef, con un rango de 2,5 a 4,01. En el suelo se encontraron hormigas, júlidos y lombrices de tierra todos benéficos. El control de malezas con kudzú alcanzó 85,6%, muy bueno. La capitalización del suelo según análisis sobrepasa el 3% de materia orgánica, alto; el contenido de fósforo en el suelo fue de 13,8ppm y de potasio fue 149,6 ppm, de nivel medio. En efectos productivos el rendimiento fue de regular a bueno, con 1 425 frutos/planta; la eficiencia en el control de malezas fue 81,84 %, muy bueno; el potencial forrajero fue 18,84 t/ha, bueno. En efectos sociales la actitud del productor y el conocimiento de la tecnología fueron buenos. El nivel de avance hacia la sostenibilidad fue 78,27%, bueno. Se recomienda promover la reconversión de fundos citrícolas convencionales a sistemas agroecológicos.

**Palabras claves:** malezas, fitófagos, fósforo, forrajero.

## Summary

The objective of the investigation was to evaluate the level of sustainability of the vegetals. Data on ecological, productive and social variables were collected through a structured interview, sampling and field data. The ecological effects at the level of vertebrate biodiversity show herbivorous, lumbriphagous and insectivorous animals. In invertebrates of the aerial part, 12 orders and 26 families were found, predominantly insects, among phytophages, predators and parasitoids; alpha diversity is high according to the Margalef index, with a range of 2.5 to 4.01. On the ground were found ants, julids and earthworms, all beneficial. Weed control with kudzu reached 85.6%, very good. The capitalization of the soil according to analysis exceeded 3% of organic matter, high; the phosphorus content in the soil was 13.8 ppm and potassium was 149.6 ppm, medium level. In productive effects, the yield was regular to good, with 1 425 fruits/plant; the efficiency in weed control was 81.84 %, very good; the forage potential was 18.84 t/ha, good. In social effects, the attitude of the producer and the knowledge of the technology were good. The level of progress towards sustainability was 78.27%, good. It is recommended to recommend the reconversion of conventional citrus farms to agroecological systems.

**Keywords:** weeds, phytophagous, phosphorus, forage

## Prólogo

Los suelos de cultivo son recursos naturales renovables que el hombre debe conservarlos y hacer actividades sostenibles; sin embargo, con el desarrollo de la agricultura convencional se aplica muchos químicos que afectan la fertilidad biológica y química del suelo. Al desaparecer la capa superficial de vegetales y raíces, el suelo queda expuesto a la radiación solar y las lluvias, que son muy fuertes en la zona de selva, donde se tiene ecosistemas frágiles que hacen fácil la erosión de los mismos.

Con el objetivo de controlar malezas el hombre ha usado el método mecánico con machete o maquinaria desbrozadora, pero el uso de herbicidas en los últimos años ha generado grandes perjuicios a los suelos; si bien es cierto es barato, pero sus consecuencias son catastróficas para el suelo, ya que afecta todo, lo contamina y mata toda forma de ser vivo sobre y dentro del suelo.

El uso de coberturas vegetales es una alternativa tecnológica ecológica para hacer de los suelos recursos sostenibles que permitan conservar la fertilidad biológica de los mismos, dado que en los últimos años se tiene una fuerte depredación de suelos y degradación de este recurso importante en la agricultura. Asimismo, hay mucha contaminación que ha dañado el ambiente incluyendo al hombre, que se ha visto perjudicado en su salud.

Los suelos como recurso requieren de un manejo ecológico para su conservación y el uso de leguminosas, que puedan protegerlo y mejorar su fertilidad fijando el nitrógeno atmosférico, materia orgánica y otros elementos.

Por ello, el presente libro es un aporte a la nueva agricultura y la nueva generación de jóvenes que apuestan por la nueva agronomía como una ciencia con una reingeniería total de la agricultura en favor del planeta Tierra.

El autor



## Introducción

Los suelos son el sustento y sustrato donde se desarrollan los cultivos agrícolas; de la fertilidad de éste dependen los rendimientos del cultivo y los ingresos para el agricultor. En la zona de Satipo, que se encuentra en la selva central del país, se tiene grandes extensiones de cítricos en sus diversas especies y variedades como naranja, tangelo y mandarinas, con cerca de 5 000 hectáreas; donde el agricultor viene desarrollando generalmente una agricultura tradicional y convencional con deshierbos mecánicos y químicos en perjuicio del suelo y la sostenibilidad del mismo; realizan prácticas como cultivo a favor de la pendiente, deshierbos totales que exponen al suelo a las inclemencias de la fuerte lluvia y la radiación solar.

Ramírez y Orduz, (1997), resalta el efecto del control de malezas de las coberturas vegetales y su incorporación de materia orgánica en el cultivo de los cítricos. Naranjoy Sáenz (2011), resaltan la presencia de controladores biológicos en las coberturas vegetales de cafetales en Colombia.

Los tiempos actuales presentan una agricultura moderna con principios ecológicos como las buenas prácticas agrícolas, el manejo y conservación de suelos, policultivos y el manejo integrado de plagas. Dentro de este contexto, se tiene al uso de coberturas vegetales como una práctica sustancial en la sostenibilidad del suelo, que consiste en el uso básicamente de leguminosas que favorecen la humedad del suelo, incrementan materia orgánica, mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo; lo que conlleva a elevar la fertilidad del suelo y mejorar los rendimientos; asimismo, las coberturas vegetales garantizan que la agricultura sea sostenible en el tiempo ecológica, económica y socialmente.

Rincón y Ortiz (2004), resaltan a la especie *Arachis pintoii* o maní forrajero como importante alternativa para los suelos de cítricos. Monroy et al. (2013), indican que las coberturas vegetales de leguminosas y gramíneas se asocian a micorrizas en favor de los árboles frutales. También Orduz et al. (2011), refieren la importancia de las leguminosas y gramíneas en el control de malezas.

Satipo y la selva central es una zona con clima y suelo favorable para el desarrollo de la citricultura, contando con miles de hectáreas para este cultivo, donde el problema principal es el control de malezas, la misma que se hace por métodos químicos, estando ya en una era biológica. Todo ello ha motivado a desarrollar este importante trabajo en los fundos de los productores de cítricos, con un enfoque de sistemas y con la corriente filosófica de la

agroecología; donde tomamos al “kudzú” (*Pueraria phaseoloides*) como cobertura vegetal, que puede controlar malezas y mejorar las condiciones del suelo con los consecuentes beneficios ecológicos, económicos y sociales para las familias de citricultores de Satipo.

Los objetivos específicos planteados fueron:

- Determinar los efectos ambientales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.
- Determinar los efectos económicos del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.
- Determinar los efectos sociales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.

# Índice

Portada .....	i
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Summary .....	vii
Prólogo .....	1
Introducción .....	2
Índice.....	4
Índice de tablas .....	6
Índice de figuras.....	7
CAPÍTULO I.....	9
1.1. Fundamentación del problema de investigación .....	9
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos.....	9
1.2.1. Problema general.....	9
1.2.2. Problemas específicos .....	9
1.3. Objetivos de la investigación .....	10
1.3.1. Objetivo general.....	10
1.3.2. Objetivos específicos .....	10
1.4. Justificación e importancia.....	10
1.4.1. Impacto ambiental.....	10
1.4.2. Impacto Económico .....	10
1.4.3. Impacto Social .....	11
1.4.4. Brecha tecnológica.....	11
1.4.5 Importancia .....	11
1.5. Limitaciones .....	11
CAPÍTULO II.....	12
2.1 Antecedentes .....	12
2.2. Bases teóricas .....	14
2.2.1. Rendimiento de cítricos .....	14
2.2.2. Cultivo de cobertura.....	15
2.2.3 Sostenibilidad de los suelos .....	17
2.2.4 Coberturas vegetales en las plagas agrícolas .....	20

2.2.5 Ecología de coberturas vegetales .....	21
2.2.7 Necesidades de investigación.....	25
2.3. Bases conceptuales .....	26
2.3.1. Agroecología.....	26
2.3.2. Sostenibilidad.....	26
2.4. Sistema de hipótesis .....	30
2.4.1. Hipótesis general.....	30
2.4.2. Hipótesis específicas .....	30
2.5. Operacionalización de variables.....	31
CAPÍTULO III.....	32
3.1 Lugar de ejecución .....	32
3.2 Metodología del estudio .....	32
3.3 Materiales y equipos utilizados .....	42
3.4 Características del lugar de estudio .....	42
CAPÍTULO IV .....	44
4.1 De las variables ecológicas.....	44
4.2 De las variables productivas.....	55
4.3 De las variables sociales.....	63
4.4 Del nivel de avance hacia la sostenibilidad de las fincas .....	66
CONCLUSIONES .....	74
SUGERENCIAS .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS .....	82

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables con indicadores.p .....	31
<b>Tabla 2</b> Escala de calificación del rendimiento de plantas en número de frutos por planta. ....	36
<b>Tabla 3</b> Escala de calificación de la eficiencia de la tecnología. ....	36
<b>Tabla 4</b> Escala de calificación del potencial forrajero del kudzú. ....	37
<b>Tabla 5</b> Escala de calificación de la actitud del productor. ....	37
<b>Tabla 6</b> Puntaje de la actitud del productor (Método de puntuación por factores). ....	38
<b>Tabla 7</b> Escala de calificación del conocimiento de la tecnología. ....	38
<b>Tabla 8</b> Puntaje del conocimiento de la tecnología (Método de puntuación por factores). ....	39
<b>Tabla 9</b> Escala de calificación del control de malezas con kudzú. ....	39
<b>Tabla 10</b> Escala de calificación del nivel de avance hacia la sostenibilidad de las fincas con cobertura vegetal. ....	40
<b>Tabla 11</b> Interpretación de materia orgánica, fósforo y potasio de los análisis de suelos. ....	41
<b>Tabla 12</b> Escala de calificación de reacción o pH del suelo. ....	41
<b>Tabla 13</b> Especies de vertebrados (fauna silvestre) en los campos de cobertura vegetal de kudzú según entrevista. ....	44
<b>Tabla 14</b> Cantidad de invertebrados capturados en los campos de cobertura vegetal de kudzú según muestreo rápido en 5 pases dobles. ....	45
<b>Tabla 15</b> Diversidad Alfa de riqueza de especies de invertebrados en la cobertura vegetal con kudzú. ....	48
<b>Tabla 16</b> Especies de invertebrados presentes y número promedio por m <sup>2</sup> en el suelo en los campos de cobertura vegetal de kudzú. ....	50
<b>Tabla 17</b> Promedio de porcentaje de control de malezas con kudzú en la zona de Satipo. ....	52
<b>Tabla 18</b> Resultados de análisis de suelos con cobertura vegetal de kudzú de la zona de Satipo. .....	54
<b>Tabla 19</b> Rendimiento de frutos por planta en terrenos con cobertura vegetal de kudzú en la zona de Satipo. ....	55
<b>Tabla 20</b> Eficiencia del uso de cobertura vegetal con kudzú en el control de malezas. ....	58
<b>Tabla 21</b> Potencial forrajero en toneladas/ha de kudzú en terrenos con cobertura vegetal. ....	62

<b>Tabla 22</b> Actitud del productor a la tecnología de cobertura vegetal con kudzú en los cítricos según entrevista.....	63
<b>Tabla 23</b> Conocimiento empírico de los agricultores sobre la tecnología de cobertura vegetal con kudzú.....	64
<b>Tabla 24</b> Porcentaje de avance hacia la sostenibilidad de los cinco fundos con cobertura vegetal de la zona de Satipo. ....	71
<b>Tabla 25</b> ANOVA de promedios de niveles de avance hacia la sostenibilidad de los cinco fundos con ocho indicadores con datos transformados a $\text{arcSen}(\sqrt{x/100})$ . ....	72
<b>Tabla 26</b> Prueba de Tukey de promedios de niveles de avance hacia la sostenibilidad de los cinco fundos con ocho indicadores. ....	72

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Escala porcentual para estimar el control de malezas con kudzú.....	40
<b>Figura 2</b> Observando el suelo bajo la hojarasca de kudzú.....	43
<b>Figura 3</b> El metro cuadrado de tubos para analizar biodiversidad.....	43
<b>Figura 4</b> Cantidad de invertebrados capturados en el follaje de la cobertura vegetal de kudzú según muestreo rápido en la zona de Satipo. ....	47
<b>Figura 5</b> Insectos fitófagos sobre el kudzú. A. Ortoptera- Acrididae. B. Lepidoptera – Nimphalidae. C. Coleoptera- Chrisomellidae. D. Homoptera- Membracidae.....	49
<b>Figura 6</b> Controladores biológicos parasitoides y depredadores. A. Ichneumonidae. B. Reduvidae. C. Loxocelidae. ....	49
<b>Figura 7</b> Cantidad de invertebrados promedio por m <sup>2</sup> presentes en el suelo de la cobertura vegetal de kudzú según muestreo rápido. ....	51
<b>Figura 8</b> Lombrices en el suelo de naranjas asociadas con kudzú.....	52
<b>Figura 9</b> El kudzú mostrando buen desarrollo de cobertura vegetal de suelos de cultivo de cítricos.....	53
<b>Figura 10</b> Producción de naranja con cobertura vegetal de kudzú. ....	57
<b>Figura 11</b> El kudzú muestra un buen control de malezas al 100% en naranjas. ....	59
<b>Figura 12</b> Potencial forrajero en toneladas de kudzú total en la zona de Satipo. ....	60

<b>Figura 13</b> La biomasa de kudzu en el suelo.....	61
<b>Figura 14</b> Plantación de naranja bien manejado con cobertura de kudzú.....	65
<b>Figura 15</b> Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Dama” considerando ocho indicadores.....	66
<b>Figura 16</b> Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “La Perla” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.....	67
<b>Figura 17</b> ]Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Mi Refugio” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.....	68
<b>Figura 18</b> Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Santa Lucía” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.....	69
<b>Figura 19</b> Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Tumbes” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.....	70

## **CAPÍTULO I EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Fundamentación del problema de investigación**

Los suelos son ecosistemas frágiles en el trópico húmedo donde se cultivan cítricos, en los últimos años hay una degradación fuerte de los mismos debido al uso y abuso de agroquímicos tóxicos y las malas prácticas agrícolas, que hicieron que los suelos pierdan su fertilidad química y biológica. Dentro de este contexto es notable la baja producción de los cultivos de cítricos.

La agricultura convencional propone el incremento de insumos y mayor inversión económica, pero el costo ambiental es grave. Si bien es cierto se mide los ingresos económicos; sin embargo, en el aspecto ambiental y social no se tiene buenos resultados. Las enfermedades como el cáncer al estómago, próstata, pulmón y otros órganos es común entre los agricultores. Los últimos años, el uso y abuso de herbicidas como el glifosato ha hecho de la agricultura una calamidad, debido a los efectos ambientales, como a los seres vivos y el mismo hombre. El uso de herbicidas afecta las plantas hospedantes de muchos animales, seres vivos que han estado dependientes de su alimento, como las abejas en sus distintas especies que son polinizadoras de grandes árboles.

Frente a ello queda proponer alternativas de reconversión de la agricultura a tecnologías ecológicas y sustentables que vayan en armonía con el ambiente y la gente.

### **1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos**

#### **1.2.1. Problema general**

- ¿Cuáles son los efectos del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos en la zona de Satipo?

#### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los efectos ambientales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos?



- ¿Cuáles son los efectos económicos del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos?
- ¿Cuáles son los efectos sociales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar los efectos del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos en la zona de Satipo.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar los efectos ambientales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.
- Determinar los efectos económicos del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.
- Determinar los efectos sociales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.

### **1.4. Justificación e importancia**

#### **1.4.1. Impacto ambiental**

En la parte ambiental el kudzú se comporta como una planta amigable con los suelos, los cultivos y los ecosistemas amazónicos, ya que es una especie adaptada a los ecosistemas tropicales, brindando efectos biológicos, físicos y químicos a los suelos de los cultivos tropicales.

#### **1.4.2. Impacto Económico**

El kudzú controla las malezas siendo un ahorro para el productor, además que sirve de forraje para los animales y el ganado, lo que representa un ingreso económico para las familias del campo.

### **1.4.3. Impacto Social**

Las familias pueden participar de la tecnología, al sembrar y proteger su crecimiento, así como el manejo de la planta para mantener a ras de suelo. Se benefician del kudzú porque pueden criar animales y la familia puede participar en el aplastado con ruedas o cilindros de esta planta, así como las labores de despunte para que no suba a la planta.

### **1.4.4. Brecha tecnológica**

La tecnología convencional de herbicidas puede ser sustituida por un manejo ecológico de las malezas usando el kudzú. De allí que representa una nueva tecnología alternativa en la era biológica de la agricultura moderna, cuyos resultados pueden ser aplicados al campo agrícola en favor de la ecología y conservación de los suelos.

### **1.4.5 Importancia**

La investigación demuestra la importancia del kudzú en los campos de cítricos, donde se ha propuesto demostrar las bondades de mejorador de suelo, mantiene la humedad del suelo, alberga una diversidad de insectos controladores biológicos, controla las malezas en forma natural, aporta nitrógeno y nutrientes a las plantas cultivadas, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, entre otras. Esto despierta interés en las nuevas generaciones que apuestan una agricultura moderna.

