



# Revista INVESTIGACIÓN AGRARIA

VOLUMEN 2 NÚMERO 1 ENERO-ABRIL

ISSN: 2708 -9843



Huánuco, Abril 2020

MSc. Henry Briceño Yen, MSc. Luisa M. Alvarez Benaute & MSc. Agustina Valverde Rodríguez

<https://www.unheval.edu.pe/agrarias/revistas/revista-investigacion-agraria/>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
HERMILIO VALDIZAN



CP INGENIERIA  
AGRONOMICA

**Publicado por:**

**Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco**

**Av. Universitaria 601- 607. Cayhuayna**

**Huánuco - Perú**

**Volumen 2 Numero 1**

**REVISTA**

**INVESTIGACION AGRARIA**

**EDITORES:**

**REVISTA INVESTIGACIÓN AGRARIA**

**CO- EDITORES:**

**M.Sc Henry Briceño Yen**

**M.Sc Luisa M. Alvarez Benaute**

**M.Sc Agustina Valverde Rodríguez**

**Prohibida la reproducción parcial o total de las características textuales o graficas de este libro. Ningún párrafo de esta edición puede ser reproducida sin la autorización expresa del autor.**



# REVISTA INVESTIGACIÓN AGRARIA PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Esta revista y sus artículos son de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



Av. Universitaria  
601 - 607 - Pillco Marca -  
Huánuco - Perú



(062) 59 1060



revista.agraria@unhe  
val.edu.pe



webmaster@www.  
unheval.edu.pe



Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente esta obra bajo las condiciones siguientes: Debe reconocer los créditos de la obra. Debe ser usada solo para propósitos no comerciales. Esta revista y sus artículos son de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

**Fecha de Publicación: abril 2020**

#### AUTORIDADES

**Dr. SANTOS JACOBO SALINAS**

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**Dr. FERNANDO GONZALES PARIONA**

DIRECTOR ACADÉMICO CPI AGRONOMICA

**Dr. JUAN CASTAÑEDA ALPAS**

DIRECTOR CPI AGRONOMICA

**EDICIÓN Y PUBLICACIÓN  
REVISORES, DISEÑO Y  
DIAGRAMACIÓN**

COMISION DE  
PUBLICACIONES  
M.Sc HENRY BRICEÑO YEN  
M.Sc LUISA ALVAREZ  
BENAUTE  
M.Sc AGUSTINA VALVERDE  
RODRIGUEZ

COMITÉ CIENTIFICO  
Dr. CARLOS ALBERTO  
MARTINEZ  
Departamentode Biología  
FFCLRP  
Universidad de São Paulo  
Brasil

M. S. Ph. D ERWIN ABALLAY  
Escuela de pos grado área de  
Sanidad Vegetal -  
Universidad de Chile

Dra. ROSARIO PASTOR  
ZEGARRA  
Cátedra de sostenibilidad  
UNESCO-  
Universidad Politécnica de  
Cataluña-España

M Sc. EMERSON JACOME  
MOGRO  
Investigación-  
Universidad Técnica de  
COTOPAXI-Ecuador

M Sc. PAULINA V.  
FERNANDEZ GUARNIZO  
Especialista en sistemas de  
producción-  
Universidad Nacional de  
Loja-Ecuador

M Sc. NOHEMI DEL CARMEN  
JUMBO  
Biodiversidad y  
biotecnología  
Universidad Nacional de  
Loja-Ecuador

Dr. SANTOS JACOBO  
SALINAS  
Facultad De Ciencias Agrarias  
UNHEVAL-PERU

**REVISTA INVESTIGACIÓN AGRARIA**

La Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán realiza una ardua labor en pro del desarrollo agrario, fruto de ello da a conocer las investigaciones realizadas mediante nuestra Revista en formato virtual, en la cual se abordan temas de interés para las personas vinculadas con las Ciencias Agronómicas, referidos estos, a las interacciones entre los diferentes factores de producción del agro ecosistema. Esperamos que esta revista sea una real contribución a la investigación nacional e internacional.

**RESERVA DE DERECHOS**

Los derechos son reservados y transferidos a la Revista de Investigación Agraria.

**PERIODICIDAD Y DISTRIBUCIÓN**

La Revista de Investigación Agraria se publica cuatrimestralmente  
**INVESTIGACIÓN AGRARIA**

Es una publicación de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, en ella se difunde artículos científicos relacionados a las Ciencias Agrarias e innovaciones científicas y tecnológicas que contribuyan a mejorar la competitividad y al desarrollo regional y nacional.

**DESCARGO DE RESPONSABILIDADES**

Los conceptos y contenidos en los artículos científicos, incluidos en esta edición, son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan, necesariamente, los criterios institucionales. La reproducción total o parcial de los artículos contenidos en esta revista debe efectuarse citando esta fuente.

La Revista de Investigación Agraria no se solidariza con el contenido de los trabajos que publica. Algunos derechos reservados

En línea disponible para el público en general de acceso libre y gratuito en:

<https://www.unheval.edu.pe/agrarias/revistas/revista-investigacion-agraria/>

## INDICE

1. **El Sacha inchi y su aporte en la recuperación de suelos alterados en la selva.....P.6**  
Sacha inchi and its contribution in the recovery of altered soils in the jungle.  
  
Alcántara -Bardales. Josué  
Alvarez -Benaute, Luisa
2. **Contenido de almidón nativo de variedades nativas de papa (*Solanun spp.*)..... P.15**  
**Starch concentration of native Andean potato varieties (*Solanum spp.*)**  
Ignacio - Cárdenas Severo  
Pérez -Trujillo Eugenio F  
Gonzáles -Pariona Fernando J
3. **Fertilización nitrogenada del cultivo de avena forrajera: Su efecto en el rendimiento y eficiencia agronómica de nitrógeno..... P.26**  
Nitrogen fertilization of the forage crop: its effect on the yield and agronomic efficiency of Nitrogen  
  
Caldas - López, Susana  
Vega - Jara, Liliana
4. **El guano de isla y su efecto en el rendimiento de la col (*Brassica oleracea L*) lombarda (*Capitata f. rubra*) en Colicocha-Huánuco” .....P.33**  
Island guano and its effect on the yield of cabbage (*Brassica oleracea L*) variety Lombarda (*Capitata f. rubra*) in Colicocha – Huánuco  
Vásquez - Cantalicio, Neyson  
Jacobó - Salinas, Santos
5. **Contenido de carbono en un sistema de producción de palto (*Persea americana Mill*) en Pillcomarca-Huánuco 2018..... P.39**  
Carbon content in a system of avocado production (*Persea americana Mill*) in Pillco marca - Huánuco - 2018.  
Andrés - Huayanay, Yan
6. **Estudio de caso. Valoración económica de la agricultura familiar en la Amazonía Peruana en los contextos actuales de crisis ecológica y social .....P.50**  
Case Study Economic Valuation of Family Farming In the Peruvian Amazon in the Present Contexts of Ecological and Social Crisis  
Panduro - Meléndez, Rider  
Sangama - S. Kike Maikol
7. **Comportamiento de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) ante efectos del biocida neem (*Azadirachta indica*) e higuera (*Ricinus communis*) en Monzón, Perú. ....P.64**  
Behavior of the coffee drill (*Hypothenemus hampei*) before the effects of the biocide Neem(*Azadirachta indica*) and Higuera (*Ricinus communis*) in the Monzón , Peru  
  
Alejos - Loyola Gloria Luz  
Valverde - Rodríguez Agustina
8. **Indicadores de sustentabilidad en los sistemas agroforestales .....P.72**  
Indicators of Sustainability in Agroforestry Systems  
  
Briceño - Yen, Henry

# EL SACHA INCHI Y SU APORTE EN LA RECUPERACION DE SUELOS ALTERADOS EN LA SELVA

## Sacha Inchi and its contribution in the recovery of altered soils in the jungle

<sup>1</sup>Josué Alcántara- Bardales, Luisa M. Alvarez -Benaute\*

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL<sup>1</sup>

\*Correo electrónico: [lalvarez@unheval.edu.pe](mailto:lalvarez@unheval.edu.pe)  <https://orcid.org/0000-0001-6961-9870>

### RESUMEN

En la actualidad existen innumerables tecnologías ambientales en la recuperación de suelos alterados, entre ellas el uso de plantas leguminosas que aportan mejoras físicas, químicas y biológicas. La presente investigación se basó de evaluar el comportamiento del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L. y *Erythrina fusca* Lour). bajo condiciones de fertilización y densidades y su aporte para la recuperación de suelos alterados en el distrito de Monzón. El método utilizado fue experimental en Diseño de Parcelas Divididas (DPD) en Bloques Completos al Azar 2 densidades (DS1: 1666 y 1111 plantas ha<sup>-1</sup>) x 4 (N1: 0-0-0, N2: 20-30-20, N3: 25-40-20 y N4: 40-60-40) x 3 repeticiones. Los resultados indican que los niveles de fertilización N2, N3 y N4 produjeron efecto significativo en los parámetros de las características vegetativas de *Plukenetia volubilis* L, para las características vegetativas de *Erythrina fusca* se evidencia significación en la interacción AB en el número de brotes a los 5 meses; la integración de ambas especies logró la mejorar en las propiedades químicas del suelo. Como la reducción aluminio en un 30%, incremento del p H en un 5%, incremento del potasio y fósforo.

**Palabras clave:** *Plukenetia volubilis* L., *Erythrina fusca* Lour, fertilización, suelo

### ABSTRACT

Currently, there are innumerable environmental technologies in the recovery of disturbed soils, including the use of leguminous plants that provide physical, chemical and biological improvements. The present investigation was based on evaluating the behavior of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L. and *Erythrina fusca* Lour). under conditions of fertilization and densities and its contribution to the recovery of disturbed soils in the Monzón district. The method used was experimental in Design of Divided Plots (DPD) in Complete Blocks at Random 2 densities (DS1: 1666 and 1111 plants ha<sup>-1</sup>) x 4 (N1: 0-0-0, N2: 20-30-20, N3: 25-40-20 and N4: 40-60-40) x 3 repetitions. The results indicate that the levels of fertilization N2, N3 and N4 produced a significant effect on the parameters of the vegetative characteristics of *Plukenetia volubilis* L, for the vegetative characteristics of *Erythrina fusca* evidence of AB interaction in the number of shoots at 5 months; the integration of both species achieved the improvement in the chemical properties of the soil. Like the reduction of aluminum by 30%, increase of p H by 5%, increase of potassium and phosphorus.

**Key words:** *Plukenetia volubilis* L., *Erythrina fusca* Lour, fertilization, soil.

<https://doi.org/10.47840/ReInA20201>

**Recibido:** 01 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 16 de marzo 2020

## INTRODUCCIÓN

El sachá inchi bautizado como el maní del inca. Es un cultivo nativo de la selva que actúa como un recuperador de suelos degradados, Valles (1993). La modificación de los suelos tanto por factores abióticos y bióticos hace que se deteriore el ecosistema como una unidad funcional y dinámica del sistema ambiental, Ramírez, R. (1997). el hombre por su necesidad de sustentabilidad mantuvo el monocultivo ocasionando indirectamente cambios estructurales del suelo, (Manco 2003; Tasso *et al.*, 2013) de modo que la dinámica del medio se vio afectada por las modificaciones de sus características físicas y químicas, en tal sentido las actividades agrícolas cultivadas hicieron un proceso de deterioro del ecosistema edáfico Ortiz *et al.*, (2007). ello ha afectado su capacidad fértil productiva y el potencial de producción de los cultivos, mermando los ingresos económicos de la familia agro rural. Tito *et al.*, (2009). El distrito de Monzón presenta condiciones edafoclimáticas para el cultivo, y su opción de integrarlo a otros sistemas productivos posibilita la mejora de suelos en sus diferentes propiedades y características debido a la incorporación de restos vegetales. Granados (2009)

a) Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Luna (2008), señala que el "sachá inchi" por su corto período de crecimiento y desarrollo e inicio de cosecha en suelos ácidos con pendientes pronunciadas y erosionadas, constituye una alternativa económica y auto sostenido. Que de acuerdo a su distribución se comporta muy bien en una diversidad de condiciones climáticas que caracterizan a la Amazonía peruana, la temperatura óptima para su crecimiento, oscila con un mínimo 10 °C y un máximo de 36 °C Manco (2003). La duración del período de siembra e inicio de cosecha es más corta, cuando más alta es la temperatura, al inicio de la etapa de

crecimiento; por lo tanto, promueve un desarrollo rápido de la planta, lo que implica un mayor desarrollo foliar, radicular y un corto período vegetativo.