### **1.5. Limitaciones**

Existen pocas plantaciones de cítricos con esta tecnología, ya que el herbicida de la agricultura convencional muestra “limpieza del terreno”, sin considerar los perjuicios, ecológicos, biológicos al medio ambiente y la salud de la gente que trabaja en el campo y consume la fruta.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Viégas, Ismael; Costa, Milton; Ferreira, Eric; Pérez, Nilda; Barata, Henrique; Galvão, Jessivaldo; Conceição, Heráclito; Espírito Santo, Sérgio. (2021), en su investigación sobre Contribución de *Pueraria phaseoloides* L. en el ciclo de macronutrientes en plantaciones de palma aceitera, concluyen en lo siguiente:

El uso de cultivos de cobertura se ha convertido en una práctica común en las plantaciones de palma aceitera, asegurando una mayor sostenibilidad de los agroecosistemas, aumentando el ciclo de nutrientes y proporcionando mayores ahorros en el uso de fertilizantes minerales. En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar la acumulación de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) en plantas tropicales de kudzu (*Pueraria phaseoloides* L.) en plantaciones de palma aceitera.

El trabajo experimental se llevó a cabo en el municipio de Tailandia, Pará, utilizando un diseño experimental completamente al azar, cuatro repeticiones y siete tratamientos (edades de palma aceitera). La acumulación de macronutrientes se obtuvo mediante el producto de las concentraciones de nutrientes y la parte antenal seca de la cobertura viva, muerta y total del kudzu tropical. El orden de acumulación total de nutrientes ciclados por las leguminosas fue Ca, N, K, Mg, P y S. Como planta de cobertura, contribuye al ciclo de nutrientes en las plantaciones de palma aceitera, pero este beneficio disminuyó con la era de las palmeras. (p. 1)

Zaharah, A.R., Sharifuddin, H.A.H., Razley, M.N., y Mohd Saidi, A.K. (1986), en su investigación sobre Medición de nitrógeno fijado por *Pueraria phaseoloides* mediante técnica de dilución N-15, concluyen en lo siguiente:

El mayor nitrógeno total derivado de la fijación por *Pueraria phaseoloides* se calculó en 37,80 kg N/ha/3 meses en las parcelas con 61-80% rodal de leguminosas. Esto es equivalente a 151,2 kg N por hectárea por año. Este valor es inferior a los encontrados por otros trabajadores que han utilizado otros métodos indirectos para calcular nitrógeno

fijado por cultivos de cobertura de leguminosas. También fue encontrado que la mayor cantidad de nitrógeno fijado por *Pueraria* fue cuando la mezcla contenía alrededor del 80% de leguminosas. (p. 1)

Yaqin Guo, Qicheng Bei, Beloved Mensah Dzomeku, Konrad Martin, Frank Rasche. (2022), en su investigación sobre Diversidad genética y composición comunitaria de hongos micorrízicos arbusculares asociados a raíces y suelo rizosférico de la planta pionera *Pueraria phaseoloides*, concluyen en lo siguiente:

El presente estudio se basó en un muestreo puntual único. Por lo tanto, para comprender completamente los efectos ecológicos de las comunidades de HMA en ecosistemas degradados, se necesitan más estudios, que incluyan una gama más amplia de sitios mineros abandonados con distintas condiciones ambientales y consideren múltiples indicadores de HMA (es decir, densidad de esporas, hifas intrarradicales y extrarradicales) a lo largo de varias estaciones. Proporcionaría una visión más profunda de la plasticidad y la capacidad de respuesta de la compartimentación de los HMA en asociación con *P. phaseoloides*, como base ecológica adecuada para la restauración de ecosistemas degradados. (p. 1)

Hernández, P. R. Rosales, P. J. González, J. F. Ramírez, María Nápoles, Reneé Pérez. (2020), en su investigación titulada Incremento en el desarrollo de *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical) debido a rizobios ácidos tolerantes en condiciones de acidez y baja fertilidad, concluyen en lo siguiente:

Se determinó el efecto de la acidez sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento del cultivo. En el análisis estadístico se utilizó un ANOVA de clasificación simple y un arreglo de dos factores. Las tres cepas de rizobios fueron tolerantes a un pH de 4,5. Esta condición no disminuyó su dispersión en la caja de Petri, el diámetro de las colonias ni el número de células viables. La acidez no disminuyó la modulación ni el crecimiento de las plantas de kudzu, inoculadas con K2 y 1\_2 en condiciones controladas.

La inoculación de kudzu con aislados de rizobios produjo efectividad en la fijación biológica de nitrógeno, más del 90% del total de nódulos, más del 75% del

rendimiento de masa seca aérea y más del 45% del contenido de nitrógeno de la biomasa aérea de plantas, en condiciones de campo. La elaboración y aplicación de inoculantes a base de K<sub>2</sub> y 1\_2 contribuiría a reducir el uso de fertilizantes minerales en suelos afectados por la acidez. (p. 1)

Quansah C., Fening J. O., Ampontuah E. O., Afreh D. & Amin A. (2001), en su investigación titulada Potential of *Chromolaena odorata*, *Panicum maximum* and *Pueraria phaseoloides* as Nutrient Sources and Organic Matter Amendments for Soil Fertility Maintenance in Ghana, manifiestan lo siguiente:

Los análisis iniciales de la calidad de los recursos mostraron que los residuos contenían niveles de N y P superiores a los valores críticos por debajo de los cuales se esperaría una inmovilización neta del suelo. Las tasas de descomposición de los restos 56 días después del entierro no fueron significativamente diferentes. Todos los residuos vegetales habían liberado más del 75% de sus elementos constitutivos al final del período.

La vida media de liberación de nutrientes de los residuos sugiere que se pueden utilizar eficazmente junto con o sin una pequeña cantidad de fertilizante mineral para producir maíz, que es un cereal importante en Ghana. Los compost preparados a partir de residuos vegetales no fueron significativamente diferentes en términos de su contenido de N, P, K, Ca y Na. El pH de todos los abonos era casi neutro, lo que los hacía adecuados para su aplicación en cualquier tipo de suelo. (p. 1)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Rendimiento de cítricos**

Davies y Albrigo (1994), indica que los rendimientos medios de naranja dulce en Florida – EEUU, alcanzan las 31 t/ha, y los rendimientos máximos pueden llegar a 100 t/ha; mientras que en China y Brasil son la mitad de estos rendimientos. En regiones subtropicales semiáridas como California, España, Italia, Sudáfrica, Israel y Australia suelen ser menores que en Florida, pero pueden llegar hasta 80 t/ha.

El mismo autor agrega, que en áreas tropicales como el sudeste de México el rendimiento

promedio de naranja es de 15 a 20 t/ha por carencia de riego, fertilización y plagas. Asimismo, Ericsson y Brannaman (1960), citado por Davies y Albrigo (1994), reporta para California – EEUU una media de 419 frutos maduros por árbol de Washinton Navel y 708 para naranja valencia.

Gutarra (2008), reporta que en el “Fundo Emilia” del Centro Poblado de Bajo Chavini, distrito de Pangoa – Satipo, con tecnología intermedia alcanzó una productividad de naranja valencia en plantas adultas sin fertilización de 988,2 frutos por planta, mientras en plantas con fertilización de nitrógeno y fósforo el promedio fue de 1 390,1 frutos por planta.

### **2.2.2. Cultivo de cobertura**

#### **a. Definición de cobertura**

Altieri (1997), menciona que el cultivo de cobertura es una técnica de sembrar plantas herbáceas perennes o anuales en cultivos puros o mezclados para cubrir el suelo durante todo o parte del año, donde las plantas pueden incorporarse como abono verde o conservarse por una o varias temporadas.

Esto indica que cobertura significa cubrir el suelo con plantas que tengan propiedades de protección del mismo y a la vez puedan enriquecer el suelo con sus hojas, tallos o raíces.

#### **b. Beneficios de las coberturas:**

Altieri (1997), indica que las leguminosas, cereales o mezclas sirven para proteger específicamente el suelo de la erosión, mejorar su estructura, aumentar la fertilidad y controlar las plagas (malezas, insectos y patógenos). Asimismo, indica que no se cultivan para cosechar, sino para llenar vacíos, de tiempo o espacio de suelo desnudo que deja el cultivo comercial. La mayoría de coberturas crecen durante estaciones secas en climas tropicales.

Las leguminosas como la *Pueraria*, *stylosanthes*, *Melinis* y *Panicum* se cultivan en la estación lluviosa corta y se deja en el predio durante toda la estación seca según (Lal et-al; 1991), citado por (Altieri, 1997).

Entre los potenciales beneficios de las coberturas vegetales, Lal et al, (1991), citado por

Altieri (1997), destacan la mejora de la estructura del suelo; el aumento de la fertilidad del suelo; favorece el manejo de plagas promoviendo el biocontrol y la biodiversidad al ser refugio de biocontroladores. Asimismo, indica que se crea un microclima y temperatura que reduce la refracción de los rayos del sol y calor, incrementa la humedad en el verano, y reduce al máximo la competencia entre el cultivo principal y las plantas que son malezas.

### **c. Funciones de las coberturas.**

Altieri (1997), indica que las coberturas tienen la función de mejorar la estructura del suelo, proteger la erosión, incrementar la materia orgánica y el ciclo del nitrógeno, favorecer al complejo de insectos benéficos y los organismos del suelo como son las lombrices de tierra.

Claverias (1999), agrega las funciones más importantes de las coberturas vegetales son: Reducir costos, Generar ingresos, Incrementar productividad y Reducir la degradación de recursos naturales.

Yanggen y Alegre (2000), indican que las funciones más importantes de las leguminosas como cobertura vegetal son los siguientes: recuperan la fertilidad del suelo; mantenimiento y mejora de las propiedades físicas de los suelos; reducción de poblaciones de malezas a niveles no perjudiciales para cultivos posteriores y proporcionar productos adicionales para autoconsumo o venta.

### **d. Utilización de coberturas**

Se dice que en las interfilas de las plantaciones de cítricos en condiciones climáticas mediterráneas es una práctica ecológica y es muy importante considerar un orden de prioridad en los factores de los que depende la producción sostenible del suelo, según (Ingelmo, 1997).

El mismo autor agrega que la alimentación de las plantas depende, primero, del volumen de tierra explorado por sus raíces y del estado de sanidad biológica de las mismas, y, segundo, del contenido de elementos nutrientes.

Si el productor no considera los principios de sostenibilidad del suelo, lo que hará es desperdiciar el agua, los minerales fertilizantes o la biodiversidad, al echarle la culpa de la merma de producción del cultivo a la falta de agua, según manifiesta (Ingelmo, 1998).

### **2.2.3 Sostenibilidad de los suelos**

#### **a. La visión ambiental del suelo**

Se afirma que, con un enfoque sostenible, debe significar ayudarlo al suelo a desarrollarse y a mantener su fertilidad: de lo contrario, un manejo inadecuado, puede conducir al bloqueo de la maduración del suelo y a su desertificación por la pérdida de su potencial biológico, según lo expresa (Bourgignon, 1989).

El mismo autor indica que *Columella, agrónomo gaditano, siglo II*, en base en las pruebas físicas y biológicas, clasificó los suelos según su aptitud para un cultivo como suelos de viña, suelos de cereal, suelos de huerto y otros. A dicha aptitud estaban asociadas prácticas de manejo específicas para su conservación.

Con el desarrollo de la agricultura industrial (química o convencional), el concepto de fertilidad del suelo quedó restringido a su fertilidad química y, con las técnicas actuales, se ha obviado la importancia que tiene el suelo como ente físico y biológico, según lo manifestado por (Ingelmo, 1998).

El agricultor debe disponer de estrategias de acción que contemplen tanto las consecuencias implícitas en el uso directo o en la transformación de los recursos naturales, como las que se deriven del uso de los productos obtenidos y de los subproductos que puedan generarse como residuos o contaminantes, según manifiesta (Díaz Pineda, 1997).

Se puede afirmar que la finalidad no es sólo mantener el capital ambiental recibido para su explotación, sino aumentar su valor o al menos no degradarlo en aras de otros objetivos sectoriales, recordando que nivel de vida es un objetivo del desarrollo económico y calidad de vida incluye además la gestión ambiental, según (Díaz Pineda, 1997).

La agricultura industrial coincide con la agricultura tradicional, con la agricultura ecológica y con la denominada agricultura sostenible, únicamente, en que todas utilizan los recursos suelo y biodiversidad como capitales ecológicos que se introducen dentro de un determinado programa agrícola, como manifiesta (Ingelmo1998).

En la agricultura convencional predomina la homogeneidad, practicando por lo general el



monocultivo, con suelos desinfectados y sin vegetación adventicia, minimizando, en consecuencia la diversidad biológica, según lo expresa (Ingelmo1998).

En la agricultura ecológica predomina la heterogeneidad, con policultivos, cultivos asociados, vegetación adventicia y cubiertas vegetales que favorezcan el desarrollo, en el suelo o sobre el mismo, de una mayor diversidad de especies animales interrelacionadas y el mantenimiento de sus nichos ecológicos, según lo manifiesta (Ingelmo1998).

Una característica que diferencia en estos tipos de agricultura es la necesidad de entradas de materia y energía en el agrosistema desde fuera del mismo; mientras que en la agricultura industrial se intensifican aquéllas, en las otras, se procura atenuarlas, según lo expresa (Díaz-Pineda, 1994).

Ingelmo (1998), indica que la idea de la fertilidad del suelo como algo fundamentalmente dinámico que significa la aptitud del mismo para producir regularmente y de forma sostenible cosechas, bienes y servicios.

El mismo autor, indica que, en agricultura sostenible, que dichas prácticas culturales deben ir dirigidas a:

- Economizar los recursos no renovables o lentamente renovables mediante, por ejemplo, reciclar en origen los subproductos agrarios.
- No introducir elementos contaminantes en el agrosistema que pudieran afectar a la calidad y/o al rendimiento sostenible de la cosecha.
- Gestionar adecuadamente los factores más dinámicos del medio, es decir, su fertilidad física y su fertilidad biológica procurando que ambos componentes de la fertilidad mejoren, o no se degraden con el tiempo.

#### **b. Tecnologías para el uso sostenible del suelo**

En el contexto de la sostenibilidad de la producción, el manejo del suelo con criterios científicos, es tan importante o más que el tipo de uso a que se dedique el suelo. La sostenibilidad de un determinado uso del suelo se establece evaluando las características de los

cultivos, de los suelos y de los recursos hídricos. Los principios básicos para el uso sostenible del suelo y de los recursos hídricos son comunes a todas las ecorregiones, pero las opciones tecnológicas, sin embargo, suelen ser específicas para cada sitio, según lo expresa (Lal, 1994a).

Así, en las condiciones semiáridas mediterráneas, para la conservación de los recursos hídricos se recomiendan prácticas tendientes a facilitar la infiltración del agua en el suelo (por ejemplo, mediante la aplicación en el suelo, incorporados por laboreo mínimo, o dejados sobre la superficie como un acolchado orgánico, de los residuos de la cosecha), según manifiesta (Ingelmo1998).

También, el manejo adecuado de los nutrientes y el mantenimiento de la fertilidad mediante abonado orgánico para la restitución de los nutrientes extraídos por el cultivo conduce a la mejora de la estructura del suelo, según (Lal, 1994a).

En la mayor parte de los suelos bajo cultivo resulta esencial la adición frecuente en pequeñas dosis de materiales orgánicos para mantener un nivel adecuado de materia orgánica, lo cual puede conseguirse incorporando o dejando sobre el suelo como un acolchado orgánico, los residuos de la cosecha (del orden de 4 - 6 t/ha), con lo que se contribuye a la conservación del suelo y del agua, a la mejora estructural y a la mejora de la actividad biológica de la fauna del suelo, según manifiesta (Ingelmo1998).

### **c. Manejo de cobertura.**

Finch y Sharp (1976), mencionado por Altieri (1997), indican que las desventajas de los cultivos de coberturas se pueden reducir o eliminar con manejos y prácticas agrícolas cuidadosas. Las limitaciones son pequeñas comparadas con las alternativas.

Se afirma que cuando el suelo es bastante pobre, en vez de usar estiércoles, es una costumbre incorporar los lupinos y a veces los frijoles cuando comienzan a echar vainas, antes de que sea rentable cosecharlas, según Varro (1934) citado por (Ingelmo1998).

Según manifiesta Pieters en su tratado sobre abonos verdes de 1927, citado por Altieri (1997), menciona que los abonos verdes pueden ser sembrados en el terreno o traídos de otro lugar.

Según Lathwell (1990) citado por Ingelmo (1998), indica que bajo condiciones favorables, grandes cantidades de nitrógeno puede ser fijado por los abonos verdes de plantas leguminosas. Para lograrlo las leguminosas deben primero estar bien adaptadas a las condiciones climatológicas de la región.

Se puede afirmar que los cultivos de cobertura y abonos verdes son de gran beneficio en el manejo de malezas, pues el espacio, luz, humedad y nutrientes que ellos requieren para su desarrollo reduce el crecimiento de malezas, según (Altieri, 1997).

Se dice que, los sistemas de corte y cobertura entonces pueden hacer contribuciones significativas al aumento de la producción de alimentos en los países en desarrollo sin tener que recurrir a cantidades excesivas de insumos externos, según (Ingelmo, 1998).

#### **2.2.4 Coberturas vegetales en las plagas agrícolas**

##### **a. Coberturas y control de plagas**

Altieri (1997), reporta que investigadores soviéticos registraron que el parásito *Aphytis proclia* que controla a la queresá de San José en frutales, mejoró con la siembra de un cultivo de cobertura de *Phacelia tanacetifolia*. Con tres siembras sucesivas *Phacelia* aumentó el efecto del parasitismo de la escama de un 5 % en huertos limpios cultivados hasta un 75% con plantas melíferas sembradas y florecidas.

Hay experiencias en el norte de California, respecto a la manipulación de la vegetación de cobertura del suelo en huertos de manzanos y viñedos tuvo un impacto considerable en la abundancia de artrópodos que viven en el suelo y en el follaje. Los sistemas con cultivo de cobertura presentaron una baja densidad de insectos fitófagos, por un daño menor en la fruta provocado por los insectos en los árboles, por poblaciones mayores y más especies de enemigos naturales, y una mayor depredación de presas artificiales, según manifiesta (Altieri, 1997).

##### **b. Cultivo de cobertura y malezas**

Altieri (1997), manifiesta que los principios de una agricultura permanentemente productiva con prácticas ecológicamente favorables, aplicables a explotaciones comerciales

grandes y pequeñas. Analiza algunas ventajas del uso de leguminosas cobertoras:

- Primero, la necesidad de controlar la vegetación indeseable (malezas) en los campos agrícolas.
- Segundo, las leguminosas de cobertura ayudan a disminuir los costos, reduciendo la necesidad de aplicación de herbicidas químicos y/o disminuyendo la mano de obra utilizada en esos propósitos.

## **2.2.5 Ecología de coberturas vegetales**

### **a. Coberturas e indicadores ecológicos**

Marinho et al. (2007), indica que, en el estado de Río de Janeiro, la producción y consumo de hortalizas son prácticamente una tradición. En cuanto al consumo per cápita, es el más alto del país, alcanzando los 54 kilogramos al año donde se emplean intensivamente tecnologías de la agricultura industrial, en especial fertilizantes sintéticos concentrados y agrotóxicos.

La agroecología propone estrategias que se dirijan hacia la estimulación y optimización de los procesos biológicos del suelo, favoreciendo el reciclaje de nutrientes. Se requiere la adopción de técnicas multifuncionales que puedan mantener o mejorar la fertilidad del suelo, contrarrestar la erosión, favorecer las poblaciones de organismos benéficos y controlar el surgimiento de malezas, como expresa (Marinho et al., 2007).

### **b. Biodiversidad vegetal y poblaciones de insectos**

Se afirma que desde 1970 la literatura provee cientos de ejemplos de experimentos donde se documenta que la diversificación de cultivos conlleva la reducción de poblaciones de herbívoros plaga, según (Andow 1991, Altieri, 1994).

Respecto a monocultivos y policultivos, la mayoría de los experimentos donde se mezcla el cultivo principal con otras plantas no hospedantes demuestran que hay menores poblaciones de herbívoros especializados en los policultivos que en los monocultivos, según (Root, 1973).

Los herbívoros en policultivos tienen menores densidades poblacionales como resultado

del incremento de la depredación y parasitismo; también puede ser alternativamente por de una menor colonización y reproducción de plagas, esto por factores como repelencia química, camuflaje o inhibición de alimentación por parte de plantas no hospederas, prevención de inmigración u otros factores, según (Andow, 1991).

Los policultivos, sin embargo, poseen condiciones intrínsecas (ej. diversidad de alimentos y refugios, y generalmente no son asperjados con plaguicidas) que favorecen a los enemigos naturales, según (Vandermeer, 1989) citado por (Ingelmo, 1998).

### **c. La diversidad en el cultivo**

Se puede considerar que la diversificación de agroecosistemas generalmente da lugar al incremento de oportunidades ambientales para los enemigos naturales, y en consecuencia, al mejoramiento del control biológico de plagas, según (Altieri, 1994).

Hay experiencias donde la siembra de *Phacelia* spp. en los huertos incrementó el parasitismo de *Quadraspidiotus perniciosus* por su parasitoide *Aphytis proclia* (Hymenóptera: Aphelinidae). Tres siembras sucesivas de flores de *Phacelia* en estos campos, incrementó el parasitismo en alrededor de un 70%, según (Van den Bosch y Telford, 1964).

Los mismos autores indican que estas mismas plantas han mostrado, además, incrementar la abundancia de la avispa *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de los áfidos de la manzana, y estimular marcadamente la actividad del parásito *Trichogramma* spp. en el mismo cultivo.

Se puede afirmar que hasta ahora, el método más prometedor para incrementar microbiología benéfica en el suelo es mediante la adición de materia orgánica en la forma de compost o abonos verdes, según (Baker y Cook, 1974).

En agroecosistemas complejos hay altos niveles de biodiversidad funcional, donde se cuenta con mucha información científica, que documenta la regulación de plagas en sistemas diversificados, por la gran variedad y abundancia de depredadores y parasitoides de plagas, según (Altieri, 1994).

## **2.2.6 Experiencias del uso de coberturas vegetales**

### **a. Coberturas vegetales en frutales**

CIDICCO (1995), indica que, en el caso de cítricos, mangos y aguacates, que no desarrollan tanto follaje como para evitar el paso de luz solar entre las calles (como lo hacen la palma aceitera), las prácticas de control de malezas continúan durante mucho tiempo.

En el caso de frutales perennes las leguminosas de cobertura juegan un papel muy importante, ya que se puede establecer una cobertura densa de una leguminosa de rápido desarrollo que impida el desarrollo de las malezas, según manifiesta (Carvajal, 2000).

El mismo autor agrega, que el kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*) es una leguminosa desarrolla impidiendo el crecimiento de malezas, evitando el uso de herbicidas. Para la siembra se necesitan unos 5-8 kg de semilla por hectárea.

### **b. Experiencias mundiales con coberturas**

En muchas partes del mundo los agricultores atribuyen valor a los abonos verdes y cultivos de cobertura que tienen usos múltiples. En los sistemas tradicionales más conocidos, las leguminosas son apreciadas no sólo porque mantienen la fertilidad del suelo, sino porque también se pueden consumir las semillas y vainas, según (Young, 1989) citado por (Bunch, 2009).

El mismo autor indica, que tal vez el segundo uso más común de los abonos verdes y cultivos de cobertura es el control de malezas. En el sureste de Asia, una especie perenne del frijol velloso se usa para mejorar el barbecho y controlar las malezas. Prácticas más modernas abarcan el uso de 'jack bean' (*Canavalia ensiformis*), 'kudzu' tropical (*Pueraria phaseoloides*) y maní perenne (*Arachis pintoi*) como plantas de cobertura vegetal de cultivos perennes.

### **c. Coberturas vegetales en España**

Ingelmo (1998), reporta que desde 1991 se han desarrollado los proyectos: 1) Protección de los suelos de cítricos contra su degradación física (INIA) y 2) Uso de cubiertas leguminosas como abono verde en huertos de cítricos (CICYT). Los ensayos de campo se han llevado a cabo

en colaboración con cooperativas agrarias de la Comunidad Valenciana, con agricultores particulares y con la Estación Experimental de Carcaixent (Valencia).

El mismo autor, indica que los objetivos de estas investigaciones se resumen en tres: Seleccionar cubiertas herbáceas (leguminosas y gramíneas, fundamentalmente); Probar para la cubierta elegida un sistema de manejo sencillo; Estudiar las repercusiones de dicho sistema de manejo.

#### **d. Coberturas vegetales en Cuba**

Se han realizado investigaciones donde han demostrado que la presencia de *Teramnus labialis*, leguminosa de cobertura en cítricos puede reducir el ramoneo de los ovinos a las ramas del frutal; sin embargo, en estos resultados puede haber influido la adaptación previa de los animales al consumo de esta planta, según (Mazorra, et al., 2002).

Los mismos autores indican que los resultados alcanzados en el trabajo permiten concluir que las leguminosas y el *Malvastrum coromandelianum* mostraron los mayores valores de aceptabilidad entre las especies evaluadas, aunque, en todos los forrajes se manifestaron variaciones en las cantidades consumidas, entre las semanas que se desarrolló el experimento.

#### **e. Coberturas en la selva peruana**

Vargas y Valdivia (2007), reporta que ha investigado con 3 leguminosas en la región Huánuco, Leoncio Prado, a una altitud de 610 msnm, con una precipitación promedio anual de 3 300 mm y temperatura promedio de 24 °C. Las leguminosas establecidas fueron *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Arachis pintoi*. Luego de tres años, la textura del suelo ha variado de pesada a media, el pH de fuertemente ácido pasó a medianamente ácido, la materia orgánica ha disminuido (*Arachis pintoi* aportó menor cantidad, similar al testigo).

En dicha investigación Vargas y Valdivia, (2007) indica que el fósforo pasó de bajo a normal y el potasio de bajo a medio. La diversidad de familias de macroinvertebrados se incrementó de siete a veintitrés, y la cantidad de organismos de 37 a 58 millones/ha. *Centrosema macrocarpum* incorporó al suelo aproximadamente 1,6 t/ha/año de materia seca, *Arachis pintoi* 0,49; y *Pueraria phaseoloides* 1,30. Esta última alcanzó una cobertura de 99,40%, mientras

*Arachis pintoi* 75,60% (menor a todas).

Los productores de Pucallpa han adoptado ampliamente los barbechos mejorados con kudzú (*Pueraria phaseoloides*), ya que aumentan los rendimientos de los cultivos y reducen los costos de mano de obra en deshierbos. El análisis econométrico mostró que el uso de barbechos con kudzú disminuyó el desmonte de bosque primario y aumentó el uso de los bosques secundarios. Se discuten también estrategias para el diseño de barbechos agroforestales que tienen un mayor potencial en la reducción de todo tipo de deforestación, según (Yanggen y Alegre, 1998).

Alegre, Meza y Arévalo (1999), indican que el uso de especies leguminosas que mejoren el suelo es ampliamente conocido por los agricultores. Los efectos benéficos de muchas especies han sido estudiados para diferentes ambientes y tipos de suelo; por ej. el uso de la guaba (*Inga edulis*) o los barbechos con kudzú (*Pueraria phaseoloides*) en la Amazonía Peruana, donde el agricultor sabe que, al cabo de dos años, el cultivo de maíz o arroz siempre producirá muy bien.

Los mismos autores, agregan que estudios en Yurimaguas – Perú demuestran que una purma de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) o de (*Centrosema macrocarpum*) de dos a tres años de edad tiene una productividad parecida a una purma natural de 25 años.

### **2.2.7 Necesidades de investigación**

Ingelmo (1998), menciona al respecto que el hoy necesario énfasis sobre los sistemas de agricultura sostenible ha dado lugar a un renovado interés por el uso de cubiertas vegetales como cultivo simultáneo o durante la estación de reposo del cultivo principal de cítricos para minimizar las pérdidas de suelo por erosión y las pérdidas de nutrientes (principalmente nitrógeno) en las aguas de escorrentía.

El mismo autor, agrega que dichas prácticas alternativas en la Comunidad Valenciana deben investigarse tres aspectos de interés para el agricultor: Los niveles de inversión, tiempo y energía; para mejorar la presencia de organismos benéficos y para combatir las plagas y enfermedades; si las cubiertas vegetales alteran la operatividad normal.

El coste de establecimiento de la cubierta vegetal oscila entre las 3 500 y las 7 000



plantas/ha, pero dicha inversión podría compensarse con una menor necesidad de laboreo del suelo o de utilización de plaguicidas, según (Ingelmo, 1998).

En cuanto al segundo tema, (Norris, 1986) destaca que: 1) Hay un mayor número de referencias bibliográficas que señalan una disminución de las poblaciones de artrópodos (fitófagos o entomófagos) cuando se intercala una cubierta vegetal viva en el cultivo principal. 2) En cuanto a patógenos, las referencias indican que algunos cultivos de cubierta pueden ser vectores de patógenos. 3) En cuanto a nemátodos, algunos cultivos de cubierta no son huéspedes de poblaciones de nemátodos o suprimen dichas poblaciones, y en este sentido podrían aprovecharse para el manejo de estas poblaciones.

## **2.3. Bases conceptuales**

### **2.3.1. Agroecología**

Altieri (1997), reporta que la agroecología es “un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción”. En un sentido más restringido la agroecología trata de los fenómenos específicamente ecológicos dentro del campo de cultivo, a las relaciones depredador/presa y a la competencia cultivo/maleza.

### **2.3.2. Sostenibilidad**

#### **a. Concepto de sostenibilidad**

Se dice que sostenibilidad es el manejo y conservación de los recursos naturales, y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que asegura la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras, según indica (FAO: 1991) citado por Claverias (1999).

Enkerlin et al (1997), reporta cuatro los términos relacionados con la sostenibilidad: sostenido, sostenible, sustentable y sustentabilidad:

La palabra “sostenido”, en una segunda acepción, significa algo que se toma por arriba. Según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua.

El término “sostenible”, que también viene de sostener, se aplica a algo que se mantiene firme, a una proposición que se defiende, o una cosa que se sostiene por arriba.

La palabra “sustentable”, anglicismo que viene de sustentar, se aplica a algo que se defiende con razones, a insumos o alimentos necesarios que se proveen, o a una cosa que se sostiene por abajo.

Enkerlin et al (1997), manifiesta que existen tres tipos de sostenibilidad en el desarrollo sostenible:

- Sostenibilidad ecológica (Ecología): Cuando el ecosistema mantiene las características que le son esenciales para la sobre vivencia a largo plazo. Aquí nos referimos a especies, poblaciones y ecosistemas.
- Sostenibilidad económica (Eficiencia): Cuando el manejo y gestión adecuada de los recursos naturales permiten que sea atractivo continuar con el sistema económico vigente.
- Sostenibilidad social (Equidad): Cuando los costos y beneficios son distribuidos de manera adecuada, tanto entre el total de la población actual (equidad intergeneracional) como con la población futura (equidad intergeneracional). Aunque ambas sean en apariencia contradictorias a corto plazo, a la larga, y por sus independencias, se convierten en una obligación.

#### **b. Variables del concepto sostenibilidad**

Claverias (1999), menciona las siguientes variables del concepto sostenibilidad:

- Recursos bióticos y abióticos: diversidad de cultivos, agua, suelos, reciclaje, registro biótico.
- Cambios en el manejo de recursos: uso de abonos por fertilizantes, control biológico por uso de insecticidas.
- Cambios en la gestión: organización comunal, municipal, comités.

- Seguridad alimentaria: consumo de calorías proteínas por unidad familiar, potencial productivo de alimentos.

### **c. Indicadores de sostenibilidad**

North y Hewes (2006), mencionan que hay un número casi ilimitado de cosas para medir la sostenibilidad de una finca y recomiendan hacer una lista de unos 20 indicadores y luego se selecciona los indicadores más importantes, por ejemplo, producción de materia orgánica, fertilidad del suelo, producción de queso y de corderos, ganancias económicas, diversidad animal y reforestación.

Venegas (1997), menciona que los indicadores de sustentabilidad predial, en estado inicial son:

- Índice de diversidad
- Erosión en t/ha
- Nitratos en ppm
- Daños de plagas % (umbral económico)
- Rotación de agua %
- Reciclaje t/ha
- Materia orgánica %

### **d. Medición del nivel de sostenibilidad**

Funes y Monzonte (2001) citado por North y Hewes (2006), presentan una red radial de 4 ejes (de 0 a 100) que mide el progreso hacia la sostenibilidad en una finca cubana durante el primer, tercer y sexto año con los siguientes indicadores:

- Producción de leche
- Producción de alimentos
- Reforestación
- Diversidad de vida silvestre
- Productos alimenticios
- Intensidad laboral
- Producción de fertilizantes
- Satisfacción de los trabajadores

North y Hewes (2006), mencionan que en el caso de la producción de leche medida (en toneladas por hectárea) y la diversidad de vida silvestre (en número total de especies) permite establecer una medida visual de fácil lectura del progreso total de un sistema con un número pequeño de variables.

Los mismos autores presentan los siguientes indicadores y unidades de medida siguientes para una finca cubana:

- Productividad de la finca (libras de queso por acre)
- Salud de ovejas (% sin problemas de salud)
- Crecimiento de los corderos (% que alcanza peso de mercado (70 lb))
- Autosuficiencia en insumos (% de ganancias brutas)
- Producción de fertilizantes (cargas de esparcadoras de compost por acre)
- Autosuficiencia energética (horas de tracción animal como % de gasto monetario en compra de energía)
- Eficacia de mano de obra (horas del día por acre de trabajo en las tierras)

- Satisfacción de los trabajadores (% de valores de calidad de vida satisfechos).

#### **e. Sostenibilidad de coberturas vegetales**

Se puede afirmar que por más de una década se pensó que los abonos verdes y los cultivos de cobertura sólo los aceptaban los pequeños agricultores si podían cultivarlos en tierras sin costo de oportunidad, en asociación con otros productos agrícolas, según (Bunch, 1995).