Para que la planta no se vea afectada por el suelo, es ideal que este suelo tenga una textura franco-arcillosa a franco y con un pH que oscile en un rango de 5,5 a 7,5. Sánchez *et al.*, (2004) & Palacios, (2008) La ventaja de esta planta en cuanto al pH de los suelos es que tolera suelos ácidos y su crecimiento y desarrollo se ve reflejado en suelos de 5,5 a 6,5. Si los pH son muy alcalinos puede presentar susceptibilidad a este tipo de suelos. Shapiama (2008). Además, el contenido de materia orgánica debe ser de medio a alto, la pedregosidad de media a baja y lo ideal es que en cuanto a fertilidad del suelo sea de media a alta (Andrade y Calderón, 2009).

b) Distanciamiento de siembra Luna (2008), recomienda que el distanciamiento óptimo de siembra es de tres metros entre plantas y tres metros entre hileras (1111 plantas/ha). También puede sembrarse en tres bolillos a 3 m X 2,5 m (1333 plantas/ha). Los tutores se entierran de 20 cm a 30 cm durante el crecimiento del tutor, es conveniente favorecer la formación de ramas laterales, para el efecto se eliminan las ramas bajas hasta aproximadamente 1,5 m del extremo superior, IIAP (2009).

Manco (2007), menciona que el distanciamiento óptimo de siembra es de 3 m entre plantas y 3 m entre hileras (1111 plantas/ha), cuando se utiliza tutores vivos (*Erythrina* sp), Puede utilizarse un distanciamiento de 3 m x 2,5 m en un diseño tresbolillo, el distanciamiento del tutor es el mismo que el del "sachá inchi". En el sistema de tutoraje en espalderas, el distanciamiento 3 m x 3 m puede reducirse a 2,5 m entre hileras y 2 m entre plantas, un distanciamiento de 10 m x 10 m se

utiliza cuando se siembra en monte raleado. Sihuayro,(2013).

c) *Erythrina fusca* Lour.

Según Jiménez et al., (2004) la *Erythrina fusca* es una especie de árbol perteneciente a la familia Fabaceae. Se le conoce con el nombre común de elequeme, purple coraltree, gallito, bois immortelle, bucayo y pízamo y también como bucaro, oropel, cerco vivo y eritrina. *E. fusca* tiene la mayor distribución de las especies de *Erythrina*; se encuentra en el Viejo Mundo y el Nuevo Mundo. Crece en la costa y a lo largo de los ríos en los trópicos de Asia, Oceanía, las Islas Mascareñas, Madagascar, África, y los Neotrópicos.

d) Suelos degradados

Douglas (1994), define la degradación de la tierra como “la reducción en la capacidad de ésta para producir beneficios considerando un uso particular y bajo una específica forma de manejo”, incluye no solo los factores biofísicos de la capacidad de uso de la tierra, sino también consideraciones socioeconómicas; destaca una serie de componentes interrelacionados de la degradación de la tierra. En sus efectos sobre la producción agrícola, señala como los más importantes los siguientes: a) Impacto de ocupación, b) Impacto por contaminación, c) Impacto por sobreexplotación. Andrade y Calderón, (2009).

e) Leguminosas arbóreas o arbustivas en la recuperación de suelos

La degradación ambiental, abordada entre otros por Blaikie y Brookfield en su obra *Land degradation and society* (Blaikie; Brookfield, 1987), expresa el deterioro del medio ambiente y de los recursos que utiliza el hombre en su significado más amplio, ecológico y socioeconómico. Es decir, no sólo se produce la alteración o la ruptura de las relaciones ecológicas, sino también una reducción de los recursos naturales y del propio patrimonio cultural,

que afecta directamente a la capacidad de abastecimiento alimentario en el nivel más básico de las necesidades humanas y a la pérdida de oportunidades económicas futuras en general. Manco, (2006). Se trata de un concepto más amplio que el de desertificación defendido por Naciones Unidas en la Conferencia de Nairobi de 1977, y que podemos aplicar a cualquier región en proceso de cambio.

Luna (2008), en comparativo de 3 densidades de siembra en sacha inchi concluyen que la densidad de siembra de 1666 plantas por hectárea supera estadísticamente a los demás tratamientos en estudio para las variables: número y peso de frutos y rendimiento de semillas por hectárea, logrando 240 509 frutos, 1682 kg ha<sup>-1</sup> y 989,31 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Asimismo, el peso de 100 semillas (102,96 g) alcanzado con la densidad de 1111 plantas por hectárea supera estadísticamente a los demás tratamientos.

Pérez (2011), en efecto del cultivo sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la gestión de la calidad del suelo, frente a los ecotipos estudiados, muestra que el ecotipo S:13 resultó ser superior con 1,27 t ha<sup>-1</sup> frente al ecotipo S:7 con 0,29 t ha<sup>-1</sup>. Es así que, la rentabilidad obtenida en base a costos directos e indirectos y el valor de producción, el ecotipo S:13, con densidad de siembra de 952 plantas ha<sup>-1</sup> resultó ser más beneficioso con 426,11% de índice de rentabilidad y relación beneficio/costo de 5,26%; mientras que el ecotipo S:7, con una densidad de siembra de 952 plantas ha<sup>-1</sup> ocupó el último lugar ofreciendo 19,72% de índice de rentabilidad y relación beneficio/costo de 1,20%. Sin embargo, la calidad del suelo, no estuvieron influenciados por los ecotipos y densidades de siembra, debido al poco tiempo del experimento, lo que no sucedió con la respuesta obtenida para la respiración microbiana y el porcentaje de bases

cambiables a una densidad de 952 plantas ha<sup>-1</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS



Figura 01 Plano de ubicación del experimento

Se ejecutó en el caserío de Huancarrumi, Monzón, Huánuco, tipo de investigación aplicada, nivel experimental, población 96 plantas de *P. volubilis* L./Experimento integrada a tutores vivos de *E. fusca* Lour., la Muestra una planta de *P. volubilis* L. El tipo de muestreo probabilístico, los tratamientos corresponden a los siguientes factores: Factor A: Distanciamientos de siembra. a1 = 3.0 m x 2.0 m, una planta por golpe (1666 plantas/ha) a 2 = 3.0 m x 3.0 m, una planta por golpe (1111 plantas/ha). Factor B: Niveles de fertilización NPK. b1= 0 (NPK kg/ha), b2 = 20 – 30 – 20 (NPK kg/ha), b3= 25 – 40 – 20 (NPK kg/ha) y b4

= 40 – 60 – 40 (NPK kg/ha). La prueba de hipótesis se contrastó con el diseño de Parcelas divididas, el ANVA y Duncan al 5% de probabilidad de error, datos registrados fueron:

a) Características vegetativas de *Plukenetia volubilis* L. Altura de la planta, Número de brotes, en rendimiento de *Plukenetia volubilis*, Frutos por planta.

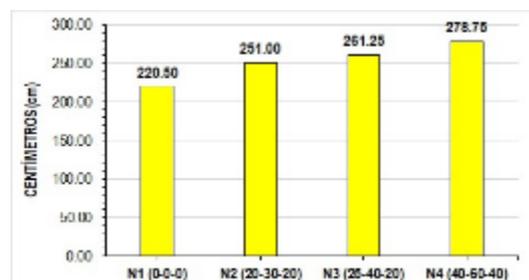
b) Características vegetativas de *Erythrina fusca* Lour, en tamaño de brotes, Altura de planta y Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Características vegetativas de *Plukenetia Volubilis* L.

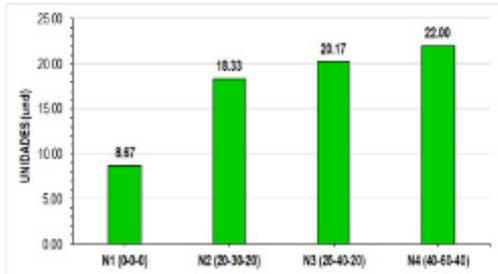
Altura de planta. La Prueba de Duncan revela que para el factor B niveles de fertilización, a los 2 meses los niveles N4 y N3 muestran promedios semejantes, así como los niveles N3 y N2; no obstante, a los 4 meses los niveles N4, N3 y N2 presentan igualdad en sus promedios. El

nivel N4 (40-60-40) ocupó el primer lugar del orden de mérito (OM) con 62,67 y 278,75 cm a los 2 y 4 meses respectivamente y el cuarto lugar el nivel N1 (0-0-0)



**Figura 02.** Promedios de altura de planta a los 04 meses.

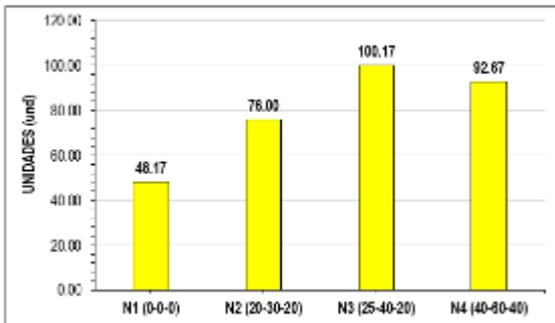
Número de brotes. La Prueba de Duncan para el número de brotes, el factor B (niveles de fertilización) a los 5 meses el nivel N4 difiere de los demás niveles. La interacción AB produjo efecto con los niveles DS2N4, DS2N2 y DS2N3 al ocupar los primeros lugares del OM.



**Figura 03.** Promedios de número de brotes a los 5 meses obtenidos por los niveles de fertilización

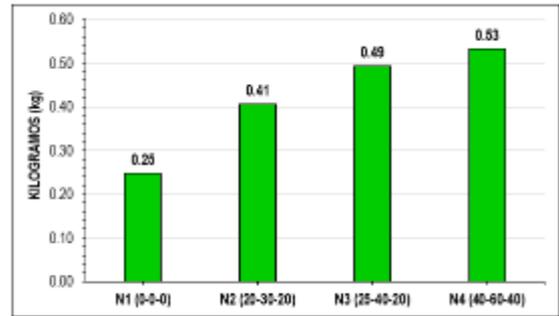
b) Rendimiento de *Plukenetia volubilis* L.

Frutos por planta. El promedio del nivel N3 reporta el mayor número de frutos con 100,17 y el nivel N1 el menor número de frutos con 48,17,



**Figura 04.** Promedios de frutos por planta por niveles de fertilización.

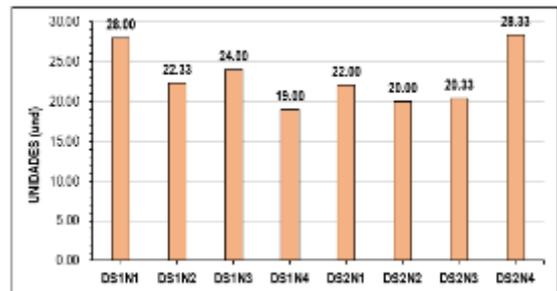
Peso de almendras por planta. El promedio del nivel N4, ocupa el primer lugar con 0,53 kg y el último lugar por el nivel N1 con 0,25 kg,



**Figura 05.** Promedios de peso de almendras por planta por niveles de fertilización

b) Características Vegetativas de *Erythrina fusca* Lour.

Número de brotes por planta. A los 5 meses, la interacción DS2N4, manifestó el mayor promedio con 28,33 brotes y el menor promedio se registró en la interacción DS1N4 con 19 brotes.



**Figura 06.** Número de brotes por planta a los 5 meses

Altura de planta. los promedios obtenidos por los factores A y B, y la interacción AB muestran escasa diferencia entre cada nivel de los factores, así como de las interacciones. Aritméticamente, el nivel DS2 registra mayor altura a los 3 y 5 meses con 33,75 y 143,58 cm respectivamente; el nivel N2 expresa una altura mayor de 37,67 y 142,83 cm a los 3 y 5 meses respectivamente; y la interacción DS1N2 a los 3 meses con 38,00 cm.