El mismo autor agrega, que experiencias recientes han demostrado que la sostenibilidad de los abonos verdes y los cultivos de cobertura puede ser mejor garantizada si éstos proporcionan a los agricultores algunos otros beneficios, además de un suelo fértil.

### **2.4. Sistema de hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis general**

- Existen efectos positivos del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos en la zona de Satipo.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Existen efectos positivos ambientales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.
- Existen efectos positivos económicos del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.
- Existen efectos positivos sociales del kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Bent) como cobertura vegetal en suelos de cítricos.

## 2.5. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables con indicadores.p*

<b>Variables</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Ecológicas:</b>				
-Biodiversidad				
animal	Número de especies	Nº/	Conteo rápido	1 vez
	animales	10 m <sup>2</sup>	y	
			entrevista	
-Control de malezas	Malezas presentes	%	Estimación con escala	1 vez
-Capitalización del suelo	Cantidad de materia orgánica	%	Análisis de suelo	1 vez
	Contenido de macronutrientes	mg/kg	Análisis de suelo	1 vez
<b>Productivas:</b>				
-Rendimiento por planta	Cantidad de frutos por planta	Frutos/planta	Entrevista y observación	1 vez
-Eficiencia tecnológica	Inversión	Nuevos soles	Entrevista	1 vez
-Potencial forrajero	Cantidad de forraje	kg/m <sup>2</sup>	pesada	1 vez
<b>Sociales:</b>				
-Actitud del productor	Adopción de tecnología	Puntaje	Entrevista	1 vez
-Conocimiento de la tecnología	Información y experiencias	Puntaje	Entrevista	1 vez

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1 Lugar de ejecución

La investigación fue desarrollada en Satipo, en fundos con plantaciones de cítricos en producción (naranja dulce y tangelo) con coberturas vegetales de kudzú tropical.

#### **a.Ubicación política:**

Región:	Junín
Provincia:	Satipo
Distrito:	Satipo, Río Negro y Mazamari
Lugares:	Canariaki, Villa Pacífico, Cashingari, Santa Marta y Mazamari.

#### **b.Ubicación geográfica:**

Latitud Sur:	De 11° 09' a 11° 18'
Longitud Oeste:	De 74° 30' a 74° 45'
Altitud:	De 629 – 712 msnm
Temperatura media:	24 °C
Humedad media:	80%
Zona de vida:	Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT).

### 3.2 Metodología del estudio

#### **a. Método de investigación**

“Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”. (Hernández et al., 2014, p. 92).

“La investigación aplicada está orientada a resolver los problemas que se presentan en los procesos de producción, distribución, circulación, y consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana” (Esteban. 2018, p. 3).

La investigación fue de tipo aplicada nivel descriptivo, para el cual se aplicó el método descriptivo transversal y comparativo con recojo de información y datos en el campo.

### **b. Diseño metodológico**

Diseño descriptivo transeccional. “Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Liu, 2008 y Tucker, 2004). Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (Hernández et al., 2014, p. 154). El mismo autor agrega, que es la fotografía del fenómeno.

En base a ello, el diseño fue básicamente descriptivo transeccional de muestra y observación, y comprendió las estrategias para recoger los datos en cada fundo mediante entrevista estructurada, muestreos y observación directa.

El trabajo fue planificado en tres niveles: pre campo, campo y laboratorio.

#### **Trabajo de pre-campo:**

Consistió en la preparación de entrevista estructurada, materiales y equipos para la investigación.

#### **Trabajo de campo:**

Se tomó muestras de campo, entrevista y observación de hechos y fenómenos que ocurren en el subsistema cítrico. Para las muestras del follaje se efectuó cinco pases dobles con red entomológica en un área de 10 m<sup>2</sup>; para el suelo se tomaron 10 submuestras en zigzag y para la evaluación de biodiversidad animal se tomó 5 muestras de 1 m<sup>2</sup> al azar por cada fundo.

#### **Trabajo de laboratorio:**

Las muestras de suelo una vez secadas, trituradas fueron remitidas al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, para el análisis de contenido de nutrientes.



### **Trabajo de gabinete:**

Se procesaron los datos en cuadros y gráficos estadísticos en Excel para su análisis e interpretación.

### **c. Población y muestra**

“La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. (Hernández et al., 2014, p. 175).

La población tuvo 50 fincas de cítricos de la zona de Satipo, que utilizan tecnología de cobertura vegetal con kudzú. La técnica fue no probabilística, criterial, representado por 5 fincas más representativas.

Para muestras de biodiversidad se tomó 10 submuestras de 1 m<sup>2</sup> por finca.

### **d. Técnica y procedimiento de selección de variables**

#### **- Variable principal**

X<sub>1</sub>: eficiencia de cobertura vegetal

#### **- Variables secundarias**

##### **a) Variables ecológicas:**

Y<sub>1</sub>: Biodiversidad animal

Y<sub>2</sub>: Control de malezas

Y<sub>3</sub>: Capitalización del suelo

##### **b) Variables productivas:**

Y<sub>4</sub>: Eficiencia tecnológica

Y<sub>5</sub>: Rendimiento en frutos por planta

Y<sub>6</sub>: Potencial forrajero

**c) Variables sociales:**

Y<sub>7</sub>: Actitud del productor a la tecnología

Y<sub>8</sub>: Conocimiento de la tecnología

**e. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

“La observación. Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”. (Hernández et al., 2014, p. 252).

“Cada día es más común ver estudios en los que se utilizan diferentes métodos de recolección de datos”. (Hernández et al., 2014, p. 254).

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Ficha de registro.
- Ficha de observación.
- Cuaderno de campo.

Se utilizó escalas de valoración en base a puntajes, porcentajes y el método de puntuación por factores para medir los indicadores en números y calificarlos según el nivel correspondiente. Estas se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 2**

*Escala de calificación del rendimiento de plantas en número de frutos por planta.*

<b>Nº de frutos/planta</b>	<b>Calificación</b>
Menos de 500	Muy bajo
De 500 a 1 000	bajo
De 1 000 a 1 500	regular
De 1 500 a 2 000	bueno
Más de 2 000	Muy bueno

**Tabla 3**

*Escala de calificación de la eficiencia de la tecnología.*

<b>Porcentaje de eficiencia</b>	<b>Calificación</b>
De 0 % a 20 %	Muy malo
De 20 % a 40 %	Malo
De 40 % a 60 %	Regular
De 60 % a 80 %	Bueno
De 80 % a 100 %	Muy bueno

**Tabla 4**

*Escala de calificación del potencial forrajero del kudzú.*

<b>Toneladas de forraje /hectárea</b>	<b>Calificación</b>
Menos de 08	Muy bajo
De 08 a 12	Bajo
De 12 a 16	Regular
De 16 a 20	Bueno
Más de 20	Muy bueno

**Tabla 5**

*Escala de calificación de la actitud del productor.*

<b>Puntaje (*)</b>	<b>Calificación</b>
De 0 a 2	Muy malo
De 2 a 4	Malo
De 4 a 6	Regular
De 6 a 8	Bueno
De 8 a 10	Muy bueno

(\*) Según la tabla de puntuación por factores.

**Tabla 6**

*Puntaje de la actitud del productor (Método de puntuación por factores).*

<b>Indicador</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Calificación (0 a 10)</b>	<b>Puntuación</b>
Muestra predisposición a la entrevista	0,1		
Es optimista con lo que hace	0,1		
Hace labores de manejo bien en su campo	0,3		
Tiene previsto continuar la tecnología	0,2		
Irradia su tecnología a los vecinos	0,2		
Apuesta por la agroecología	0,1		
<b>TOTAL</b>	<b>1,0</b>		

**Tabla 7**

*Escala de calificación del conocimiento de la tecnología.*

<b>Puntaje (*)</b>	<b>Calificación</b>
De 0 a 2	Muy malo
De 2 a 4	Malo
De 4 a 6	Regular
De 6 a 8	Bueno
De 8 a 10	Muy bueno

(\*) Según la tabla de puntuación por factores.

**Tabla 8**

*Puntaje del conocimiento de la tecnología (Método de puntuación por factores).*

<b>Indicador</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Calificación (0 a 10)</b>	<b>Puntuación</b>
Conoce las ventajas del kudzú como cobertura vegetal	0,15		
Aprovecha el forraje en animales	0,20		
Le da otros usos al kudzú en el campo	0,15		
Explica sus experiencias de manejo de la cobertura	0,30		
Explica sus experiencias de instalación de coberturas	0,20		
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>		

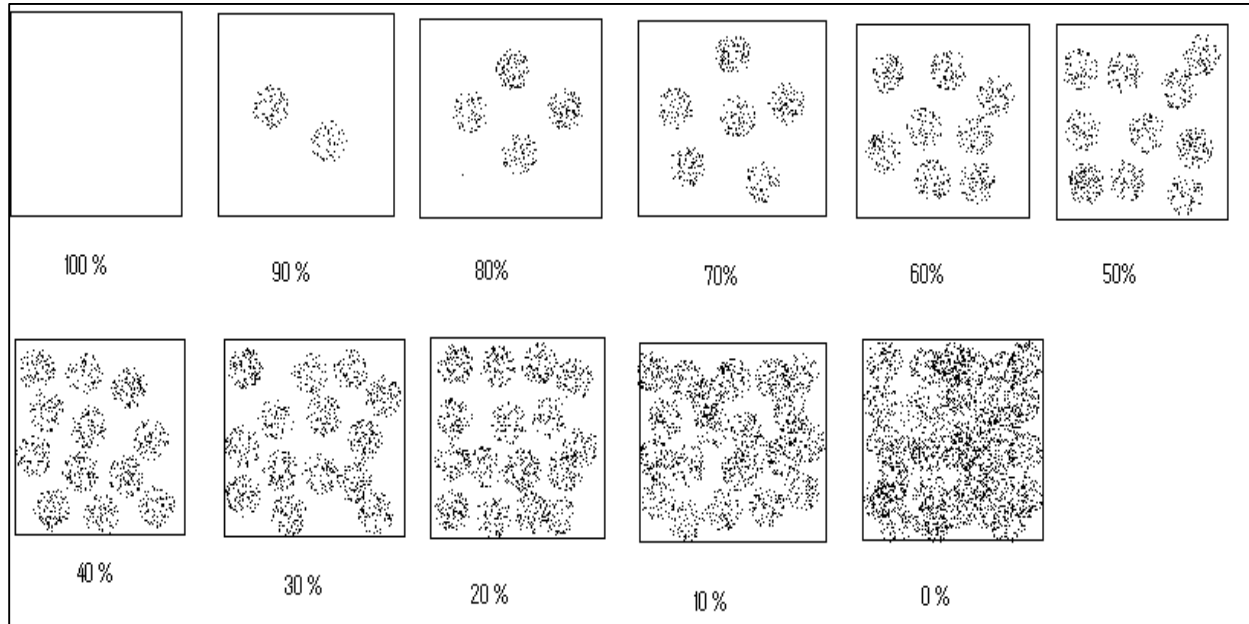
**Tabla 9**

*Escala de calificación del control de malezas con kudzú.*

<b>Porcentaje</b>	<b>Calificación</b>
De 0 % a 20 %	Muy malo
De 20 % a 40 %	Malo
De 40 % a 60 %	Regular
De 60 % a 80 %	Bueno
De 80 % a 100 %	Muy bueno

**Figura 1**

Escala porcentual para estimar el control de malezas con kudzú.



**Tabla 10**

Escala de calificación del nivel de avance hacia la sostenibilidad de las fincas con cobertura vegetal.

Porcentaje	Calificación
De 0 a 20 %	Muy malo
De 20 a 40 %	Malo
De 40 a 60 %	Regular
De 60 a 80 %	Bueno
De 80 a 100 %	Muy bueno

**Tabla 11**

*Interpretación de materia orgánica, fósforo y potasio de los análisis de suelos.*

	<b>Materia orgánica</b>	<b>Fósforo disponible</b>	<b>Potasio disponible</b>
<b>Clasificación</b>	%	ppm P	ppm K
Bajo	< 2,0	< 7,0	< 100
Medio	2 – 4	7,0 – 14,0	100 – 240
Alto	> 4,0	> 14,0	> 240

**Tabla 12**

*Escala de calificación de reacción o pH del suelo.*

<b>Clasificación del suelo</b>	<b>pH</b>
- Fuertemente ácido	< 5,5
- Moderadamente ácido	5,6 – 6,0
- Ligeramente ácido	6,1 – 6,5
- Neutro	7,0
- Ligeramente alcalino	7,1 – 7,8
- Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4
- Fuertemente alcalino	> 8,5

#### **f. Procesamiento y análisis de datos**

“...los datos se capturan en un documento de Excel (matriz) y luego se trasladan a un archivo del programa de análisis...” (Hernández et al., 2014, p. 258).

Los datos fueron procesados mediante Excel, en histogramas, tablas, biogramas y gráficos, dado a que fueron datos descriptivos.



### **3.3 Materiales y equipos utilizados**

#### **a. Materiales y herramientas:**

Machete, lampa, cordel, bolsas, balde, papeles, cuaderno de campo.

#### **a. Equipos:**

Red entomológica, wincha, cámara digital, altímetro, romanilla, tubos de metro cuadrado, motocicleta.

### **3.4 Características del lugar de estudio**

La zona de Satipo se caracteriza por tener a la actividad agrícola como principal actividad económica, siendo los cítricos cultivos de importancia en las zonas bajas (600 a 800 msnm) junto con el plátano isla, cacao y piña. En las partes altas de la zona por encima de los 900 msnm hasta más de 1 500 msnm se tiene al café como principal cultivo. La zona en estudio presenta terrenos planos con cultivos de naranja dulce “valencia” y “criolla”, tangelo “mineola”, tangerina y mandarinas, injertadas sobre patrones de limón “rugoso” y mandarino “cleopatra”. Los suelos planos de selva tienen propiedades físicas y químicas malas cuando se hace agricultura sin cobertura vegetal, ya que las fuertes lluvias y la radiación solar erosionan los suelos haciéndoles perder rápidamente su fertilidad, por ser también ecosistemas muy frágiles. Las fincas se conocen con la denominación de fundos a diferencia de otros países.

**Figura 2**

*Observando el suelo bajo la hojarasca de kudzú.*



**Figura 3**

*El metro cuadrado de tubos para analizar biodiversidad.*



## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 De las variables ecológicas

#### Biodiversidad animal

**Tabla 13**

*Especies de vertebrados (fauna silvestre) en los campos de cobertura vegetal de kudzú según entrevista.*

Nombre vulgar	Nombre científico y familia	Nicho ecológico	Apreciación
Armadillo	<i>Dasytus sp.</i> Ord. Xenarthra Fam: Dasypodidae	Alimentarse de lombrices, cavar el suelo.	Bajo
Conejo silvestre	<i>Sylvilagus sp.</i> Ord. Lagomorfos Fam: Leporidae	Alimentarse del kudzú	Bajo
Lagartija	<i>Lacerta sp.</i> Ord. Escamosos Fam: Lacertidae	Insectívoro	Bajo

[La tabla 13, indica que los vertebrados que habitan el agrosistema co coberturas vegetales de kudzu son: como el armadillo (*Dasytus sp.*) que tiene la función de cavar el suelo y alimentarse de lombrices que abundan en este ecosistema. Asimismo, el conejo silvestre (*Sylvilagus sp.*), que tiene como hábitat al kudzú, aprovecha las hojas como alimento y refugio,

toma como fuente de proteína y abona con su estiércol el terreno en una relación perfecta de suelo planta y animal; que a su vez puede aprovechar el productor como fuente de carne silvestre. Las lagartijas (*Lacerta sp.*) son depredadores de insectos y aprovechan la abundancia regulando las poblaciones de estos invertebrados. Esto refuerza los beneficios potenciales de la cobertura vegetal como lo menciona Lal et al. (1991) citado por Altieri (1997).

En todos los casos estos vertebrados se presentan en bajas poblaciones, ya que la actividad del hombre en el campo limita mayores poblaciones. No se encuentran sapos ni culebras, con lo que se demuestra que esta especie exótica de cobertura vegetal no es refugio de serpientes; como creen muchos agricultores y el principal temor para no trabajar con coberturas; el mismo que es aprovechado fácilmente por los promotores de la agricultura convencional, con maquinaria y herbicidas. Esto concuerda la influencia de la cobertura vegetal en la biodiversidad y equilibrio ecológico manifestado por Altieri (1997).