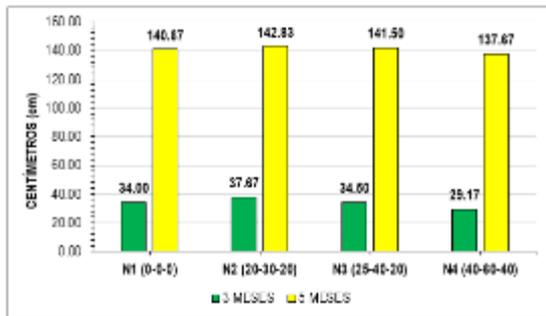


Figura 07. Altura de planta

Cambios de las propiedades físicas y químicas del suelo. La variación porcentual de las propiedades físicas y químicas del suelo sin y con fertilización.

Tabla 1. Parámetros físicas y químicas del suelo sin y con fertilización.

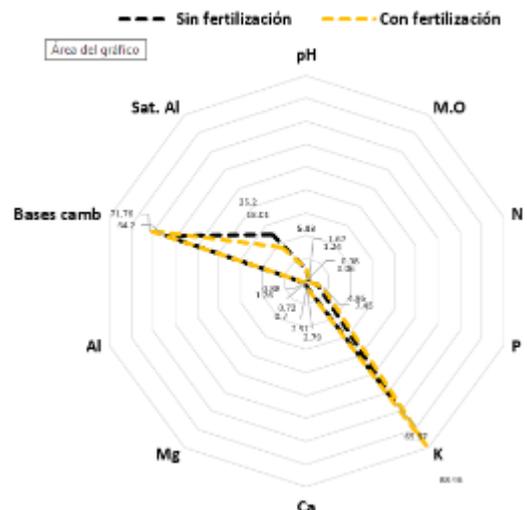
Parámetros	Unidad de medida	Sin fertilización	Con fertilización	Variación porcentual (%)
Arena	%	46	45,86	-0,30
Arcilla	%	19	19,32	1,68
Limo	%	35	35,02	0,06
pH	1 : 1	5,13	5,43	5,85
M.O	%	1,24	1,67	34,68
N	%	0,06	0,08	33,33
P	ppm	4,96	7,45	50,20
K	ppm	65,97	88,96	34,85
Ca	Cmol(+)/k g	2,51	2,79	11,16
Mg	Cmol(+)/k g	0,70	0,72	2,86
Al	Cmol(+)/k g	1,26	0,88	-30,16
H	Cmol(+)/k g	0,53	0,50	-5,66

CICE	Cmol(+)/k g	5	4,89	-2,20
Bases cambiables	%	64,20	71,76	11,78
Ácidos cambiables	%	35,80	28,24	-21,12
Sat. Al	%	25,20	18,01	-28,53

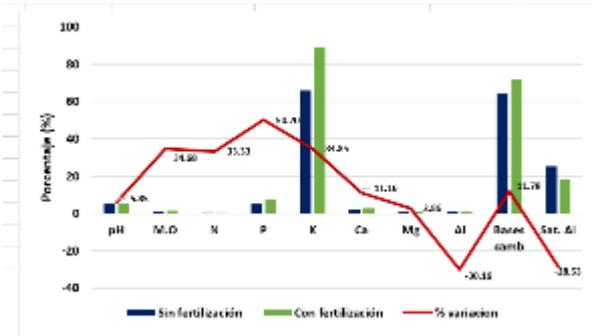
Fuente. Laboratorio de la UNAS

Por otro lado, la arcilla, limo, el pH, la materia orgánica (M.O), el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) incrementaron en 1,68; 0,06; 5,85; 34,68; 33,33; 50,20; 34,85; 11,16; 2,86 y 11,78% respectivamente. Donde la arena, el aluminio, el hidrogeno, el CICE, los ácidos cambiables y la saturación de aluminio disminuyeron en 0,30; 30,16; 5,66; 2,20; 21,12 y 28,53 % respectivamente. Estos resultados nos permiten inferir que el sachá inchi con una adecuada fertilización nos ayudara a recuperar los suelos alterados por su excesiva explotación

En la figura07 se aprecia un incremento en potasio, fosforo y p H. Lo cuales son datos alentadores a mejorar la estructura del suelo y la producción de cultivos.

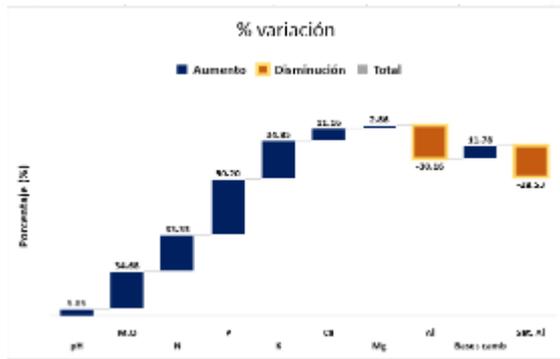


**Figura 08.** Cambio de las propiedades del suelo incremento en potasio (k).



**Figura 09.** variación porcentual de las propiedades física y químicas.

La figura 9 nos muestra la reducción del aluminio en un 30%, después de la cosecha del sachu inchi.



**Figura 10.** Variación porcentual en Aluminio y saturación de aluminio después del cultivo sachu inchi y fertilización.

a) Características vegetativas de *Plukenetia volubilis* L.

Los niveles de fertilización N2, N3 y N4 produjeron efecto significativo en las características vegetativas de *Plukenetia* (altura de planta, número de hojas, número de brotes y longitud de brotes), siendo el nivel N4 que mostró aritméticamente promedios superiores, que fue influenciado por la integración con *Erythrina fusca Lour*, que según Arévalo (1999) *Plukenetia volubilis* L. obtiene buen comportamiento.

b) Rendimiento de *Plukenetia volubilis* L.

Los niveles de fertilización N3 y N4 produjeron efecto significativo sobre número de frutos por planta (N3 = 100,17 y N4 = 92,67), peso de frutos por planta (N3 = 1,01 kg y N4 = 0,94 kg) y peso de almendras por planta (N4 = 0,53 kg y N3 = 0,48), demostrando que el distanciamiento de siembra no influencia en el incremento del rendimiento de *Plukenetia volubilis* L. Al estimar el peso de frutos y almendras por hectárea registran un comportamiento inferior a lo reportado por Luna (2008) que a un distanciamiento de siembra de 1666 plantas por hectárea obtuvo 240,51 frutos, 1682 kg/ha y 989,31 kg/ha.

c) Características vegetativas de *Erythrina fusca Lour*

En el número de brotes y altura de planta se afirma que los distanciamientos de siembra y los niveles de fertilización no producen efecto significativo a los 3 y 5 meses de edad, no obstante, solo evidencia significación a los 5 meses en la interacción DS2N4 manifestó el mayor promedio con 28,33 brotes, resultados que demuestran que bajo estos niveles de fertilización la *Erythrina fusca Lour* no expresa características vegetativas considerables, la misma que está influenciado por el tiempo de evaluación, ya que es un árbol de características vegetativas perennes (Jiménez et al., 2004).

d) Cambios de las propiedades físicas y químicas del suelo

Del análisis del suelo antes y después del cultivo de sachu inchi. Se deduce que hubo una readecuación en la mayoría de propiedades químicas especialmente en el aluminio, el pH, la materia orgánica (M.O), el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), demostrando que la integración entre *Plukenetia volubilis*

*L.* y *Erythrina fusca* Lour permite la recuperar el potencial productivo del suelo, otra de las características es que el sachá inchi tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en simbiosis con la bacteria *Rhizobium* (Allen y Allen, 1981). Mostrando a este cultivo como un modelo de recuperar suelos explotados.

## CONCLUSIONES

Existe efecto de la fertilización en las características vegetativas de *Plukenetia volubilis*, en los niveles de fertilización N2, N3 y N4 en altura de planta, número de hojas y brotes y longitud de brotes, el nivel N4 (40-60-40) y al interaccionar con el nivel DS2 (1111 plantas/ha) en el número de brotes.

En el rendimiento de *Plukenetia volubilis* L., los niveles de fertilización N3 y N4 produjeron efecto significativo en frutos por planta, peso de frutos y de almendras por planta y *Erythrina fusca* Lour, evidenció efecto de las interacciones DS2N2, DS2N3 y DS2N4 en el número de brotes a los 5 meses.

Existió un cambio en las propiedades químicas del suelo en el aluminio, pH, la materia orgánica, el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio producto de la integración entre *Plukenetia volubilis* L. y *Erythrina fusca* Lour.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, L.; Calderón, A. (2009). Manual de producción de sachá inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible. Proyecto Perú biodiverso – PB. p. 5- 51.

Arévalo G. (1999). El cultivo del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la amazonia. Instituto de Nacional de Investigación Agraria. Tarapoto, Perú.

IIAP. (2009). Estudio de Viabilidad Económica del Cultivo de (*Plukenetia volubilis* Linneo), Sachá Inchi, en el Departamento de San Martín” – Primera Edición, Iquitos – Perú, 68 p

Jiménez, L.; Martínez, M. y Cruz, R. (2000). El género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) en México. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 71(1): 11-18.

Gálvez J. (2002). La Restauración Ecológica: conceptos y aplicaciones. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. Guatemala. 23 p. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/SERIET/ECNINCA/8.pdf>.

Granados, J. (2009). Sachá inchi - manejo del cultivo Copyright © Galeon.com Huánuco – Perú. Consultado 17 ago. 2018. Disponible en el enlace: <http://proyectosachainchi.galeon.com/>

Gutiérrez, L.F.; Rosada, L.M.; Jimenez, A. (2011). Chemical composition of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Seed and characteristics of their lipid fraction. Grasas y aceite 62(1): 76-83. [En línea]; Disponible en el enlace <http://perubiodiverso.pe/assets/La-cadena-de-valor-del-sacha-inchi-2013.pdf>

Luna, V. (2008). Comparativo de tres densidades de siembra en Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) bajo el sistema de espalderas en condiciones de suelos ácidos. Región San Martín. Tesis Facultad de Agronomía Universidad Nacional de San Martín Tarapoto – Perú. 95 p.

Manco, E. (2007). Cultivo de sachá inchi. Estación Experimental El Porvenir – Tarapoto Perú. 11

- Manco, E. (2003). Cultivo de Sachu Inchi. Estación Experimental Agraria el Porvenir, INIEA. Tarapoto. p 10. Disponible en: <http://www.incainchi.es/pdf/1358.pdf>
- Ortiz *et al.*, (2007). Técnicas de Recuperación de Suelos Contaminados. Universidad de Alcalá del Círculo de Innovación en tecnologías Medioambientales y Energía (CITME) Universidad de Alcalá Dirección General de Universidades e Investigación. Elecé Industria Gráfica. pp. 122-123 (2012). [En línea]; Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001700.pdf>
- Palacios, M. (2008). Sachu inchi. Ediciones "Naturamedicatrix" Lima Abril - 2008. 69 p.
- Ramírez, R. (1997). Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Suelos. Santafé de Bogotá, OC. Carlos Naranjo O. Primera edición. Produmedios. p 10. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Shapiama, S. (2008). "Diagnóstico Poblacional de Nemátodos Fitoparásitos en el Cultivo de Sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín". Tesis para optar el título de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de san Martín Perú.
- Sihuayro, D. (2013). Evaluación del rendimiento en la extracción del aceite de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) del ecotipo predominante en el valle del río apurímac (ayacucho) y su caracterización físico-química y sensorial". Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna, Perú.
- Tasso, M.; La Serna, V; Piccardo, L; Ventura, A; Córdova, R; Castillo, A. (2013). Boletín técnico, cultivo de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Ministerio de Agricultura de Competitividad Agraria. Lima, Perú
- Tito-Huamaní, P; Bautista-Flores, E. (2009). Estrategias de comercialización del Sachu inchi. Gestión en el Tercer Milenio 12: 37-49
- Valles CR. (1993). Sachu inchi bautizado como "Maní del Inca". En Oportunidades comerciales. Tarapoto, Perú.

## CONTENIDO DE ALMIDÓN NATIVO DE VARIEDADES NATIVAS DE PAPA (*Solanum spp.*) Starch concentration of native Andean potato varieties (*Solanum spp.*)

\* Severo Ignacio - Cárdenas, Eugenio. F Pérez- Trujillo & Fernando. J Gonzáles - Pariona

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL<sup>1</sup>

\* Correo electrónico: [signaciocardenas@gmail.com](mailto:signaciocardenas@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0001-6099-1190>

### RESUMEN

El estudio consistió en determinar el contenido de almidón nativo en los tubérculos de siete variedades de papas nativas de color, realizado en el marco del enfoque cuantitativo. Los muestreos de tubérculos se realizaron a través de la técnica del transecto, en tres lugares de producción del centro poblado de Quíno. La concentración de almidón de los tubérculos fue determinada en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL a través del método de decantación. Los datos fueron analizados mediante técnicas de la estadística descriptiva, tablas de contingencia y análisis de conglomerados. Se encontró variación en el contenido de almidón entre las variedades de papas nativas, desde 12.44% para la variedad Tarmeña hasta 20.19% en Ishcupuru en promedio. Los resultados preliminares mostraron que es necesario enfocar la ejecución de otros estudios con mayor profundidad que abordan integralmente alternativas para la promoción del consumo de las papas nativas de alta calidad nutricional, su uso en la industria de alimentos, así como realizar investigaciones de mejoramiento genético de las papas nativas.

**Palabras clave:** almidón nativo, transecto, variedades de papa

### ABSTRACT

The study consisted of determination the native starch content in the tubers of the seven landraces potato, developed according to the quantitative approach framework. The samplings of tubers were developed by transect technique, in three production places from *Quíno* town. The starch concentration of the tubers was analyzed in the laboratory of the Agricultural Sciences Faculty at UNHEVAL by the decanting method. The data were analyzed using the descriptive statistics, contingency and cluster analysis techniques. Starch content variation in landraces potato were from 12.44% in *Tarmeña* variety to 20.19% in *Ishcupuru* variety. The results showed that is necessary to be directed towards other bigger studies that approaches alternatives for to promote the human consumption of native potatoes of high nutritional quality food, its use in the food industry; in addition, to developed other research about the genetic improvement of native potatoes for to select varieties that synthesize larger amounts of starch and other industrial value substances.

**Keywords:** Native Potato Starch, Potato Varieties, Transect

<https://doi.org/10.47840/ReInA20202>

**Recibido:** 05 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 13 de marzo de 2020

## **INTRODUCCIÓN**

En el mundo, la papa es el cuarto cultivo más importante en área cultivada después del maíz, trigo y arroz y el tercero en cuanto a consumo después del trigo y arroz (Chandrasekara y Thamilini, 2016). En el Perú, se viene cultivando desde hace 8 000 años, actualmente ocupa el primer lugar entre los cultivos transitorios y segundo entre los de mayor superficie cultivada, con un área de 367 700 ha, superado sólo por el café y en volumen de producción ocupa el segundo superando las 500 000 toneladas anuales, con un rendimiento promedio de 13.5 t/ha. (INEI, 2012), permitiendo crear más de 110 000 puestos de trabajo permanentes en las zonas altoandinas porque el 90% del área de producción se concentra en la sierra, generando alrededor de 33 400 000 de jornales anuales y representa el 4% del PBI agrícola (Burke, 2014; INEI, 2012). La región Huánuco es el principal abastecedor de papas al Gran Mercado Mayorista de Lima Metropolitana, siendo uno de los principales productos el cultivar “Tumbay”, papa de pulpa amarilla, que representa el 7% del volumen (Becerra y Urrego, 2017), de toda la superficie agrícola sólo el 7% se encuentra bajo riego y está conformada por 107 000 unidades agropecuarias (INEI, 2012).

En el Perú, los agroecosistemas de papas nativas presentan características de alto valor, como resistencia a plagas y enfermedades, valor nutricional, adaptación a condiciones climáticas extremas (Lutaladio, Ortiz, Haverkort y Caldiz, 2009), el aprovechamiento del agua es siete veces más eficiente y produce más energía y proteína por área de suelo que muchos otros

cultivos (Burke, 2014). Según Lutaladio et al. (2009), el valor nutricional de las papas nativas está relacionado a las condiciones nutricionales donde se desarrollan las plantas, por lo que es importante conocer la asociación que hay entre las características fisicoquímicas de este recurso y el valor nutricional de las papas nativas.

La papa es el principal tubérculo en la mesa de los peruanos y son más de 3 000 cultivares de papas nativas cultivadas en el país, pero el volumen de producción sólo alcanza el 16% de la producción anual, debido al periodo de producción asociada a la época de lluvias en las partes altas del país y al desconocimiento de sus bondades nutricionales y para la seguridad alimentaria y la salud (Burke, 2014; INEI, 2012). El consumo per-cápita en el Perú es de 85 kg por persona, principalmente como fuente de energía provista por los carbohidratos (INEI, 2012). Sin embargo, el uso de la papa en la gastronomía peruana está limitada a pocas variedades mejoradas, mientras que las bondades de las variedades nativas sólo son conocidas en la gastronomía de las familias de agricultores y desconocidas en las grandes ciudades.

Las papas nativas de color son el ícono de la seguridad alimentaria en las zonas andinas del Perú porque son fuentes de nutrientes importantes para enfrentar los problemas de la desnutrición. La calidad nutricional de la papa está determinada por su contenido de carbohidratos, proteínas, vitaminas, electrolitos, minerales y fitonutrientes. Peña y Restrepo (2013) señalan que las papas nativas de pulpas de colores rosa, rojo, azul, malva y violeta contienen compuestos fenólicos, entre ellos

la antocianina, mientras las de pulpas de colores crema, anaranjado y amarillo son indicadores de la presencia de carotenoides. La tendencia actual del consumo de alimentos funcionales es creciente en el mundo y en el Perú. Los estudios sobre la determinación de la calidad nutricional de las papas nativas de color son aislados, así como la relación del sistema alimenticio de los consumidores y los productores de dichos tubérculos. Burgos, Auqui y Amoros (2009a) y Burgos, Salas y Amoros (2009b) realizaron estudios sobre concentración de ácido ascórbico en variedades de papas nativas de los Andes y contenido de carotenoides en papas del grupo Phureja por espectrofotometría y cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

En este contexto, la investigación permitió determinar el rendimiento del contenido de almidón en seis cultivares de papas nativas de colores (amarilla, anaranjada, morada, negra, crema y jaspeada) seleccionados de los cultivares Tumbay, Mama Lucha, Ishcupuru, Añaspayahuarnin, Yanapapa, Paltaj, Ambarina, Tarmeña y Hualash procedentes del centro poblado de Quío donde fueron cultivadas bajo sistemas de producción natural. Los conocimientos generados constituyen información importante para el abordaje de los problemas de sobre producción de papas mejoradas a través de alternativas de incrementar las áreas de producción de papas nativas de mesa o materia prima para la producción de almidón; así mismo contribuye con información importante para el fomento del consumo en las ciudades urbanas y por lo tanto contribuir con la mejora de los ingresos de los agricultores conservacionistas de este importante recurso fitogenético.

Las familias que realizan una agricultura familiar, principalmente en las zonas altas del Perú, conservan una alta diversidad de papas nativas, pero todavía es ausente en el mercado nacional. En contraste las variedades conocidas, mejoradas y nativas, como Canchan, Yungay, Única, Tumbay, etc. en ocasiones se producen en volúmenes que excede la demanda, por ejemplo, el año 2017 los agricultores enfrentaron un problema serio del precio de la papa debido a la sobreproducción. La papa es un alimento versátil que tiene usos: i) alimentarios: como papa fresca y congelada, deshidratada (papa seca, chuño, etc.), tocosh, almidón y bebidas alcohólicas; ii) no alimentarios: gomas, piensos y producción de biocombustibles y iii) semilla. La papa es fuente de hierro en la dieta humana, y con sólo 150 g. de porción, puede suministrar 6 % de la cantidad diaria recomendada de hierro (Hualla, 2017).

Hay suficientes indicios que el valor nutricional de las papas nativas está relacionada al color de pulpa, una característica relevante en la clasificación de los cultivares por los agricultores. Entre los colores más característicos destacan la amarilla, roja, negra, morada, crema, negra, etc. Estas variedades aportan niveles significativos de vitamina C, B6 y B1, almidón de alta resistencia a la digestión por enzimas en el estómago cuyo beneficio en la salud humana es similar al de la fibra, son excelentes fuentes de lisina, carotenoides (luteína y zeaxantina), proteína, polifenoles, minerales como el potasio, hierro y zinc, entre otros (Bradshaw y Bonierbale, 2010; Burgos et al. 2009a; Burgos et al. 2009b; Burke 2014). Por ello, constituyen recursos importantes que pueden contribuir con la reducción de la desnutrición de la población,

sobre todo en niños que vienen a ser el grupo más vulnerable; ayudar a combatir problemas en la salud, como los trastornos digestivos, la protección contra el cáncer del colon y estómago, la degeneración visual, reducir la presión arterial en el organismo (el potasio); y los antioxidantes, carotenoides y polifenoles previenen las enfermedades degenerativas y relacionadas al envejecimiento. Las papas de pulpa amarilla contienen zeaxantina, y las rojas y moradas antocianinas (Bradshaw y Bonierbale, 2010; Burgos et al. 2009a; Burgos et al. 2009b).

Entre las principales características funcionales del almidón de papa destacan, la gelatinización, la capacidad de hinchamiento, retrogradación, sinéresis en refrigeración y congelación, claridad y la propiedad para deformar a los alimentos. Los almidones pueden ser modificados y ser utilizados en la industria, por ejemplo, en la elaboración de embutidos, los geles de almidón pueden ser utilizado para la formulación de mermelada, gelatina e incluso en la confitería, productos químicos, plásticos y biocombustibles (Ahmed, Tiwari, Imam y Rao, 2012; Madruga, De Albuquerque, Silva, Do Amaral, Magnani y Neto, 2014).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Tipo de Estudio**

Se realizó un estudio observacional de tipo descriptivo, en el marco del enfoque cuantitativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014; Tobón, 2014). Se describió el contenido de almidón nativo en siete variedades nativas mediante un proceso sistemático, desde el planteamiento del problema, el establecimiento de metas, la construcción de un marco teórico, el diseño

metodológico, la recolección de datos de las variables, el procesamiento y análisis de la información hasta la obtención de conclusiones con respecto al tema estudiado (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Las fases del estudio fueron:

- Fase 1. Planificación: identificación del problema, definición de las variables de estudio y la definición de metas.
- Fase 2. Selección de fuentes idóneas: búsqueda, selección y organización de artículos científicos y libros académicos.
- Fase 3. Selección de las parcelas de producción de papas nativas.
- Fase 4. Muestreo de tubérculos de papas nativas previa caracterización del color de la piel.
- Fase 5. Observación y obtención de los datos de la variable en estudio.
- Fase 6. Organización de la información en categorías y subcategorías: con base a la variable de estudio a fin de responder la pregunta de investigación y contrastar la hipótesis.
- Fase 7. Análisis de la información y generación de conocimientos.
- Fase 8. Revisión y mejora del artículo con el apoyo de expertos de la UNHEVAL.
- Fase 9. Publicación.

### **Categorías de Análisis**

Las categorías y subcategorías de análisis se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

*Análisis de categorías empleadas en el Estudio*

Categorías	Subcategorías	Preguntas o componentes
Planteamiento del problema de investigación.	Color de tubérculos de papas nativas.	¿Cuántas variedades de papas nativas son producidas en tres lugares diferentes del centro poblado de Quío?
	Parcelas de producción de papas nativas.	
Variables.	Contenido de almidón nativo.	¿Cuál es el rendimiento de almidón nativo en tubérculos de las variedades de papas nativas de color?
	Peso de tubérculos.	
	Peso de almidón.	
Hipótesis.	Hipótesis de investigación.	“El contenido de almidón nativo de las papas nativas tienen relación con el color y la parcela de producción”.
	Hipótesis estadística.	H0: Hay independencia entre variedades nativas de papa y las parcelas

respecto el contenido de almidón nativo.

H1: No hay independencia entre variedades nativas de papa y las parcelas respecto el contenido de almidón nativo.

Metas y productos

Objetivo de investigación.

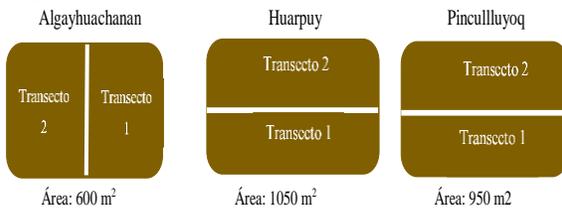
Determinar la concentración de almidón nativo de las variedades de papas nativas de colores.