**Tabla 14**

*Cantidad de invertebrados capturados en los campos de cobertura vegetal de kudzú según muestreo rápido en 5 pases dobles.*

<b>Invertebrados</b>	<b>Orden</b>	<b>Familias</b>	<b>Nicho ecológico</b>	<b>Nº de individuos colectados</b>
Arañas	Aranea	Oxyopidae, Lycosidae, Salticidae	Depredadores Insectívoros	19
Avispas	Himenóptera	Vespidae, Ichneumonidae, Cynipidae	Parasitoides y predadores	5
Chinches	Hemíptera	Reduvidae, Pentatomidae, Nabidae	Fitófagos y predadores insectívoros	34
Cigarritas	Homóptera	Cercopidae, Cicadellidae,	Fitófagos	63

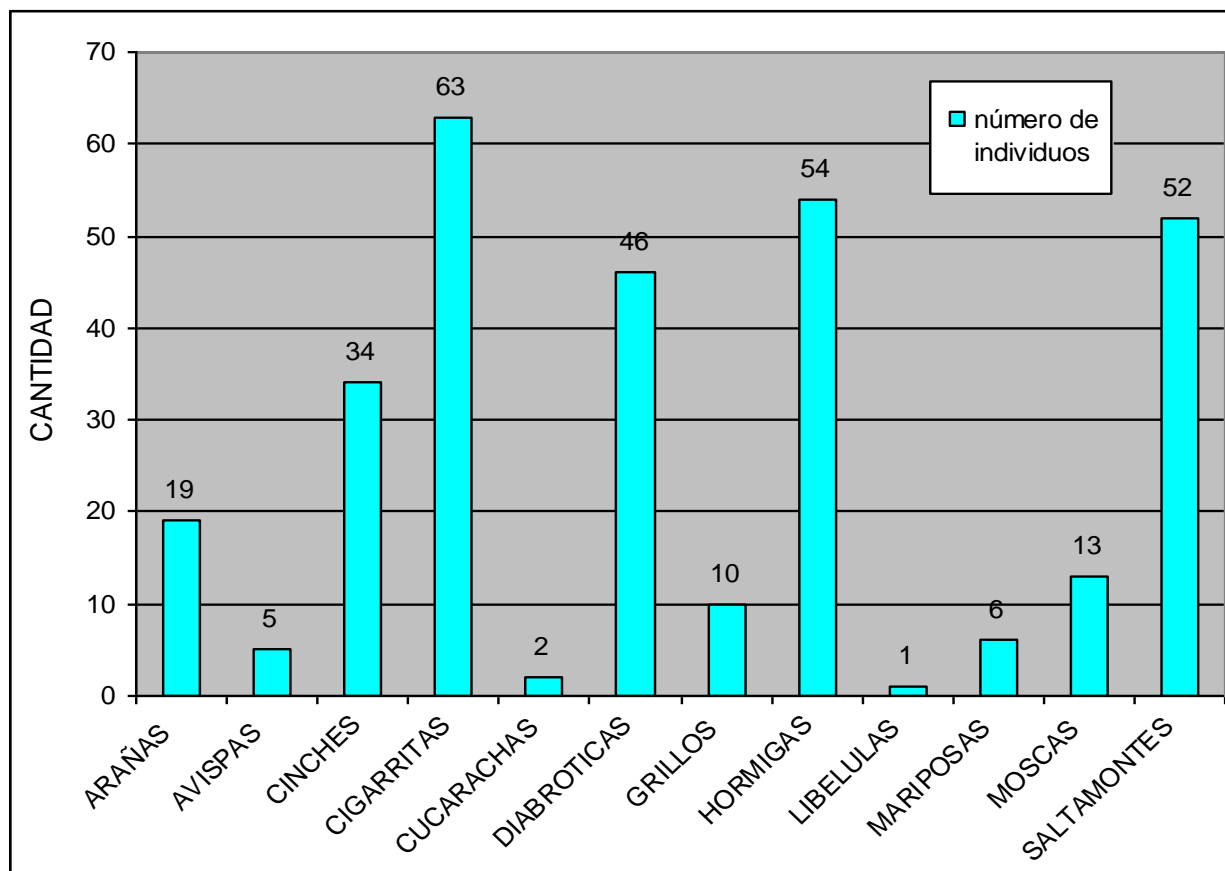
membracidae				
Cucarachas	Ortóptera	Blaberidae	Necrófagos	2
Diabroticas	Coleoptera	<b>Crisomellidae, Carabidae</b>	Fitófagos y predadores insectívoros	46
Grillos	Ortóptera	Tetigonidae, Gryllidae	Fitófagos	10
Hormigas	Himenóptera	Formicidae	Predadores Insectívoros	54
Libélulas	Odonata	Odonata	Predadores Insectívoros	1
Mariposas	Lepidoptera	Gelechidae, Sessidae, Nymphalidae	Fitófagos y polinizadores	6
Moscas	Díptera	Muscidae, Sarcophagidae, Syrphidae	Descomponedores de materia orgánica, parasitoides y predadores insectívoros	13
Saltamontes	Ortoptera	Acrididae	Fitófagos	53

La tabla 14, presenta invertebrados de la artropofauna entre insectos y arácnidos que viven en un ecosistema de cobertura vegetal de cítricos, capturados con cinco pases dobles de red entomológica por cada fundo, entre consumidores de primer orden (fitófagos), están representados por 12 órdenes y 26 familias, conformado principalmente por saltamontes, grillos, escarabajos, cigarritas y chinches; los consumidores de segundo orden (parasitoides y predadores)

lo conforman principalmente arañas, avispas, libélulas y hormigas. Los descomponedores de la materia orgánica lo conforman principalmente las cucarachas y moscas. Esto refuerza el control biológico de plagas manifestado por Altieri (1997); asimismo, estos datos comprueban la visión ambiental del suelo y la importancia de su potencial biológico como lo señala (Bourgingnon, 1989).

#### Figura 4

*Cantidad de invertebrados capturados en el follaje de la cobertura vegetal de kudzú según muestreo rápido en la zona de Satipo.*



La figura 4, muestra la diversidad de especies encontradas en las cinco fincas, siendo las hormigas, cigarritas y escarabajos los más abundantes en cantidad de individuos. Estas cantidades son más bajas en fundos convencionales con deshierbo mecánico y nulas o cerca a cero en los sistemas manejados con herbicidas. Estos datos refuerzan los conceptos de fertilidad biológica generada por la macrofauna, mesofauna y microflora como lo manifiesta Ingelmo (1998).

**Tabla 15**

*Diversidad Alfa de riqueza de especies de invertebrados en la cobertura vegetal con kudzú.*

<b>Fundo o Finca</b>	<b>Número de especies</b>	<b>Número de individuos</b>	<b>Diversidad Margalef*</b>
Dama	14	81	2,958
La Perla	16	57	3,710
Mi Refugio	17	73	3,729
Santa Lucía	13	52	3,037
Tumbes	11	42	2,675

$$* D_{Mg} = \frac{S - 1}{LnN}$$

Donde:

S = número de especies

N = número de individuos

La tabla 15, presenta la riqueza en especies cuyo número significa cuan diverso puede ser un lugar, si hay una sola especie la diversidad es cero. El índice de Margalef se halla con el número de especies disminuido en una unidad y dividido en el logaritmo neperiano de número de individuos. Los índices demuestran buen número de especies e individuos, que al compararlos con un terreno de manejo convencional con herbicidas este índice es menos de cero y si hay una sola especie el índice resulta cero. Estos datos refuerzan también la fertilidad biológica generado por la mesofauna como lo manifiesta Ingelmo (1998).

**Figura 5**

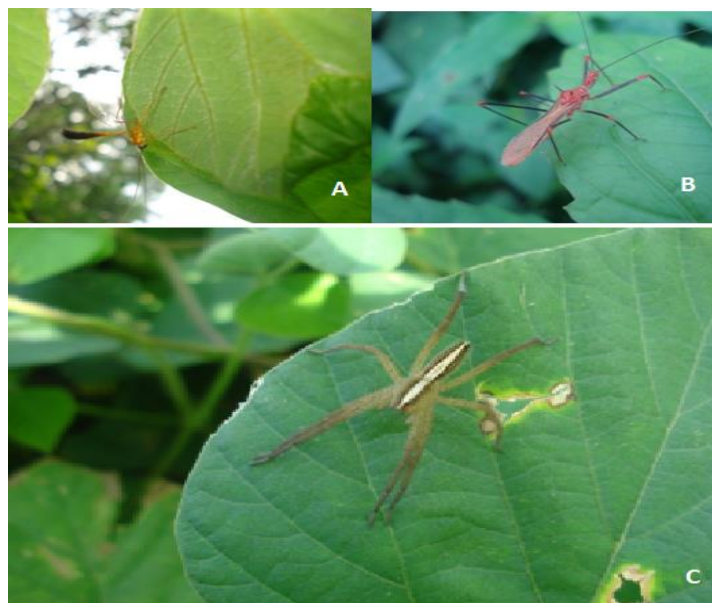
*Insectos fitófagos sobre el kudzú. A. Ortoptera- Acrididae. B. Lepidoptera – Nymphalidae. C. Coleoptera- Chrisomellidae. D. Homoptera- Membracidae.*



La figura 5, muestra la diversidad de insectos fitófagos en el kudzú y las malezas, se trata de comedores de hojas y picadores chupadores; pero que no afectan a los cítricos, pero promueven la aparición de controladores biológicos en una cadena alimenticia perfecta, como lo manifiesta Altieri (1997).

**Figura 6**

*Controladores biológicos parasitoides y depredadores. A. Ichneumonidae. B. Reduvidae. C. Lycosidae.*





La figura 6, muestra parasitoides y depredadores de plagas insectiles que favorecen a los cítricos a diferencia de un cultivo convencional; en este caso se trata del control biológico natural que se preserva con las coberturas de kudzú. Esto demuestra lo manifestado por Altieri (1997).

**Tabla 16**

*Especies de invertebrados presentes y número promedio por m<sup>2</sup> en el suelo en los campos de cobertura vegetal de kudzú.*

<b>Invertebrados</b>	<b>Familias</b>	<b>Nicho Ecológico</b>	<b>Nº de individ./m<sup>2</sup></b>
Cucarachas	Blaberidae	Descomponedores de materia orgánica	7,2
Escarabajos	Carabeidae	Predadores de insectos	4,4
Hormigas	Formicidae	Predadores de insectos	48,0
Lombrices	Glososcolecidae	Descomponedores de materia orgánica	41,4
Milpies	Julidae	Descomponedores de materia orgánica	8,4

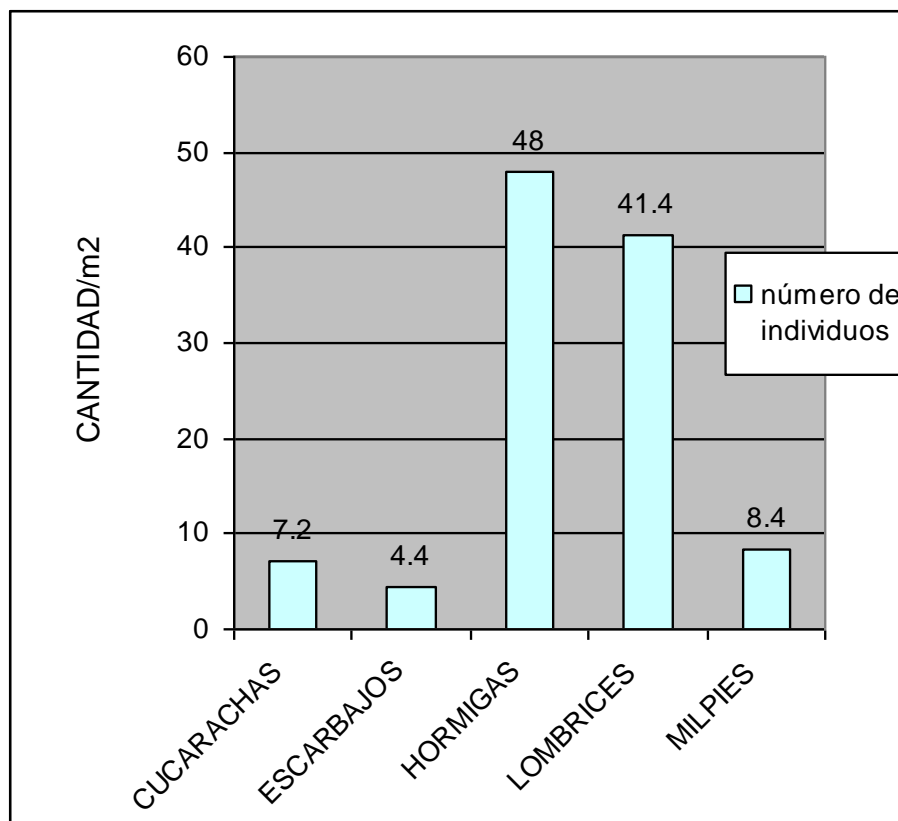
La tabla 16, se aprecia la diversidad de insectos, miriápodos y anélidos presentes en el suelo, cada uno con una función definida a favor del suelo. Las cucarachas y milpies en la superficie de suelo y la hojarasca se encargan de descomponer las hojas caídas para incorporarlas al suelo. Los escarabajos carábidos y las hormigas se encargan de regular las poblaciones de insectos y mantienen en línea a las plagas; mientras que las lombrices de tierra son

descomponedores de la materia orgánica y productores de humus, lo que favorece la evolución del suelo como manifiesta Bourgingnon (1989).

En el mismo cuadro, no se ha registrado a la hormiga coqui (*Atta spp.*) ni a la hormiga isula (*Paraponera clavata*), lo que demuestra que estos insectos dañinos no habitan los terrenos con coberturas de kudzú; esto se puede explicar su efecto en el control de estas plagas. Los nidos son cubiertos por el kudzú y sus raíces invaden las cámaras subterráneas afectando a la colonia.

### Figura 7

Cantidad de invertebrados promedio por m<sup>2</sup> presentes en el suelo de la cobertura vegetal de kudzú según muestreo rápido.



La figura 7, muestra que las lombrices y las hormigas son las más abundantes por m<sup>2</sup> y el resto en poblaciones más bajas. Siendo las lombrices las que juegan un rol importante en la fertilidad del suelo. Esto coincide con lo manifestado por Lal (1994a), quien manifiesta que los sistemas de uso de los suelos que mejoran su estructura son aquellos que optimizan o incrementan la materia orgánica del suelo, la actividad y diversidad biológica de las especies de

la macrofauna, la mesofauna y la microflora que habitan en el mismo.

**Figura 8**

*Lombrices en el suelo de naranjas asociadas con kudzú.*



La figura 8, muestra que el suelo está poblado en forma natural por lombrices de tierra, quienes al alimentarse de las hojas descompuestas producen humus al salir del tracto digestivo, lo cual es un gran aporte para el suelo; no solo producen humus, sino que promueven la aireación del suelo haciendo galerías en los mismos, volteando el suelo de manera natural. Esto también lo manifiesta Altieri (1997) y Viegas et al. (2021).

**b. Control de malezas**

**Tabla 17**

*Promedio de porcentaje de control de malezas con kudzú en la zona de Satipo.*

<b>Finca</b>	<b>Promedio de % de control</b>	<b>Calificativo</b>
Dama	83,0	Muy bueno

La Perla	85,0	Muy bueno
Mi Refugio	94,0	Muy bueno
Santa Lucía	78,0	Bueno
Tumbes	88,0	Muy bueno
Promedio	85.6	Muy bueno

---

Desvest 5.94

La tabla 17, indica que el kudzú (*Pueraria phaseoloides*) es una planta invasora que realiza un buen control de malezas alcanzando niveles entre el 78 % a 94 % de control, con promedio de 85,6 % en las fincas con esta cobertura vegetal evaluados; según la tabla de calificación le corresponde el calificativo de muy bueno lo que concuerda con (Ryan 1969) citado por (Ingelmo, 1998).

Asimismo, se demuestra que esta tecnología agroecológica puede sustituir a los métodos convencionales de control mecánico y químico que perjudican al medio ambiente. Esto concuerda con lo manifestado por CIDICO (1995), donde la cobertura vegetal tiene la principal función de controlar malezas, así como lo manifestado por Vargas y Valdivia (2007), quienes indican que en la zona de Leoncio Prado, bajo condiciones de selva alta *P. phaseoloides* alcanzó una cobertura de 99,4%, pero a campo abierto en recuperación de purmas.

### Figura 9

*El kudzú mostrando buen desarrollo de cobertura vegetal de suelos de cultivo de cítricos.*



La figura 9, muestra que el kudzú se apodera de la mayor parte del suelo dejando a las malezas sin opción a crecer sobre el suelo; solo algunas gramíneas sobresalen en los espacios libres, pero al seguir creciendo la leguminosa, no tendrán opción, ya que el kudzú es muy agresivo. La leguminosa pretende subir al árbol, pero debe ser manejado haciendo los despuntes. Estos resultados concuerdan con Vargas y Valdivia (2007) en su investigación realizada en Tingo María.

**c. Capitalización del suelo**

**Tabla 18**

*Resultados de análisis de suelos con cobertura vegetal de kudzú de la zona de Satipo.*

Fundo	pH	MO %	P ppm	K ppm
Dama	5,57	3,27	22,50	64,00
La Perla	6,12	10,77	4,70	218,00
Mi Refugio	4,79	3,55	3,20	36,00
Santa Lucía	5,98	3,13	31,10	310,00
Tumbes	6,19	4,34	7,50	120,00
Promedio	5,73	5,01	13,80	149,60
Desvest	0,58	3,25	12,35	113,48
Clasificación	moderadamente ácido	alto	medio	medio

*Fuente: Laboratorio de Aguas Suelos y Fertilizantes – Facultad de Agronomía – Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima.*

La tabla 18, muestra que el pH varía entre un rango de 4,79 a 6,19 cuyo promedio es 5,73 con la clasificación de moderadamente ácido; lo que comprueba con lo señalado por Vargas y Valdivia (2007), donde manifiesta que los suelos con cobertura de leguminosas mejoran el pH del suelo desde fuertemente ácido a moderadamente ácido. En cuanto a la materia orgánica se aprecia que en todos los fundos el porcentaje sobrepasa el 3 %, lo que indica un nivel alto; siendo el problema de materia orgánica el más importante en los suelos de la selva, con la tecnología de coberturas este problema está solucionado. Respecto al contenido de fósforo los fundos La Perla y Mi Refugio califican de bajo; la finca Tumbes califica medio; mientras que los fundos Dama y Santa Lucía califican de alto. De estos datos el promedio 13,80 califica de medio.

En el mismo cuadro, se aprecia que el contenido de potasio el fundo Dama y Mi Refugio califican de bajo. Los fundos La Perla y Tumbes califican de medio; mientras que el fundo Santa Lucía califica de alto. De estos datos el promedio 149,60 califica de medio. Ello implica que estos suelos reciben nutrientes minerales de la fijación y descomposición de hojas del kudzú a favor de los suelos para una producción sostenible de los cítricos. Esto comprueba con lo señalado por Vargas y Valdivia (2007), quien manifiesta que el fósforo y potasio se incrementan con la cobertura de leguminosas. Estos datos refuerzan los conceptos de fertilidad biológica como lo manifiesta Ingelmo (1998).

## **4.2 De las variables productivas**

### **a. Rendimiento de frutos de cítricos por planta**

**Tabla 19**

*Rendimiento de frutos por planta en terrenos con cobertura vegetal de kudzú en la zona de Satipo.*

<b>Fundo</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Nº de ha</b>	<b>Número de frutos por planta</b>	<b>Promedio</b>	<b>Calificativo</b>
Tumbes	naranja valencia	5,0	900 a 1 300	1 100	Regular

Mi Refugio	naranja valencia	5,0	1 000 a 1 500	1 250	Regular
La Perla	naranja valencia	2,0	2 000 a 2 400	2 200	Muy Bueno
	tangelo	4,0	1 500 a 1 800	1 650	Bueno
Santa Lucía	naranja valencia	2,0	1 000 a 1 600	1 300	Regular
Dama	tangelo	2,5	800 a 1 300	1 050	Regular
Promedio				1 425	Regular
Desviación estándar				434,45	

La tabla 19, muestra los rendimientos en número de frutos de cítricos por planta se encuentra entre regular, bueno y muy bueno, con un rango que varía desde 1 050 hasta 2 200 frutos por planta, cuyo promedio de 1 425 califica de regular según la escala convencional de producción de naranja. Estos rendimientos duplican a la mayoría de productores tradicionales sin cobertura vegetal, y con respecto a la mayoría de fundos citrícolas (1 000 frutos por planta) con tecnología convencional intermedia, como lo manifiesta Gutarra (2008). Asimismo, superior a los rendimientos promedios de Florida que es 930 frutos por planta como lo manifiesta Daivies y Albrigo (1994). De igual modo superior a los 708 frutos de naranja valencia por planta como lo reporta Ericsson y Brannaman (1960) citado por Davis y Albrigo (1994).

Ello implica que la cobertura vegetal es una alternativa sostenible cuyos rendimientos son aceptables sin el uso de fertilizantes. En uno de estas fincas se llegó a producir experimentalmente hasta 5 000 frutos de naranja por planta, pero con alta tecnología de fertilizantes químicos o sintéticos, este enfoque de la agricultura química o convencional restringe la agricultura a un nivel de fertilidad química, en perjuicio de la evolución del suelo manifestado por Bourgignon (1989) y Díaz Pineda (1994). En este enfoque de productividad máxima sólo se resalta el aspecto económico, mas no el social y ambiental como manifiesta Altieri (1996).

**Figura 10**

*Producción de naranja con cobertura vegetal de kudzú.*



La figura 10, muestra la buena producción de la naranja valencia, que tiende a la producción orgánica y a los mejores mercados nacionales, ya que cumple con la inocuidad del producto, a diferencia de los sistemas convencionales que usan herbicidas tóxicos en la naranja. Si bien es cierto que ahorran en mano de obra de desmalezar mecánicamente, pero los costos ambientales son altos, inclusive perjudican la salud. Estos resultados refuerzan lo manifestado por Ingelmo (1994).



**b. Eficiencia tecnológica de la cobertura vegetal**

**Tabla 20**

*Eficiencia del uso de cobertura vegetal con kudzú en el control de malezas.*

<b>Fundo</b>	<b>Gasto convencional estimado</b> <b>S/. Por ha</b>	<b>Gasto promedio con cobertura s/. por ha</b>	<b>% de eficiencia</b>	<b>Calificativo</b>
Dama	1 000	125,0	85,00	Muy Bueno
La Perla	1 000	185,0	75,70	Bueno
Mi Refugio	1 000	243,0	81,50	Muy Bueno
Santa Lucía	1 000	205,0	79,50	Bueno
Tumbes	1 000	150,0	87,50	Muy Bueno
Promedio	1 000	181,6	81,84	Muy Bueno
Desvest		46,18	4,62	

La tabla 20, nos muestra que la eficiencia del uso de cobertura vegetal en el control de malezas está dada por muchos beneficios ambientales y económicos. Ahorro en herramientas, maquinaria, energía y mano de obra. En ese sentido, la eficiencia varía entre 75,7 % hasta 87,84 % con calificativos entre bueno y muy bueno, cuyo promedio 81,84 % de ahorro se considera según la tabla de calificación como muy bueno. Esto concuerda con lo manifestado por CIDICCO (1995), al sostener la reducción de costos de producción con el uso de coberturas vegetales en palma aceitera.

**Figura 11**

*El kudzú muestra un buen control de malezas al 100% en naranjas.*

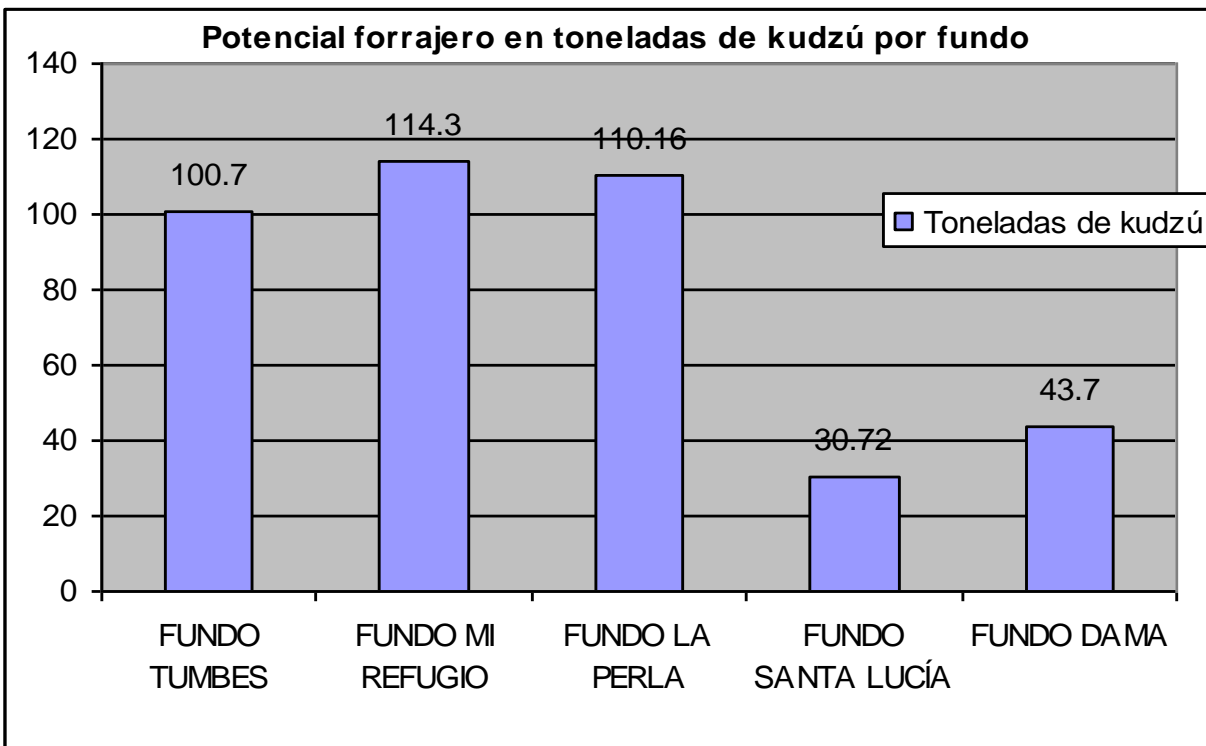


La figura 11, muestra al kudzú en su máxima expresión de control de malezas, llegando al 100% de control en una plantación de naranjas, lo que ahorra el deshierbo manual y la aplicación de herbicidas tóxicos. En esta parcela se han encontrado los mejores beneficios de la leguminosa cobertora. Estos resultados demuestran lo manifestado por Ramírez y Orduz (1997) y Viegas et al. (2021).

c. Potencial forrajero

Figura 12

Potencial forrajero en toneladas de kudzú total en la zona de Satipo.



La figura 12, indica que las fincas con mayor extensión de terreno cuentan con mayor cantidad de biomasa de kudzú, que puede ser aprovechado para la crianza de animales mayores y menores, tales como vacuno, ovino, porcino, cuyes, conejos, gallinas, pavos, peces, caracoles, entre otros. De este potencial sólo aprovechan una mínima proporción en la crianza doméstica de cuyes, conejos y gallinas para el autoconsumo a favor de su seguridad alimentaria como lo expresan Yanggen y Alegre (2000).

**Figura 13**

*La biomasa de kudzu en el suelo..*



La figura 13, muestra al kudzú llegando a más de 90% de control de malezas en una plantación de naranjas, en esta parcela se han encontrado los mejores rendimientos de naranjas. La leguminosa muestra su agresividad para sobreponerse a las malezas del suelo que luchan por un espacio. Estos resultados demuestran lo manifestado por Ramírez y Orduz (1997).

**Tabla 21**

*Potencial forrajero en toneladas/ha de kudzú en terrenos con cobertura vegetal.*

<b>Fundo</b>	<b>Promedio t/ha</b>	<b>Calificación</b>
Dama	17,48	Bueno
La Perla	18,36	Bueno
Mi Refugio	22,86	Muy Bueno
Santa Lucía	15,36	Regular
Tumbes	20,14	Muy Bueno
Promedio	18,84	Bueno
Desvest	2,83	

La tabla 21, nos muestra el potencial forrajero en kudzú por hectárea que varía entre 15,36 t/ha hasta 22,86 t/ha con calificativos entre regular, bueno y muy bueno; cuyo promedio 18,84 t/ha califica como bueno y es superior a otras coberturas, ya que rebrota al corte por la buena cantidad de tallos y raíces adventicias que presenta. Este potencial concuerda con lo manifestado por Vargas y Valdivia (2007), donde manifiesta que las leguminosas proveen de toneladas de materia seca por hectárea cada año y son una oportunidad de plantas multiuso como señala (Bunch, 1995). Este potencial no se aprovecha eficientemente por falta de conocimiento sobre la sostenibilidad del fundo.

### 4.3 De las variables sociales

#### a. Actitud del productor

**Tabla 22**

*Actitud del productor a la tecnología de cobertura vegetal con kudzú en los cítricos según entrevista.*

<b>Fundo</b>	<b>Puntaje %</b>	<b>Calificativo</b>
Dama	82,0	Muy Bueno
La Perla	80,0	Muy Bueno
Mi Refugio	85,0	Muy Bueno
Santa Lucía	79,0	Bueno
Tumbes	66,0	Bueno
Promedio	78,4	Bueno
Desvest	7,3	

La tabla 22, muestra que la actitud del productor varía entre puntajes de 66 a 85 % calificado entre bueno y muy bueno. El promedio de 78,4 % y es considerado bueno; ello implica que la tecnología de cobertura vegetal irá en aumento en los próximos años en beneficio de mismos agricultores y la sostenibilidad de los agroecosistemas cítricos de la zona. Estos datos refuerzan la divergencia que existe entre el interés económico empresarial a corto y mediano plazo y el interés general por la conservación, ya que estos pocos agricultores representan un pequeño porcentaje ante la agricultura convencional, ellos buscan beneficios no sólo individuales, sino también sociales como lo manifiesta Lal (1994a). Asimismo, como señala (Bunch, 2009), los agricultores se interesan en las coberturas vegetales por ser plantas multiuso.

**b. Conocimiento de la tecnología**

**Tabla 23**

*Conocimiento empírico de los agricultores sobre la tecnología de cobertura vegetal con kudzú.*

<b>Fundo</b>	<b>Puntaje %</b>	<b>Calificación</b>
Dama	65,0	Bueno
La Perla	78,0	Muy Bueno
Mi Refugio	69,0	Bueno
Santa Lucía	66,5	Bueno
Tumbes	64,0	Bueno
Promedio	68,5	Bueno
Desvest	5,63	

La tabla 23, muestra puntajes sobre el conocimiento de la tecnología de cobertura vegetal cuyos puntajes varían de 64 a 78 % con calificativo de bueno a muy bueno; el promedio de 68,5% indica un calificativo de bueno; lo que implica que este pequeño grupo de pioneros de la agroecología en la zona de Satipo en base a la práctica y por la necesidad de controlar sus malezas han optado por la cobertura vegetal, y al mismo tiempo fueron adquiriendo experiencias con el tiempo aumentando su conocimiento empírico producto de la observación y ensayo error para descubrir las ventajas de esta cobertura vegetal.

Estos datos concuerdan con lo manifestado por Lal (1994a), al sostener que la adopción de una determinada práctica de manejo es difícil, sobre todo por los costes individuales y anuales. También concuerda con Díaz Pineda (1997), quien manifiesta que es importante reducir la contaminación y la degradación del suelo, pero a su vez mejorar su nivel de vida y calidad de vida del agricultor; es decir, su desarrollo económico y la gestión ambiental. Esta tecnología no

introduce contaminantes al agrosistema como lo manifiesta Ingelmo (1998).

De igual modo, como reporta Alegre, Meza y Arévalo (1999) el uso de alternativas sostenibles con leguminosas es conocido por los agricultores de la amazonía peruana; pero existen prejuicios que no permiten que esta tecnología lo practiquen la mayoría, por lo que requiere difusión y educación para el desarrollo de capacidades conservacionistas ante la mala práctica del rozo o tala y quema de los bosques.

#### **Figura 14**

*Plantación de naranja bien manejado con cobertura de kudzú.*



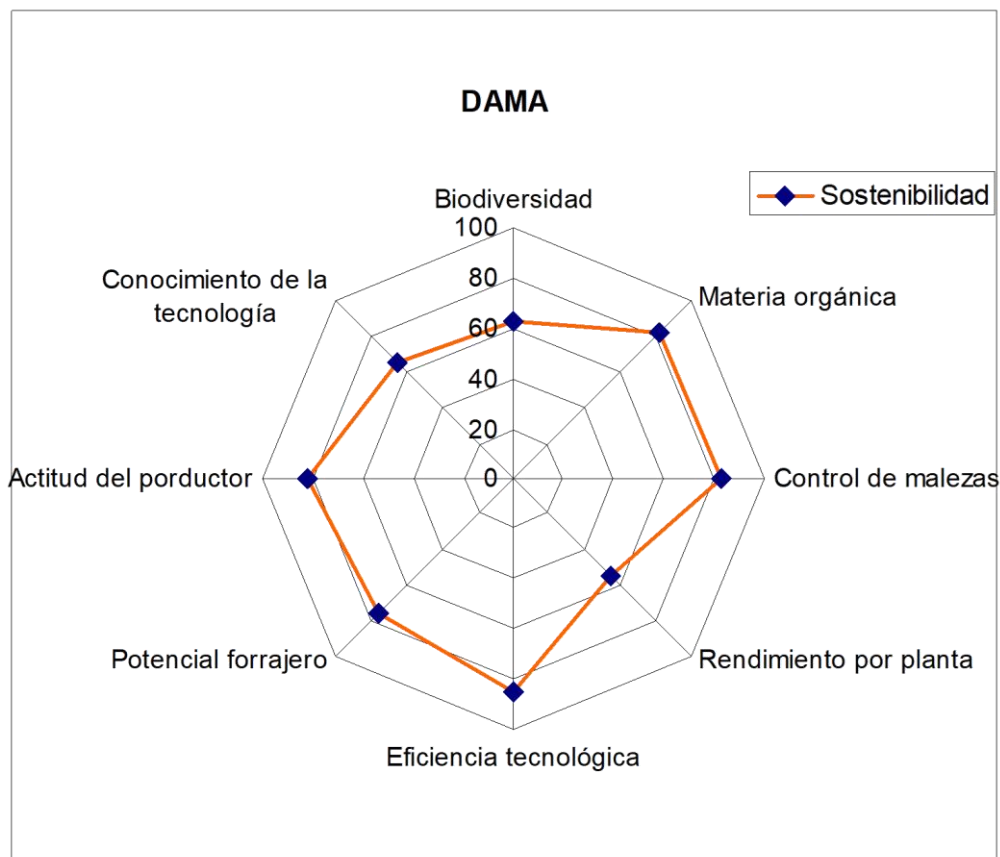
La figura 14, muestra al kudzú en plantaciones de naranja en desarrollo, donde el sol favorece el desarrollo de la leguminosa y se muestra un 100% de control de malezas. Estos resultados demuestran lo manifestado por Ramírez y Orduz (1997). Asimismo, en la asociación de la planta y la leguminosa intervienen micorrizas que permiten un buen desarrollo de la planta como señala Yaquin et al. (2022).