### Metodología de Determinación del Contenido de Almidón

Las poblaciones de plantas de papas nativas en las parcelas conservacionistas de Algayhuachanan, Huarpu y Pinculluyoq fueron de 1 900, 3 300 y 3 000 respectivamente. El muestreo de tubérculos de las papas nativas se realizó a través de la técnica del transecto debido a la heterogeneidad de las parcelas (Bautista, Palacio, Paéz, Carmona y Delgado, 2011). Un transecto fue definido con base a las diferencias de pendiente de las parcelas y según la variación de la coloración predominante del suelo, de esta manera las líneas imaginarias de los transectos dividieron a cada una de las parcelas en dos estratos de muestreo. Los tubérculos fueron

muestreados de cada uno de los transectos de acuerdo con la coloración de piel y de carne del tubérculo, se seleccionaron tres tubérculos de tres plantas diferentes para cada color definido, los mismos que fueron trasladados al laboratorio de Bioquímica de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL. Los detalles de los transectos se presentan en la figura siguiente:

Figura 1. Definición de transectos para el



muestreo de tubérculos en tres parcelas conservacionistas de papas nativas en el centro poblado de Quío.

La determinación del color de la piel y de carne de los tubérculos, en las muestras de tubérculos de cada parcela se realizó mediante los descriptores propuestos por Huaman (2008). El contenido de almidón fue determinado a través del método de decantación, adoptado de Singh, McCarthy, Singh y Moughan (2008). Se utilizó un tubérculo por cada una de las variedades discriminadas por color. En la siguiente Figura se presenta el procedimiento de la determinación del contenido de almidón de las variedades de papas nativas.

Figura 2. Procedimiento de



determinación de contenido de almidón en tubérculos de papas nativas de color

El contenido de almidón se determinó mediante la relación del peso de almidón a 8% de humedad y peso total del tubérculo, cuya fórmula matemática es:

$$\text{Contenido de almidón (\%)} = \frac{\text{Peso de almidón} - \text{peso total de tubérculo}}{\text{Peso total del tubérculo}} \times 100$$

### Métodos Estadísticos

Los datos obtenidos de contenido de almidón nativo por variedad fueron analizados utilizando el programa InfoStat Versión 2014I (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, Tablada y Robledo, 2008). Se realizó un análisis exploratorio a través de los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, error estándar, coeficiente de variación, valor mínimo y máximo) para tener una visión general; luego las variedades nativas fueron agrupadas en grupos de máxima similitud según el rendimiento de almidón nativo mediante el análisis de conglomerado jerárquico utilizando el algoritmo de Ward y la distancia Euclídea al cuadrado (Di Rienzo et al., 2008). La diferencia de los promedios de la concentración de almidón nativo de las variedades nativas de papas de color fue corroborada mediante la prueba Chi Cuadrada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los descriptores utilizadas para la caracterización de los tubérculos de papas nativas, se identificaron siete cultivares locales, discriminadas de acuerdo con la coloración de la carne del tubérculo. Los resultados de esta caracterización se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

*Caracterización de la coloración de los tubérculos de las papas nativas (RHS Color Chart)*

Variedad	Color predominante de piel del tubérculo	Color de carne
Ahuaq Huachuy	Anaranjado	Amarillo intenso
Ambarina	Rosado	Crema
Añaspa Yahuarnin	Rojo-morado	Rojo
Ishcupuru	Amarillo	Amarillo claro
Mamalucha	Amarillo	Amarillo claro
Tarmeña	Rojo	Amarillo
Yanapaltaq	Negrusco	Violeta

Se observó la existencia de variedades de papas nativas que presentan mejores rendimientos de almidón nativo en tubérculos, como la variedad Ishcupuru. En la Tabla 3 se presenta un resumen del rendimiento de almidón de siete variedades de papas nativas.

Tabla 3.

Rendimiento de almidón en tubérculos de siete variedades de papas nativas de color

Parcela	Variedad	Peso de tubérculo (g)	Peso de almidón seco (g)	Rendimiento de almidón (%)
Huarpu	Ambarina	107.86	12.59	11.67
	Yanapaltaq	122.98	16.61	13.51
	Ahuaq Huachuy	121.42	12.34	10.16
	Tarmeña	117.47	12.79	10.89
	Mamalucha	131.40	22.18	16.88
Algayhuachanan	Añaspa Yahuarnin	155.82	11.03	7.08
	Ambarina	118.01	19.05	16.14
	Ishcupuru	97.00	17.23	<b>17.76</b>
	Yanapaltaq	138.89	26.88	19.35
	Ahuaq Huachuy	188.59	29.04	15.40
Pinculluyoq	Tarmeña	132.11	18.49	14.00
	Ambarina	116.80	26.20	22.43
	Añaspa Yahuarnin	104.10	19.64	18.87
	Yanapaltaq	126.90	17.40	13.71
	Mamalucha	88.41	17.59	19.90
	Ishcupuru	51.22	11.58	<b>22.61</b>

El análisis de conglomerados sugiere una agrupación preliminar de las variedades de las papas nativas de acuerdo

con su similitud en rendimiento de almidón, peso de tubérculo y peso de almidón.

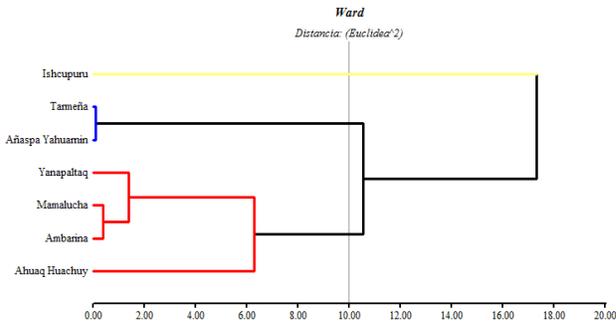


Figura 3. Dendrograma de clasificación de siete variedades de papas nativas según variables relacionadas con el rendimiento de almidón (método de Ward, distancia Euclídea cuadrado)

Según el estadístico Chi Cuadrado ( $p < 0.001$ ) hay una relación entre variedades nativas de papa y las parcelas, respecto al rendimiento de almidón nativo. En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis de tablas de contingencia de variedades y parcelas con relación al contenido de almidón nativo

Tabla 4. Análisis de tablas de contingencia del contenido de almidón nativo de variedades de papas nativas y parcelas de producción

Variedad	Parcela			Total
	Alguayhu achanan	Huar puy	Pincull uyoq	
Ahuaq Huachuy	15.00	10.00	0.00	25.00
Ambarina	16.00	12.00	22.00	50.00
Añaspa Yahuamin	7.00	0.00	19.00	26.00
Ishcupuru	18.00	0.00	23.00	41.00

Mamalucha	0.00	17.00	20.00	37.00
Tameña	0.00	11.00	14.00	25.00
Yanapaltaq	19.00	14.00	14.00	47.00
<b>Total</b>	<b>75.00</b>	<b>64.00</b>	<b>112.00</b>	<b>251.00</b>

$$\chi^2 = 122.29, 12 \text{ gl.}$$

El almidón es uno de los principales carbohidratos que ofrece la papa como valor nutritivo, este compuesto presenta características intrínsecas, tales como la viscosidad, contenido de fósforo, baja retrogradación, alta capacidad de hinchamiento, alta claridad en la gelificación y buen tamaño de los gránulos (Sandhu y Singh, 2007; Zhou, Wang, Shi, Chang, Yang y Cui, 2014). Se ha encontrado variedades que presentan alto contenido de almidón, como el Ishcupuru y Mamalucha, con 20.19 y 18.39% respectivamente, similares al contenido de almidón encontrado por Obregón y Repo (2013) en las variedades nativas Huamantanga, Huayro, Peruanita y Amarilla Runtus, con 17.50, 20.02, 23.01 y 26.20% respectivamente. La calidad del almidón está relacionada con el tamaño del gránulo, la distribución, el contenido mineral, la relación amilosa/amilopectina y alto contenido de ésteres de fosfato de almidón (Zhou et al., 2014), el promedio del tamaño varía de 1 a 20  $\mu\text{m}$  para gránulos pequeños y de 20 a 100  $\mu\text{m}$  para las grandes y cuya variación depende de los cultivares (Singh y Kaur, 2009).

Loyola, Oyarce y Acuña (2010), no encontraron diferencias significativas del

contenido de almidón en tubérculos de papas de la subespecie *Tuberosun* bajo las formas de producción convencional (14.45%) y orgánica (13.58%). Las variedades nativas de papas estudiadas, cuyos contenidos de almidón son superiores a 15% como señalan Hasbún, Esquivel, Brenes y Alfaro (2009), incluso pueden contar con aptitudes industriales para la fritura, y esta riqueza de almidón hace que la papa es una fuente energética (Muñoz, 2014) en la nutrición humana. Sin embargo, en los países latinoamericanos donde se produce la papa, se desaprovecha o está subutilizada, como fuente de este importante compuesto (Vargas, Martínez y Velezmoro, 2016; Zárte-Polanco, Ramírez-Suárez, Otárola-Santamaría, Prieto, Garnita-Holguín, Cerón-Lasso y Argüelles, 2014).

Hay investigadores que señalan que el Perú no puede competir con la importación de almidón procedentes de Europa, como Alemania, Holanda y Polonia, principalmente porque el rendimiento que se obtiene es inferior en comparación a los que obtienen los países europeos (Devaux, Ordinola, Hibon y Flores, 2010). Sin embargo, es una alternativa viable aprovechar la sobreproducción de tubérculo de papa que hay en el Perú, como señalan Martínez, Málaga, Betalleluz, Ibarz y Velezmoro (2015) a través de darles un valor agregado. Para este fin es importante generar conocimientos a través de la investigación sistemática y adoptar estrategias de ampliar áreas de producción de papas nativas con fines de transformación, por ejemplo, el uso del almidón en la industria alimentaria.

## CONCLUSIONES

Entre las variedades de papas nativas hay variabilidad en cuanto al rendimiento de almidón, un producto importante para la industria, por lo que es importante considerar este rasgo en la caracterización de material genético de los programas de mejoramiento genético de la papa. El contenido de almidón de las variedades nativas de papa es probable que se debe a factores genéticos como ambientales, por ejemplo, las prácticas locales sobre el manejo agronómico del cultivo de la papa, como el suelo, agua y diversidad genética que debe ser fortalecidas sobre todo en post de su adaptación frente a los efectos del cambio climático.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, J., Tiwari, B., Imam, S. & Rao, M. (2012). *Starch-based polymeric materials and nanocomposites: chemistry, processing and applications*. Florida, USA: CRC Press.
- Bautista, F., Palacio, J. L., Delfín, H., Paéz, R., Carmona, E. & Delgado, M. C. (Eds.). (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. México, D. F., México.
- Becerra, N., G. & Urrego, J. J. (2017). *Características de la producción nacional y de la comercialización en Lima Metropolitana (boletín)*. Lima, Perú: Dirección General de Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura y Riego.
- Bradshaw, J. E. & Bonierbale, M. (2010). *Potatoes*. In J. E. Bradshaw. Ed. *Handbook of plant breeding: root and tuber crops*. Dordrecht Heidelberg

- London: Springer New York.
- Burgos, G., Auqui, S. & Amoros, W. (2009a). Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *J. Food Comp Anal* 22: 533–538. doi: [10.1016/j.jfca.2008.05.013](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.05.013)
- Burgos, G., Salas, E. & Amoros W. (2009b). Total and individual carotenoid profiles in the Phureja group of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and high performance liquid chromatography (HPLC). *J Food Comp Anal*, 22:503–508. doi: [10.1016/j.jfca.2008.08.009](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.08.009)
- Burke, J. J. (2014). *Growing the potato crop*. Vita, Equity House, Upper Ormond Quay, Dublin 7, Ireland.
- Chandrasekara, A. & Thamilini, J. K. (2016). Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*.
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A. & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina. Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Lima, Perú.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Díaz, M. P., Robledo, C. W. & Balzarini, M. G. (2009). *Estadística para las ciencias agropecuarias*. 7 ed. Brujas. Argentina.
- Hernández, R., Fernández, C & Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C. W. (2008). *InfoStat versión 2008*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A. & Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense* 33(1), 77-89. Recuperado de <https://bit.ly/2THcAo0>
- Huaman, Z. (2008). *Descriptores morfológicos de la papa (Solanum tuberosum L.)*. Tenerife, España.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2013). *Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima, Perú: INEI, Ministerio de Agricultura y Riego.
- López, J. & López, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas. Método de campo y laboratorio*. 4 ed. Madrid: Mundi Prensa.
- Loyola, N., Oyarce, E. y Acuña, C. (2010). Evaluación del contenido de almidón en papas (*Solanum tuberosum* sp. *Tuberosum* Cv. Desirée), producidas en forma orgánica y convencional en la provincia de Curicó, región del Maule. *IDESIA*, 28(2), 41-51. doi: [10.4067/S0718-34292010000200005](https://doi.org/10.4067/S0718-34292010000200005)
- Lutaladio, N., Ortiz, O., Haverkort, A. y Caldiz, D. (2009). *Sustainable potato production: Guidelines for developing countries*. Rome, Italy: FAO, CIP
- Madruga, M., De Albuquerque, M., Silva, I., Do Amaral, D., Magnani, M. & Neto, V. (2014). Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food Chemistry*, 143:440-445.