#### 4.4 Del nivel de avance hacia la sostenibilidad de las fincas

**Figura 15**

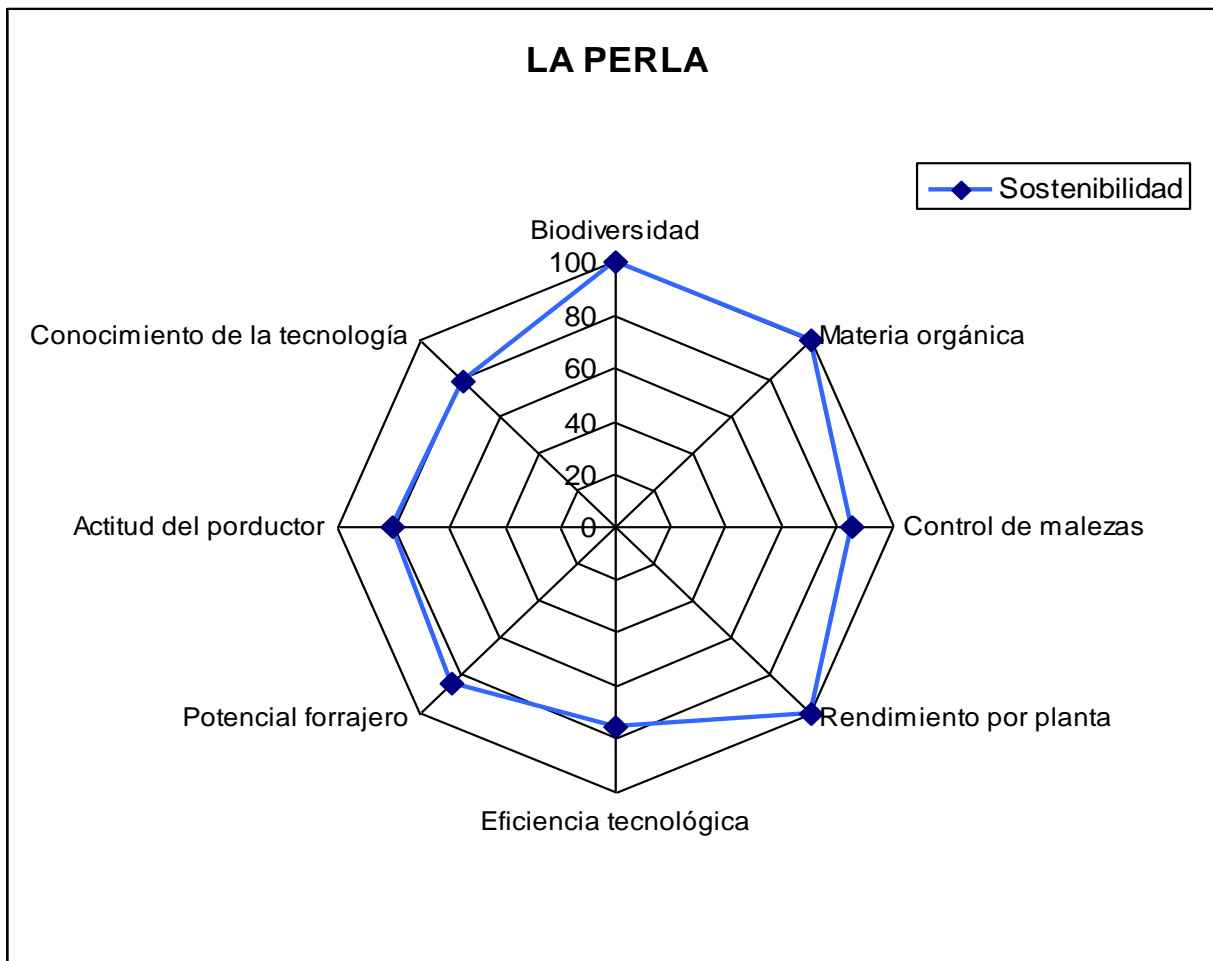
Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Dama” considerando ocho indicadores.



La figura 15, muestra que la línea resaltada mide el nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Dama”, que destaca por su eficiencia en la tecnología, buen control de malezas, materia orgánica del suelo y la actitud del productor; aunque sus rendimientos son medios, esto se debe a que el tangelo enfrenta una enfermedad conocida como la mancha parda, causada por *Alternaria alternata*; sin embargo, los rendimientos son intermedios con fruta de buena calidad. Este gráfico muestra un nivel de sostenibilidad intermedio comparado con los otros fundos el estudio. Los datos refuerzan lo manifestado por Ingelmo (1998) y Altieri (1997).

**Figura 16**

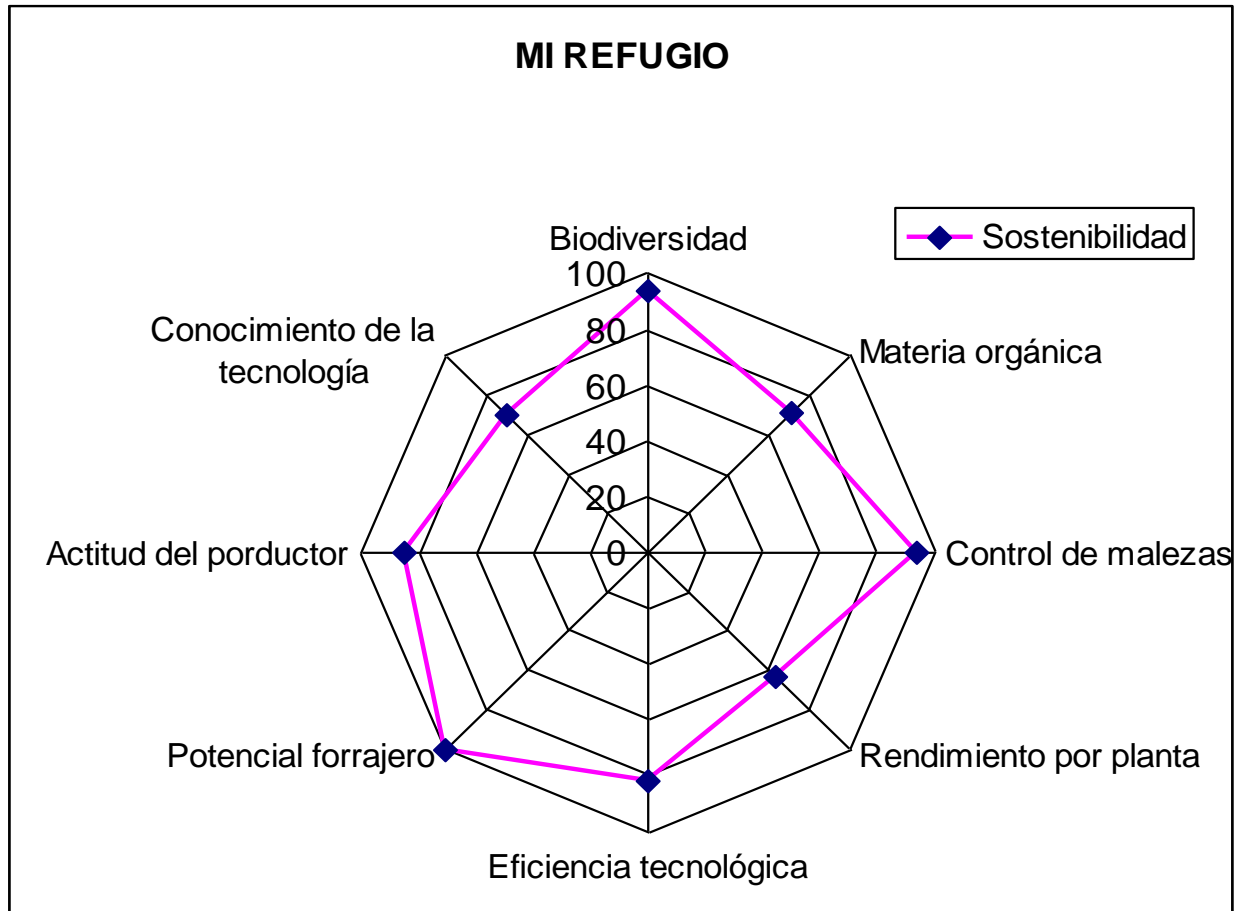
Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “La Perla” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.



La figura 16, muestra que el fundo “La Perla” destaca por su alta biodiversidad, alto contenido de materia orgánica, buen rendimiento por planta, actitud del productor y conocimiento de la tecnología. El nivel de sostenibilidad es alto comparado con los otros fundos del presente estudio. El gráfico es similar a los resultados de evaluación de fincas realizado por North y Hewes (2006).

**Figura 17**

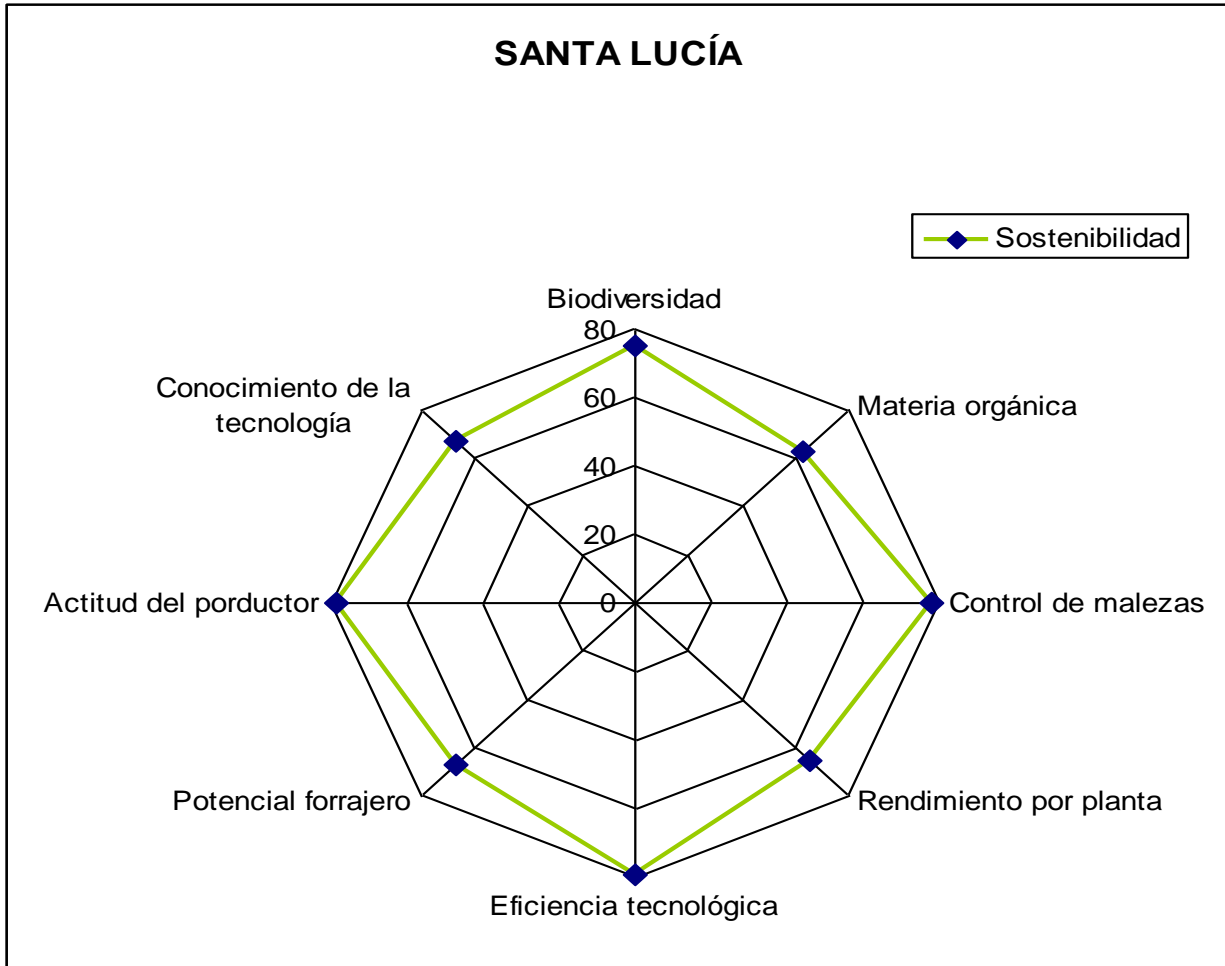
*]Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Mi Refugio” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.*



La figura 17, nos muestra al fundo “Mi Refugio” que destaca por su potencial forrajero, su alta biodiversidad y su eficiente control de malezas, aunque los rendimientos son intermedios, para la agroecología es buena, y muestra también un nivel de sostenibilidad intermedio comparado con los otros fundos del presente estudio. Estos resultados confirman lo manifestado por Altieri (1997) respecto a la Agroecología como ciencia moderna.

**Figura 18**

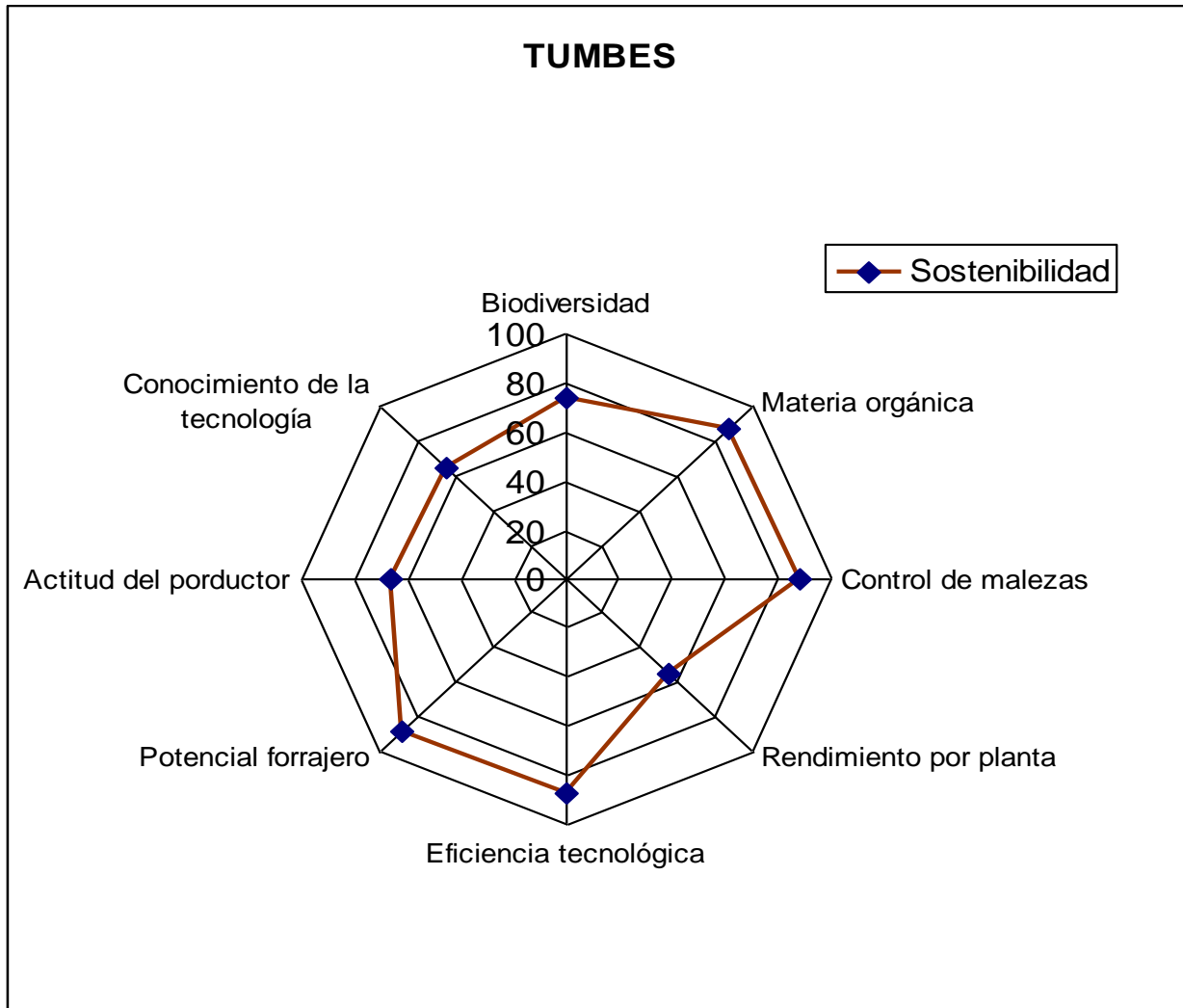
Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Santa Lucía” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.