- doi: [10.1016/j.foodchem.2013.08.003](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.003)
- Martínez, P., Málaga, A., Betalleluz, I., Ibarz, A. & Velezmoro, C. (2015). Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (*Solanum phureja*) nativas peruanas. *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 291-301. doi: [10.17268/sci.agropecu.2015.04.06](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.06)
- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola*, 36-37. Recuperado de <https://bit.ly/2OFxNMv>
- Obregón, A. & Repo, R. (2013). Evaluación físicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum* spp.). *Ciencia e Investigación*, 16(1): 38-40. Recuperado de <https://bit.ly/2SP2d1F>
- Peña, C. B. & Restrepo, L. P. (2013). Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión. *Actualización en Nutrición*, 14 (1):25-32. Recuperado de <https://bit.ly/2Dv8ZEH>
- Singh, J. & Kaur, L. (2009). *Advances in potato chemistry and technology*. Burlington, USA: Academic Press.
- Singh, J., McCarthy, O., Singh, H. & Moughan, P. (2008). Low temperature post-harvest storage of New Zealand Taewa (*Maori potato*): Effects on starch physicochemical and functional characteristics. *Food Chemistry*, 106(2), 583-596. doi: [10.1016/j.foodchem.2007.06.041](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.041)
- Tobón, S. (2014). *Ejes claves en la planeación de un artículo científico*. México: Centro Universitario CIFE.
- Vargas, G., Martínez, P. & Velezmoro, C. (2016). Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 223-230. doi: [10.17268/sci.agropecu.2016.03.09](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.09)
- Zárate-Polanco, L. M., Ramírez-Suárez, L. M., Otárola-Santamaría, N. A., Prieto, L., Garnica-Holguín, A. M., Cerón-Lasso, M. S. & Argüelles, J. H. (2014). Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo *Phureja*). *Revista Latinoamericana de la Papa*, 18(1), 1-24. Recuperado de <https://bit.ly/2AGwKHT>
- Zhou, H., Wang, C., Shi, L., Chang, T., Yang, H. & Cui, M. (2014). Effects of salts on physicochemical, microstructural and thermal properties of potato starch. *Food Chemistry*, 156, 137-143. doi: [10.1016/j.foodchem.2014.02.015](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.015)

## FERTILIZACIÓN NITROGENADA DEL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA: SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA AGRONÓMICA DE NITRÓGENO

### Nitrogen fertilization of the forage crop: its effect on the yield and agronomic efficiency of Nitrogen

Susana Caldas - López & Liliana Vega -Jara\*

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL<sup>1</sup>

\*Correo electrónico: [vegajara@agro.uba.ar](mailto:vegajara@agro.uba.ar),  <https://orcid.org/0000-0002-9692-0105>

#### RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y EAN (eficiencia agronómica del nitrógeno) del cultivo de avena forrajera. Para cumplir este objetivo se realizó un experimento con diseño de DBCA, usando 6 tratamientos: T0(testigo absoluto), T1(50-20-60), T2(100-20-60), T3(180-20-60), T4(250-20-60) y T5(350-20-60), repetidos tres veces, en San Cristóbal, Huacrachuco. Se determinaron la evolución de altura de planta, número de macollos por planta, biomasa fresca, materia seca, % de fibra y, la eficiencia agronómica del nitrógeno (EAN). Los datos se analizaron con ANOVA y prueba LSD al 5% de nivel de significación. Los tratamientos T5 y T4 alcanzaron valores más altos en longitud de tallo, mayores rendimientos de biomasa fresca y materia seca por m<sup>2</sup>. La fertilización no cambió el número de macollos por planta y el % de fibra. Sin embargo, la EAN más óptima fue alcanzada con la dosis de 100-20-60. Valores superiores a esta dosis de N podrían producir sobre fertilización sin que la planta lo use con eficiencia. En conclusión, se recomienda aplicar esta dosis (100-20-60) por haber presentado la mejor EAN, siendo la adecuada para el uso eficiente de N del cultivo.

**Palabras clave:** Nitrógeno – San Cristóbal, Huacrachuco – Forraje

#### ABSTRACT

The goal was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the yield and EAN (agronomic efficiency of nitrogen) of the forage oat crop. To meet this goal, an experiment with a DBCA design was carried out, using 6 treatments: T0 (control), T1 (50-20-60), T2 (100-20-60), T3 (180-20-60), T4 (250-20-60) and T5 (350-20-60), repeated three times, in San Cristobal, Huacrachuco. The evolution of plant height, number of tillers per plant, fresh biomass, dry matter, % fiber and the agronomic efficiency of nitrogen (EAN) were determined. The data were analyzed with ANOVA and LSD test at 5% significance level. Treatments T5 and T4 reached higher values in stem length, higher yields of fresh biomass and dry matter by m<sup>2</sup>. Fertilization did not change the number of tillers per plant and the % of fiber. However, the most optimal EAN was achieved with the dose of 100-20-60. Values higher than this dose of N could produce over fertilization without the plant using it efficiently. In conclusion, it is recommended to apply this dose (100-20-60) for having presented the best EAN, although the yields were lower with this dose, it would be the most appropriate for the efficient use of crop N.

**Key words:** Nitrogen - San Cristobal, Huacrachuco – Forage

<https://doi.org/10.47840/ReInA20203>

**Recibido:** 06 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 20 de marzo 2020

## INTRODUCCIÓN

El costo de la alimentación animal es entre el 45 y 60% del costo total de la producción de leche (Heinrichs, 2015). El forraje es la principal fuente de alimentación de los animales y mucho más económico (Rúa Franco, 2016). La calidad de la producción animal también depende de la calidad del sistema productivo de los forrajes. En estos cultivos, el P y K son requeridos en menor cantidad que el N, además de ser más estables en el suelo, de modo que su aporte únicamente se relaciona con las exportaciones del cultivo. El N, sin embargo, tiene una dinámica distinta, la principal fuente es la materia orgánica del suelo, de donde se mineraliza y se hacen disponibles, la otra fuente de N es la fertilización. Las formas asimilables por las plantas son  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$ , en estas formas se pueden perder con facilidad del sistema suelo, si el cultivo no lo llega a tomar.

El agregado de N como fertilizante tiene como propósito incrementar la cantidad y calidad del cultivo forrajero, ya que el N es componente de los aminoácidos y proteínas (Bernal, 2003). Está documentado que a mayor N disponible en el suelo, los cultivos generan más biomasa y por lo tanto más materia seca de alta calidad para la alimentación animal. Por otro lado, se hace importante conocer la eficiencia agronómica del nitrógeno más óptima usada por el cultivo de avena forrajera, esto con el fin de evitar la excesiva fertilización nitrogenada de los cultivos para evitar contaminar el medio ambiente. El método usado por el IPNI (2012) determina la cantidad de incremento de rendimiento por unidad de fertilizante aplicado.

Este trabajo se realizó en la parcela de un agricultor de la localidad de San Cristóbal, ubicado en la parte superior de la ciudad de Huacrachuco, provincia de Marañón, ubicado a  $8^{\circ} 31' 35''$  de latitud sur,  $76^{\circ} 31' 28''$  de longitud oeste y 2920 msnm. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y EAN (eficiencia agronómica del nitrógeno) del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.).

## MATERIALES Y METODOS

La experiencia se realizó el 2019 en la localidad de San Cristóbal, Huacrachuco, Huánuco usando como cultivo indicador a la avena forrajera. Se aplicaron dosis diferenciales en N, con P y K constantes para todos los tratamientos. El diseño fue en DBCA con tres repeticiones. Se evaluaron seis tratamientos: T0(testigo absoluto), T1(50-20-60), T2(100-20-60), T3(180-20-60), T4(250-20-60) y T5(350-20-60). El tamaño de las parcelas fue de 14,7 m x 3,10m, en cada unidad experimental (parcela) se sembraron siete surcos de avena forrajera a chorro continuo. La distancia entre surcos fue de 0,3 m. El área neta experimental estuvo conformada por surcos centrales de 2,8 m<sup>2</sup>. Las dosis de fertilización se estimaron a partir de los rendimientos esperados para P y K, mientras que para N se aplicaron dosis diferenciales desde bajas hasta dosis altas. El N fue fraccionado en dos, el 50% se aplicó al momento de la siembra y el restante 50% en el momento del macollado.

Se determinó la evolución de altura de planta a los 37 (momento de macollado), 58 (primer corte) y 180 (cosecha) días después de la siembra. Las variables evaluadas a la cosecha fueron: biomasa fresca, materia seca, % de fibra y la EAN (Eficiencia

Agronómica del Nitrógeno). El % de fibra se calculó de la diferencia de materia seca del tratamiento fertilizado con N menos la materia seca del tratamiento testigo y dividido entre el peso de biomasa fresca del tratamiento con N. La EAN se calculó restando la producción de biomasa seca del tratamiento fertilizado con N (TX) Testigo (T0) y luego se dividió entre la dosis de N [(RTX – RT0)/dosis de N] (IPNI, 2012). Esta forma de realizar los cálculos logra determinar el punto de la curva que equilibra la eficiencia con el rendimiento de materia seca. El muestreo fue al azar dentro del área neta experimental. Los resultados se analizaron mediante ANOVA, y de figuras de dispersión. Las diferencias significativas fueron determinadas a un nivel de significancia del 5% usando la prueba LSD.

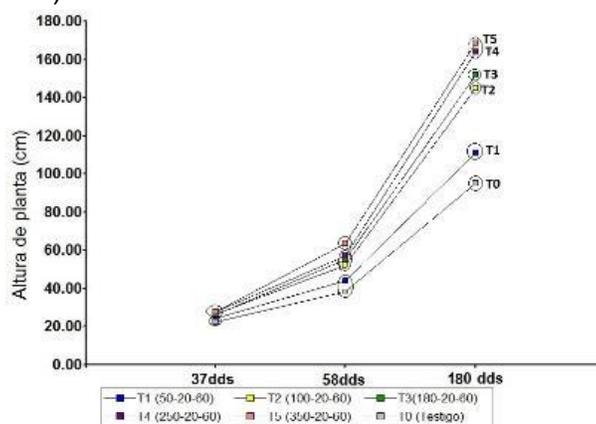
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a. Altura de plantas

La altura de planta está relacionada con la biomasa (i. e. rendimiento) del cultivo de la

arena, por lo que se hace necesario su evaluación. A los 37 días después de la siembra (momento del macollado) se vio diferencia significativa entre los tratamientos ( $p$ -valor $<0,01$ ). Sólo los tratamientos T0 (22,4 cm) y T1 (24,23 cm) presentaron valores más bajos de altura de planta, mientras que los tratamientos T2 (26,7 cm), T3(26,13 cm), T4(27,8 cm) y T5(27,9cm) presentaron mayor crecimiento y estadísticamente iguales (**Figura 1**).

En el momento del primer corte (58 días después de la siembra) también se vieron diferencias en altura de planta entre los tratamientos ( $p$ -valor $<0,01$ ). En ese momento, destacó con mayor altura, el T5, superando a los demás tratamientos, el T0 ocupó el último lugar (**Figura 1**). En el segundo corte (180 días después de la siembra), los tratamientos T5 y T4 alcanzaron los más altos valores de altura de planta acumulada, 168,7 y 164,2 cm respectivamente.



**Figura 1:** Altura de planta acumulada a los 37, 58 y 180 días después de la siembra de los seis tratamientos. Los círculos que encierran a los tratamientos incluidos son estadísticamente iguales al 0,05 de nivel de significación.