La figura 18, el fundo “Santa Lucía”, muestra un nivel intermedio en actitud del productor, eficiencia tecnológica, biodiversidad y control de malezas, debajo del 80% en todos los casos; aunque su nivel de sostenibilidad es avanzado, comparado con los otros fundos en estudio es el más bajo. El modelo expresa similitud con lo reportado por North y Hewes (2006).

**Figura 19**

Nivel de avance hacia la sostenibilidad del fundo “Tumbes” considerando ocho indicadores en la zona de Satipo.



La figura 19, muestra que el fundo “Tumbes” destaca en contenido de materia orgánica de los suelos, control de malezas, eficiencia tecnológica y potencial forrajero; aunque los rendimientos son intermedios para la agricultura orgánica, es el más bajo que los otros fundos en estudio. Pero su nivel de avance hacia la sostenibilidad es intermedio. Estos resultados confirman lo manifestado por Altieri (1997) respecto a la Agroecología como ciencia moderna.

**Tabla 24**

*Porcentaje de avance hacia la sostenibilidad de los cinco fundos con cobertura vegetal de la zona de Satipo.*

<b>Fundos</b>	<b>% de avance</b>
F. Dama	73,76
F. La Perla	87,75
F. Mi Refugio	82,09
F. Santa Lucia	71,60
F. Tumbes	76,14
<b>Promedio</b>	<b>78,27</b>

Desvest = 6,59

La tabla 24, muestra los niveles de avance hacia la sostenibilidad por fundos, siendo el fundo “La Perla” el más avanzado con 87,75 %, en segundo lugar la finca “Mi Refugio” con 82,09 %, en tercer lugar ocupa el fundo Tumbes con 76,14 %, en cuarto lugar el fundo “Dama” con 73,76 % y en último lugar el fundo “Santa Lucía” con 71,6 % de nivel de sostenibilidad. El promedio de avance hacia la sostenibilidad es de 78,27 % en una escala de 0 a 100, que se considera bueno en el proceso de reconversión hacia una agricultura ecológica. Estos resultados presentan modelos similares a la evaluación de fincas realizado por North y Hewes (2006). Asimismo, los datos refuerzan la teoría agroecológica planteado por Altieri (1997) y la teoría del desarrollo sostenible planteado por Enkerlin et al., (1997).

**Tabla 25**

*ANOVA de promedios de niveles de avance hacia la sostenibilidad de los cinco fundos con ocho indicadores con datos transformados a  $\text{arcSen}(\text{raíz}(x/100))$ .*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,380	4	,095	2,909	,035
Dentro de grupos	1,144	35	,033		
Total	1,524	39			

La tabla 25, muestra que hay diferencia estadística significativa al 5% de error en al menos entre uno de los fundos respecto a los otros.

**Tabla 26**

*Prueba de Tukey de promedios de niveles de avance hacia la sostenibilidad de los cinco fundos con ocho indicadores.*

Fundos con cobertura	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Santa Lucía	8	1,0116	
Dama	8	1,0651	1,0651
Tumbes	8	1,0706	1,0706
Mi Refugio	8	1,1756	1,1756
La Perla	8		1,2851
Sig.		,382	,130

La tabla 26, muestra dos grupos diferentes estadísticamente al 5% de error, donde el Fundo la Perla no muestra diferencia estadística respecto a los fundos Dama Tumbes y Mi

Refugio, pero sí muestra diferencia estadística con respecto al fundo Santa Lucía. Esta ligera diferencia se explica en las condiciones ecológicas y condiciones de clima y suelo similares de la zona de Satipo. Estos resultados confirman lo manifestado por Altieri (1997) respecto a la sostenibilidad y con lo manifestado por Bunch (2009) sobre los abonos verdes.



## CONCLUSIONES

1. Los efectos ecológicos muestran que el nivel de biodiversidad de vertebrados se encuentra al conejo silvestre (*Sylvilagus* sp.) como herbívoro, el armadillo (*Dasyprocta* sp.) como lumbrífago, y la lagartija (*Lacerta* sp.) como insectívoro; no se encontró batracios ni colúbridos; a nivel de invertebrados de follaje se encontró 12 órdenes y 26 familias, predominando los insectos sobre arácnidos, entre fitófagos, predadores y parasitoides; no se encontró plagas como hormiga coqui (*Atta* spp.) ni la hormiga isula (*Paraponera clavata*).
2. La diversidad alfa es alta ya que el índice de Margalef se encuentra en un rango de 2,50 a 4,01 de diversidad.
3. En el suelo se encuentran hormigas, júlidos y lombrices de tierra que favorecen al mismo. El control de malezas alcanza un 85,6% en promedio, considerado muy bueno. La capitalización del suelo sobrepasa el 3% de materia orgánica, considerado alto; el fósforo es 13,8 ppm y potasio es 149,6 ppm, considerados medio.
4. Los efectos productivos del uso del kudzú fueron los siguientes: los rendimientos por planta están en un promedio de 1 425 unidades, que es considerado regular y duplica a la mayoría de productores tradicionales; la eficiencia tecnológica del kudzú como cobertura vegetal en el control de malezas fue del 81,84%, que representa el ahorro frente a la tecnología convencional y que se considera muy bueno; el potencial forrajero que se tiene en promedio es de 18,84 t/ha/año, se considera bueno.
5. Los efectos sociales del uso del kudzú fueron: la actitud positiva del productor alcanza a 78,4% en promedio, considerado bueno; el conocimiento empírico de la tecnología alcanza un promedio de 68,5%, considerado bueno.
6. El nivel de avance hacia la sostenibilidad de los fundos cítricos con la cobertura vegetal de kudzú alcanzó un promedio de 78,27%, considerado bueno en este proceso de reconversión hacia la agricultura sostenible, mostrando una ligera diferencia estadística al 5% en los niveles de avance entre los fundos.

## **SUGERENCIAS**

1. Promover el uso de coberturas vegetales con kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Bent) en los fundos cítricos de la zona de Satipo y la selva central.
2. Promover la reconversión de fundos cítricos convencionales y tradicionales hacia la agricultura sostenible como medida para mitigar el calentamiento global.
3. Desarrollar programas de capacitación en los productores para el uso de alternativas sostenibles como coberturas vegetales de kudzú.
4. Promover el aprovechamiento como forraje para la crianza de animales mayores y menores, orientando hacia un sistema agrosilvopastoril.
5. Continuar con trabajos de investigación en sistemas agroecológicos con alternativas sostenibles, como son las coberturas vegetales, policultivos, agroforestería y sistemas agrosilvopecuarios en la zona de Satipo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, J. Meza, A. y Arévalo, L. (1995). Establecimiento de barbechos con leguminosas. Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF), Pucallpa, Perú.
- Altieri, Miguel. (1997). Agroecología. Bases Científicas Para Una Agricultura Sustentable. Centro de Investigación Educación y Desarrollo CIED, Lima Perú, 2da Ed.
- Altieri, M. A. (1994). Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, New York.
- Andow, D. A. (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. Annual Review of Entomology 36: 561-586.
- Baker, K. F. and R. J. Cook. (1974). Biological control of plant pathogens. San Francisco. W.H. Freeman.
- Bourgignon, C. El suelo, la tierra y los campos. Vida sana. Barcelona. (1989). Disponible en: [http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).
- Bunch Roland. (2009). Logrando sostenibilidad con el uso de abonos verdes. LEISA revista de agroecología • 13-3 • marzo 1998. Reconstruyendo la pérdida fertilidad del suelo. Received 28 October 2008; Accepted 6 December 2008; Published 10 March 2009. Tegucigalpa, Honduras. <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-13-numero-3/2531-logrando-sostenibilidad-en-el-uso-de-abonos-verdes>
- Carvajal A. J. (2000). Comportamiento de la producción de semillas de pastos. Informe Anual de Forrajes. INIFAP. Campo Experimental China, Campeche. 22 p. Received 28 October 2008; Accepted 6 December 2008; Published 10 March 2009. Yucatán México. Centro de Investigación Regional del Sureste. Campo Experim. Chiná, Campeche, INIFAP-México.
- CIDICCO. (1995). Noticias Sobre Cultivos de Cobertura No. 7 (2da. ed., Dic, 1995). La Utilización de Leguminosas de Cobertura en Plantaciones Perennes (basado en las

experiencias de la plantación de palma en San Alejo). Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura. Tegucigalpa, Honduras. Disponible en:  
[www.cidicco.hn/archivospdf/boletin7pdf](http://www.cidicco.hn/archivospdf/boletin7pdf).

Claverias Huerse, Ricardo. (1999). Agroecología. Evaluación de impacto y desarrollo sostenible. Centro Internacional de Educación y Desarrollo, CIED. Lima - Perú.

Davis, Frederick S. y Albrigo, Gene, L. (1994). Citrus. Edición Cab Internacional. Editorial Acribia, Zaragoza España.

Diaz Pineda, F. (1994). Ecología de los sistemas agrarios. En: Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad. Actas del I Congreso SEAE, pp 5-17. SEAE. Toledo.: Disponible en:  
[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Diaz Pineda, F. (1997). Gestión ambiental. Ecosistemas, nº 20/21. 72-79. Multimedia Ambiental S.A. Madrid. Disponible en:  
[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Enkerlin Hoeflich E. C., Cano Cano J. Garza Cuevas R. A., Vogel Martinez, E. (1997). Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thompson Editores S.A. México,

Esteban Nieto, Nicomedes Teodoro. (2018). Tipos de investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2018 - academia.edu.  
<http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>

Gutarra Borquez, H. E. (2008). Efecto de dosis de nitrógeno y fósforo en el rendimiento y calidad de naranja valencia (*Citrus sinensis* L.) en condiciones de Satipo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniera en Ciencias Agrarias UNCP.

Hernández, P. R. Rosales, P. J. González, J. F. Ramírez, María Nápoles, Reneé Pérez. (2020). Increase in the development of *Pueraria phaseoloides* (tropical kudzu) due to tolerant acid rhizobia under acidity and low fertility conditions.

<http://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/935>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.

Ingelmo, F., García, J. & Ibañez, A. (1994). Efectos de una cubierta herbácea en las características físicas de un huerto de cítricos. En: Prácticas ecológicas para una Agricultura de calidad. Actas I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 343-349. SEAE. Toledo. Disponible en:

[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Ingelmo, F., Mares, M., Canet, R. y Pomares, F. (1996). Características macromorfológicas e hidrofísicas de un huerto de cítricos con cultivo ecológico y cubierta herbácea temporal. II Congreso SEAE. Abstract C-36, p. 9. Universidad de Navarra. Pamplona. Disponible en:

[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Ingelmo, F. (1997). Uso de cubiertas vegetales de leguminosas y gramíneas para la protección de los suelos contra su degradación física, en el contexto de la Agricultura ecológica. Conferencia, VII Curso: Protección Integrada. Jornadas Abiertas. FECOAV. Disponible en:

[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Ingelmo, F. (1998). Uso de cubiertas vegetales y manejo sostenible de la fertilidad física del suelo. Conferencia. Master de Agricultura ecológica, (1998-1999). Universitat Illes Balears. Palma de Mallorca.. Disponible en:

[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Lal, R. (1994a). Water management in various crop production systems related to soil tillage. Soil & Tillage Research, 30:169-185. Disponible en:

[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Lal, R. (1994b). Sustainable land use and soil resilience. In: Soil Resilience and Sustainable Land Use. (Greenland, D. J. & Szabolcs, I.), pp. 41-67. Ch. 4. CAB International. Oxon, UK.  
Disponible en:

[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

Marinho Guerra José Guilherme, Aly Ndiaye, Renato Linhares de Assis y José Antonio Azevedo Espindola. (2007). Cultivos de cobertura como indicadores de procesos ecológicos. LEISA revista de agroecología • 22.4 • Marzo Disponible en:

[www.leisa.info/index.php?url=getblob.php&o\\_id=111816&a...](http://www.leisa.info/index.php?url=getblob.php&o_id=111816&a...)

Mazorra Carlos, Borges Gerardo, Blanco Miriam, Marrero Pedro y Martínez Gerardo. (2002). Aceptabilidad relativa de las principales especies de plantas que componen las coberturas cítrícolas de la CPA "José Martí". Zootecnia Tropical, 20(3):341-355. Centro de Investigaciones en Bioalimento. Ciego de Ávila, Cuba.

Monroy L., Hernán Javier, Salamanca S., Carmen Rosa, Cano, César, Moreno-Conn, Lina Margarita, & Orduz-Rodríguez, Javier Orlando. (2013). Influencia de las coberturas en cultivos de cítricos sobre los hongos formadores de micorrizas arbusculares en Oxisoles del piedemonte llanero colombiano. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 14(1), 53-65.  
Retrieved April 18, 2023, from

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-87062013000100007&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062013000100007&lng=en&tlng=es).

Naranjo Guevara Natalia & Sáenz Aponte Adriana. (2011). Parasitoides (hymenoptera) asociados a coberturas vegetales de sistemas productivos en el eje cafetero colombiano. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), nº 48 (30/06/2011): 359-365.

Norris, R. F. (1986). Weeds and integrated pest management systems. Hortscience, 21(3) 402-410.  
Disponible en:

[http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_25/377-25.pdf](http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_25/377-25.pdf).

- North Karl y Hewes Donn. (2006). Seguimiento de fincas para el progreso hacia la sostenibilidad. In LEISA revista de agroecología. Lima Perú. Vol 20, 33-36, Junio.
- Orduz-Rodríguez Javier Orlando, Calderón M. Claudia Liliana, Bueno, Guillermo, Baquero P. José Eurípides (2011). Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras como coberturas y su influencia en el control de malezas en el establecimiento de cítricos en el piedemonte del Meta. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. (2011) 12(2), 121-128 © 2011
- Quansah C., Fening J. O., Ampontuah E. O., Afreh D. & Amin A. (2001). Potential of *Chromolaena odorata*, *Panicum maximum* and *Pueraria phaseoloides* as Nutrient Sources and Organic Matter Amendments for Soil Fertility Maintenance in Ghana, *Biological Agriculture & Horticulture*, 19:2, 101-113, DOI: 10.1080/01448765.2001.9754915
- Ramírez, R. & Orduz, J. (1997). Efecto de la cobertura del suelo con material vegetal sobre el control de malezas en el cultivo de los cítricos. Recuperado de:  
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/17569>.
- Rincón A. C. y Orduz J. O. (2004). Usos alternativos de *Arachis pintoi*: Ecotipos promisorios como cobertura de suelos en el cultivo de cítricos *Pasturas Tropicales*, Vol. 26, No. 2
- Van Den Bosch, R. and Telford, A. D.. (1964). Environmental modification and biological control. In: De Bach, P. (ed.). *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Chapman and Hall, London, pp. 459-488.
- Vargas Clemente, Y. y Valdivia Espinoza L. (2007). Recuperación mediante leguminosas rastreras de suelos degradados (ex cicales) en la Selva Alta del Perú. Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 2007.
- Venegas Raul. (1996). Indicadores de sostenibilidad predial en agroecología y desarrollo. Ed. CLADES. Santiago de Chile.
- Vicentelo Uribe Pilar. (2001). Análisis de una experiencia de desarrollo rural humano y agroecológico en la sierra del Perú. Universidad Católica de Temuco, Chile. Instituto de Desarrollo del Medio Ambiente – IDMA.

Viégas, Ismael; Costa, Milton; Ferreira, Eric; Pérez, Nilda; Barata, Henrique; Galvão, Jessivaldo; Conceição, Heráclito; Espírito Santo, Sérgio. (2021). Contribution of *Pueraria phaseoloides* L. in the cycling of macronutrients in oil palm plantations. *Journal of Agricultural Studies*, v. 9, n. 3, p. 1-13, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1520>.

Yanggen, D. y Alegre, J. (2000). Barbechos con kudzú: análisis socioeconómico, adopción e impacto sobre la deforestación en Pucallpa, Perú. Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF), Pucallpa, Perú.

Yaqin Guo, Qicheng Bei, Beloved Mensah Dzomeku, Konrad Martin, Frank Rasche. (2022). Genetic diversity and community composition of arbuscular mycorrhizal fungi associated with root and rhizosphere soil of the pioneer plant *Pueraria phaseoloides*. First published: 30 September 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/imt2.51>

Zaharah, A.R., Sharifuddin, H.A.H., Razley, M.N., and Mohd Saidi, A.K. (1986). Measurement of Nitrogen Fixed by *Pueraria Phaseoloides* by N-15 Dilution Technique. *Pertanika* 9(1), 45-49 (1986). <https://core.ac.uk/download/pdf/42989729.pdf>



## ANEXOS



Figura 1a. Flores de kudzú de color lila claro.



Figura 2a. Flores y vainas verdes de kudzú.



Figura 3a. Tallos y hojas pubescentes de kudzú

**EL KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Bent) COMO COBERTURA VEGETAL EN  
SUELOS DE CÍTRICOS, SATIPO-PERÚ**

de:

José Manuel Alomía Lucero

Se terminó de imprimir en el mes de diciembre del 2023, en el Fondo y Producción Editorial e

Impresión de la

Universidad Nacional del Centro del Perú

Huancayo, Perú.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL CENTRO DEL PERÚ**

ISBN: 978-612-5082-22-0



9 786125 082220