### b. Rendimiento del cultivo de avena forrajera y Eficiencia Agronómica del Nitrógeno (EAN)

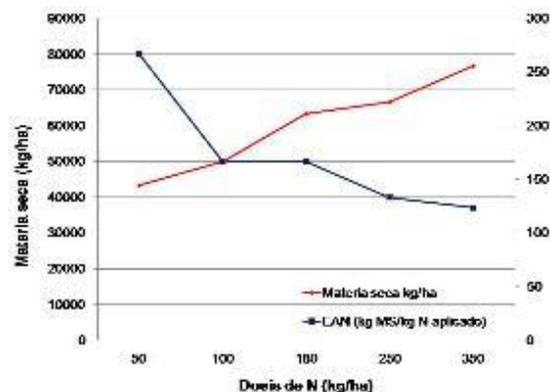
Los resultados del ANOVA indicaron que los tratamientos de fertilización no fueron diferentes estadísticamente para número de macollos por planta ( $p$ -valor=0,33). El rango de número de macollos por planta fue entre 10 y 12,67 (**Tabla 1**). La biomasa aérea fresca fue afectada por los tratamientos de fertilización ( $p$ -valor<0,01), el T5 alcanzó el valor más alto de biomasa fresca ( $21 \text{ kg m}^{-2}$ ) (**Tabla 1**). La materia seca también fue afectada por la fertilización ( $p$ -valor<0,01), los tratamientos T5 y T4 fueron superiores a todos los demás tratamientos. En tanto que el % de fibra no fue diferente entre los tratamientos, alcanzando un rango de valores entre 37,23% y 44,81% (**Tabla 1**).

**Tabla 1:** ANOVA y Prueba LSD al 0,05 de nivel de significación de las variables de rendimiento de la avena forrajera.

Tratamientos	N° macollos planta <sup>-1</sup>	Biomasa fresca m <sup>-2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	Materia seca m <sup>-2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	% de fibra
T0 (Testigo)	10,00a	8,33e	3,33d	40,2 1a
T1 (50-20-60)	13,00a	9,67e	4,33cd	44,8 1a
T2 (100-20-60)	12,33a	13,00d	5,00c	38,2 1a
T3 (180-20-60)	11,00a	15,33c	6,33b	41,2 5a
T4 (250-20-60)	11,33a	17,67b	6,67ab	38,0 7a
T5 (350-20-60)	12,67a	21,00a	7,67a	37,2 3a
<b>Fuente de variación</b>	<b>ANOVA</b>			
Tratamiento ( $p$ -valor)	0,33ns	<0,01**	<0,01**	0,62 ns
C. V. (%)	14,75	7,51	12,15	14,3 6

La EAN más óptima fue alcanzada con el tratamiento T2, con la dosis de 100-20-60, con lo cual alcanzó 169 kg de materia seca por kg de nitrógeno (Figura 2). En ese

punto de intersección entre la materia seca y la EAN, se sugiere como la más óptima, en dicho punto de intersección, el valor de materia seca alcanzada fue de 5000 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 2:** Figura de la dosis de N y la producción de materia seca en avena forrajera y representación gráfica del cálculo de EAN.

### a. Altura de plantas

La diferencia entre los tratamientos se vio magnificada a los 180 días después de la siembra, durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, las diferencias no son muy notorias. El tratamiento T5 y T4 sobresalieron con mayor altura de plantas. Los dos tratamientos usaron 350 y 250 kg N ha<sup>-1</sup> (**Figura 1**). Lo cual es razonable, porque en estados tempranos, el cultivo absorbe bajas cantidades de nitrógeno, por lo que no se ven grandes diferencias en altura de planta entre los tratamientos. Fontanetto *et al.* (2017) señaló que el N produce un rápido crecimiento, aumentando la materia seca. Si existe mayor disponibilidad de N en el suelo aplicado en el momento de crecimiento de la planta, entonces el cultivo lo traduce en mayor crecimiento. El agregado de N puede incrementar el forraje, sin afectar la calidad del pasto, ni el consumo y productividad de los animales (Silva 2006).

En este trabajo, el agregado de 350 kg de N ha<sup>-1</sup> incrementó 73,7 cm de altura de planta (T5 vs T0). Estos resultados son razonables porque el N aplicado como fertilizante, como fuente la urea, es absorbido rápidamente una vez aplicado. Además del crecimiento del cultivo, el efecto del agregado de N al cultivo puede mejorar el contenido de proteínas, Bernal (2003) vieron aumentos en proteína en un 23% con dosis de 250 kg N ha<sup>-1</sup>. Está documentado que el elemento que mayormente compone a las proteínas y aminoácidos es el N, lo cual se ve reflejado en la alta calidad de los forrajes. Por lo cual, algunos autores han usado a la fertilización nitrogenada como herramienta para mejorar la calidad y producción de los cultivos (mayor proteína induciendo a mayor materia seca disponible para pastoreo) (Denda, 2017). Shehu *et al.* (2010) vieron mayor número de ramas, hojas, vainas y altura de plantas con dosis de 112,5 kg N ha<sup>-1</sup>. Haruna *et al.* (2011) vieron mayores altura de planta, mayor número de hojas por planta y más materia seca total con dosis de nitrógeno de 120 kg ha<sup>-1</sup>. Vázquez (2009) y González (2010) obtuvieron 110 y 192 cm respectivamente en cultivo de avena forrajera. Valdez *et al.* (2011) obtuvieron en promedio 264 cm de altura en condiciones de suelos degradados. Los resultados mostrados en la **Figura 1** en este estudio muestran alturas de planta de 168,7 y 164,2 cm de los tratamientos T5 y T4 respectivamente muy superiores al control (T0) corroborando la información que está documentada.

#### **b. Rendimiento del cultivo de avena forrajera y Eficiencia Agronómica del Nitrógeno (EAN)**

El número de macollos por planta fue estadísticamente igual para todos los tratamientos de fertilización, alcanzando

rangos entre 10 y 12,67 macollos por planta (**Tabla 1**). Estos resultados son atribuibles a las características morfológicas del cultivo de la avena propias de su genética. Por lo cual, el nitrógeno no afectó a los macollos por planta pese a que se agregó en cantidades diferenciales, sin embargo el fósforo (P) y potasio (K) se agregó de forma constante a todos los tratamientos (20 – 60 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente). El nitrato es más fácil de asimilar por los cultivos, en tanto que el P y K son requeridos en menor cantidad, además son relativamente estables en el suelo (Gutiérrez *et al.*, 2018). Según Roberts (1997) cuando el cultivo maximiza su uso de N, no produce efectos sobre el número de macollos concordando con nuestros resultados.

Si bien, la fertilización nitrogenada no cambió el número de macollos por planta, su efecto se vio sobre la biomasa fresca ( $p$ -valor < 0,01) siendo el T5 el de mayor biomasa, alcanzando 21 kg m<sup>-2</sup> (**Tabla 1**). Lo mismo ocurrió con la materia seca, los tratamientos T4 y T5 (dosis de N más altas) superaron a todos los demás tratamientos (**Tabla 1**). En este experimento, el N fue fraccionado en dos aplicaciones, el 50% a la siembra y el restante 50% al momento del macollado. Esta forma de aplicar N al cultivo conlleva a mayores producciones debido a la oportuna disponibilidad de N durante el crecimiento del cultivo (Fontanetto *et al.*, 2017). El cultivo de la avena exporta 20 kg de N por tonelada de materia seca producida (Ciampitti y García, 2007). Entonces, a mayor dosis de N mayor biomasa fresca y materia seca se generará en el cultivo. El N es un elemento esencial por ser constituyente de biomoléculas que sintetizan las plantas, por lo que afecta de forma directa a la producción de biomasa (Guerrero, 2012). Denda (2017) también sugirieron que el

agregado de N como fertilizante puede incrementar la materia seca, incluso mejorar la calidad de la materia seca, debido al aumento de proteínas. Es razonable que mientras más altas sean las dosis de N, mayor producción de biomasa fresca y materia seca se hayan producido. Sin embargo, nuestros resultados también mostraron que el % de fibra fue igual en todos los tratamientos, siendo el rango entre 37,23% y 44,81% (**Tabla 1**). Para esta variable, el coeficiente de variación fue de 14,36%, superior a lo reportado por Sánchez (2010) en condiciones de invernadero, donde el coeficiente de variación debe ser del 5%. La hipótesis nula fue que las dosis de N diferenciales no cambian el % de fibra, por lo que se acepta esta hipótesis por ser iguales los % de fibra de todos los tratamientos de fertilización.

La EAN óptima se alcanzó con el T2 (100-20-60), justo donde hubo intersección de las curvas de materia seca y EAN (**Figura 2**). En ese punto de intersección, la materia seca fue de 5000 kg ha<sup>-1</sup> y la EAN fue de 169 kg de materia seca por kg de nitrógeno. La EAN es una forma de tomar en cuenta la respuesta de la planta sin basarse en el análisis de suelo, ya que el mismo cultivo indica la necesidad de N (Legarda, 2015). Loayza (2016) vieron las mejores EAN con una dosis de N de 120 kg N/ha, con lo que la materia seca alcanzada fue de 5500 kg de materia seca ha<sup>-1</sup> y, la EAN fue de 200 kg de materia seca por kg de N agregado, resultados parecidos a los nuestros. Este estudio sugiere como dosis óptima de N, 100 kg N ha<sup>-1</sup>, dosis superiores podrían ser contraproducentes para el medio ambiente, por el otro extremo, dosis inferiores podrían conllevar a bajos rendimientos.

### CONCLUSIONES

a. La altura de planta es maximizada con las mayores dosis de N con los

tratamientos T5 y T4, donde se aplicaron 350 y 250 kg N ha<sup>-1</sup> respectivamente.

b. La fertilización nitrogenada no cambió el número de macollos por planta, atribuible a las características genéticas que son inherentes en el cultivo de avena forrajera, en tanto que la biomasa fresca y materia seca se maximizan con altas dosis de N (tratamientos T5 y T4).

c. Si bien, el % de fibra no fue afectado por el agregado de N como fertilizante, lo cual conlleva a aceptar la hipótesis nula. La EAN más óptima fue con la dosis de 100-20-60, por lo que se recomienda aplicar esta dosis para salvaguardar el medio ambiente evitando bajos rendimientos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, J. (2003). Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Quito, Ecuador: IPNI.
- Ciampitti, I. A. y García, F. O. (2007). Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Cereales, Oleaginosos e Industriales. Informaciones Agronómicas N°. 33, Archivo Agronómico N° 11. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/\\$webindex/E036AC788900A6560325728E0069FF05](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/E036AC788900A6560325728E0069FF05).
- Denda, S. (2017). Impacto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y la composición química de trigo doble propósito y otros forrajes invernales: revisión bibliográfica. Ciencia Veterinaria, 7(1): 65-81.
- Fotanetto, H.; Keller, O.; García, F. y Ciampitti, I. (2017). Fertilización nitrogenada en avena. Informaciones agronómicas #38. Buenos Aires, Argentina: s.n.

- González Salomón, J.M. (2010). Fertilización nitrogenada del sésamo (*Sesamum indicum* L.), en un suelo de Escobar, Departamento de Paraguarí. Tesis (Ing. Agr.) Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. 34 p.
- Guerrero, J. M. (2012). Guía técnica "asistencia técnica dirigida en análisis de suelos y fertilización en el cultivo de avena forrajera". UNALM y Agrobanco, Servicios Financieros para el Perú Rural.
- Gutiérrez, F.; Loayza, C.; Portilla, A. y Espinosa, J. (2018). Evaluación de dosis de nitrógeno sobre la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso en avena forrajera (*Avena sativa*), variedad Dorada. *Siembra* 5(1): 71-78.
- Haruna, I.M.; Aliyu, L.; Olufajo, O. y Odion, E. C. (2011). Growth of Sesame (*Sesamum indicum* L.) as influenced by Poultry Manure, Nitrogen and Phosphorus in Samaru, Nigeria.
- Heinrichs, J. (2015). De la alimentación a la leche: Comprendiendo la función del rumen. Pensilvania-USA: PennState.
- IPNI. (2012). 4R de la nutrición de plantas. USA: Internatinal Plant Nutrition Institute.
- Legarda, A. (2015). Efecto De La Omisión De Nutrientes En Cuatro Variedades De *Brachiaria*. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador: s.n.
- Loayza, C. E. (2016). Eficiencia agronómica del nitrógeno en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.). Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Central del Ecuador.
- Roberts, T. (1997). Papel del fósforo y del potasio en el establecimiento de los cultivos. *Informaciones agronómicas* N° 26. Instituto de la potasa y el fósforo-INPOFOS. Quito, Ecuador. 1-4.
- Rua Franco, M. (2016). ¿Qué huella dejar?. *Infortambo*, 40-45.
- Sánchez, J. (2010). Introducción al diseño experimental. Quito, Ecuador: INGELSI.
- Shehu, H. E.; Kwari J. D.; Sandabe; M. K. (2010). Effects of N, P and K fertilizers on yield, content and uptake of N, P and K by sesame . *Int. J. Agric. Biol.*, 12 (6): 845-850.
- Silva, A., Coral, D. y Menjivar, J. (2006). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de avena forrajera en un suelo andisol Nariño, Colombia. *Acta Agronómica*, 55(1), 55.
- Valdez, A.S.; Florentín, M.; Mendoza, F. (2011). Curvade respuestade NPK y micronutrientes (B, Zn) en el cultivo de sésamo (*Sesamum indicum* L.). In: *II Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos*. Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción. p 136 - 139.
- Vázquez Gómez, P. R. (2009). Fertilización nitrogenada y su efecto en la producción (*Sesamum indicum* L.), en un alfisol de Escobar, Departamento de Paraguarí. Tesis (Ing. Agr.) Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial. 38 p

# EL GUANO DE ISLA Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE LA COL (*Brassica oleracea* L) VARIEDAD LOMBARDA (*Capitata f. rubra*) EN COLICOCHA HUANUCO

## Island guano and its effect on the yield of cabbage (*Brassica oleracea* L) variety Lombarda (*Capitata f. rubra*) in Colicocha - Huánuco

Neyson. W<sup>1</sup> Vásquez- Cantalicio & Santos. S Jacobo - Salinas\*

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL<sup>1</sup>

\*Correo electrónico: salinasjacobos@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-5984-1766>

### RESUMEN

El guano de isla es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes y mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad de guano de isla en el rendimiento de la col morada variedad lombarda. Se ejecutó en el caserío de Colicocha Huánuco posicionado a 09°53'34.5" LS, 75°59'49" LO y 2 606 msnm de altitud. La metodología utilizada fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones y tratamientos, y fueron: 3 t.ha<sup>-1</sup> salinasjacobos@hotmail.com (T1), 4 t. ha<sup>-1</sup> (T2), 5 t. ha<sup>-1</sup> (T3) y testigo (T4). Las variables evaluadas fueron: diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso de pella por planta, área neta experimental (ANE) y el rendimiento por hectárea. Los resultados del estudio señalan que la dosis de 5 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla mostró un resultado estadísticamente significativo en todas las variables evaluadas, en el diámetro ecuatorial (23,73 cm), diámetro polar (24,80 cm), peso de pellas por planta (4,15 kg), por ANE (66,40 kg) y el rendimiento por hectárea (70550,00 kg. ha<sup>-1</sup>).

**Palabras clave:** dosis, pella, peso, col morada

### ABSTRACT

Island guano is one of the best quality natural fertilizers in the world for its high content of nutrients and improves the physical, chemical and microbiological conditions of the soil. The objective of the investigation was to evaluate the effectiveness of island guano in the yield of the red cabbage variety lombarda. It was carried out in the Colicocha Huánuco hamlet positioned at 09 ° 53'34.5" LS, 75 ° 59'49" LO and 2 606 meters above sea level. The methodology used was the Complete Random Block Design (DBCA) with four repetitions and treatments, and they were: 3 t.ha<sup>-1</sup> (T1), 4 t. ha<sup>-1</sup> (T2), 5 t. ha<sup>-1</sup> (T3) and witness (T4). The evaluated variables were: equatorial diameter, polar diameter, pellet weight per plant, experimental net area (ANE) and the yield per hectare. The results of the study indicate that the dose of 5 t.ha<sup>-1</sup> of island guano showed a statistically significant result in all the variables evaluated, in the equatorial diameter (23.73 cm), polar diameter (24.80 cm), pellet weight per plant (4.15 kg), by ANE (66.40 kg) and the yield per hectare (70550.00 kg. ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** dose, pellet, weight, purple cabba

<https://doi.org/10.47840/ReInA20204>

**Recibido:** 09 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 24 de marzo de 2020

## **INTRODUCCIÓN**

La col morada o lombarda es una hortaliza que se cultiva para el aprovechamiento de sus hojas, el color morado que posee se debe a su contenido de antocianinas que son potentes antioxidantes y tienen vitamina A, B<sup>6</sup> y C (Zamora, 2016) actúan en la reducción de enfermedades coronarias, tumores, diabetes, así como efectos antiinflamatorios (García, 2016)

En el Perú la región Tumbes y Piura son las regiones que más producen la col bajo las condiciones de clima y suelo del trópico húmedo, el rendimiento de pellas, está considerado como aceptable, el suelo entonces se constituye un factor que determina la productividad por planta, será necesario seguir buscando fuentes de fertilizantes sobre todo de naturaleza orgánica, en este contexto, el estudio se limita a evaluar el efecto de diversas dosis de guano de isla que mejoren las características agronómicas y el rendimiento de pella comercial. (Ramos, V. 2019)

Tineo (2014) afirma que el guano de isla es un abono orgánico producido por las aves guaneras (guayanay, piquero, alcatraz o pelícano) en algunas islas de la costa peruana. Guanos con alto contenido de nitrógeno son llamados simplemente “Guanos de nitrógeno”, el contenido de fosfato es por lo general siempre mayor que la de nitrógeno. (Ewald, et al., 2018). Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.

La provincia de Pachitea es una de las zonas donde produce col, sin embargo, en los últimos tiempos por el uso indiscriminado de los fertilizantes sintéticos ocasionaron muchos problemas de

fertilidad en los suelos, hasta causar la dependencia de los fertilizantes para el desarrollo de cualquier cultivo. Por otro lado, los precios de los insumos químicos para la fertilización del cultivo de col (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) en la provincia de Pachitea fluctúa en s/. 95.00 en promedio/50 kg en promedio. Lo que resulta costoso para el agricultor, sin embargo, utilizando a una dosis apropiada el guano de isla reduciría el costo de producción del cultivo de col.

Trabajo de investigación es una tecnología nueva que se va introducir en el distrito de Panao, el cual aporta conocimientos científicos a la ciencia biológica, desde el punto de vista orgánico, asimismo para el surgimiento de nuevos trabajos de investigación que propongan formas de mejorar y garantizar la seguridad alimentaria mediante la aplicación de tecnología para el uso racional de los recursos naturales y mantener la biodiversidad. (Palacios, J. 2014).

La (Brassica oleracea var. Capitata f. Rubra) es una planta bianual de la familia de las crucíferas con tallo erguido consistente pero no leñoso. Tiene hojas de color rojo – violáceo, púrpura o morado. (Rodríguez 2015), Las plantas de repollo son bianuales, el primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa y termina con la producción de un tallo ancho y corto (García 2013), las variedades de repollo Alba, Corazón de Buey acorazonada, Lorena, acorazonada, Express, acorazonada, Jersey, Wikefield acorazonada, Mercado Copenhague, redonda, Golden Acre, redonda, Rapa, Cabeza de Piedra redonda, (INFOAGRO 2017)

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Caserío de Colicocha del distrito de Panao, posicionado a 9°54'34.5" LS, 75°59'49" LO y a 2606 msnm, pertenece a la zona de vida estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee - MBT). Según el análisis de suelo, se describe las siguientes características: clase textural Franco con granulometría fina, pH (5,59) moderadamente ácido, materia orgánica (1,38%) bajo, nitrógeno total (0,07) bajo, fósforo (29,40 ppm) muy alto, potasio (384,83 ppm) medio, CIC (9,82) bajo. (Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología).

El diseño de la investigación fue Experimental en su forma de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 tratamientos incluyendo al testigo (T1: 720 - 660-150, T2: 960 - 880 - 200, T3: 1200 - 1100 - 250 y T4: 250 - 180 - 150) y 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales. Teniendo un área total de 525 m<sup>2</sup> y para la parcela experimental de 320 m<sup>2</sup>. Los datos registrados corresponden, medir la

circunferencia por la parte media de la pella (diámetro polar y ecuatorial), peso de la pella, y rendimiento de la pella de col. El abonamiento se realizó con el guano de isla, después de terminado el surcado. (Ramos, V. 2019) Para ello, se pesó en una balanza la cantidad de guano de isla por parcela según a los tratamientos, Posteriormente se incorporó manualmente de manera uniforme en el surco de la parcela, (AGRORURAL, 2014). Se trazó los surcos con distanciamiento de 0,60 m. y entre plantas 0,50 m. en las parcelas, para la siembra se colocaron una planta por golpe, de la variedad lombarda. Riego el primer riego se realizó inmediatamente después de la plantación, y los demás de acuerdo a las condiciones agroecológicas de la zona y exigencias del cultivo, control fitosanitario durante el periodo del cultivo se identificaron pulgones y babosas. Para los pulgones se preparó el extracto de semillas de chocho y se aplicó a una dosis de 1 L/ 20L de agua; y para el control de las babosas se empleó cebo tóxico (halizan). cosecha, de manera manual con la ayuda de un cuchillo para retirar la pella de col de la planta.



**Figura 1:** Ubicación de la parcela en estudio

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Diámetro ecuatorial:** El tratamiento T3 (5 t.ha<sup>-1</sup>), obtuvo un resultado destacable estadísticamente con 23,73 cm, seguido de los tratamientos T2 (4 t.ha<sup>-1</sup>) y T1 (3 t.ha<sup>-1</sup>), con 21,94 y 18,95 cm respectivamente. La mayor respuesta obtenida es debido a que el tratamiento T3 recibió grandes cantidades de NPK-

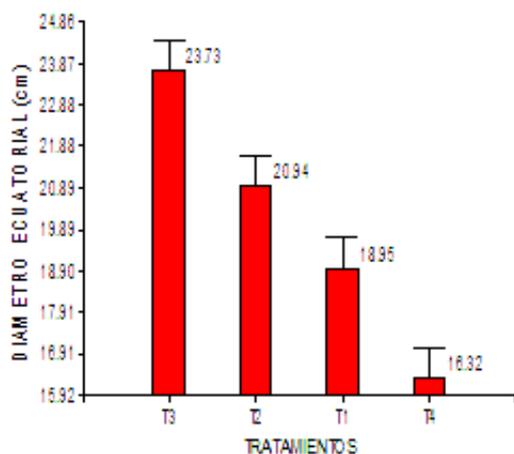


Figura 1. Diámetro ecuatorial de la col morada en los cuatro tratamientos

**Diámetro polar:** El tratamiento T3 (5 t.ha<sup>-1</sup>), obtuvo el mayor tamaño con 24,80 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos, T2 (4 t.ha<sup>-1</sup>) con 22,06 cm, T1 (3 t.ha<sup>-1</sup>) con 19,71 cm, y al T4 (testigo) con 16,76 cm.

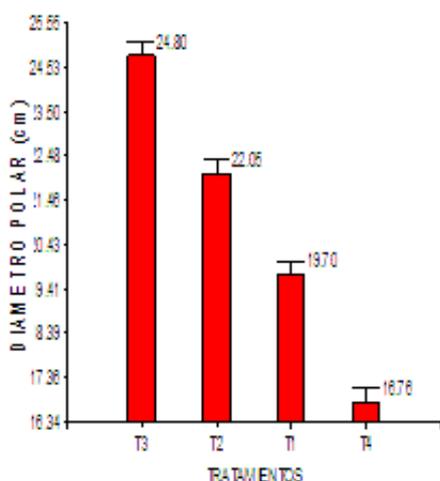


Figura 2. Diámetro polar de la col morada en los cuatro tratamientos

**Peso de pella por planta:** El tratamiento T3 (5 t.ha<sup>-1</sup>) registra de 4,15 kg, superando estadísticamente a los demás tratamientos; el T2 (4 t.ha<sup>-1</sup>) con 3,48 kg, seguido del T1 (3 t.ha<sup>-1</sup>) en el con 2,73 kg, y T4 (testigo) con 1,58 kg.

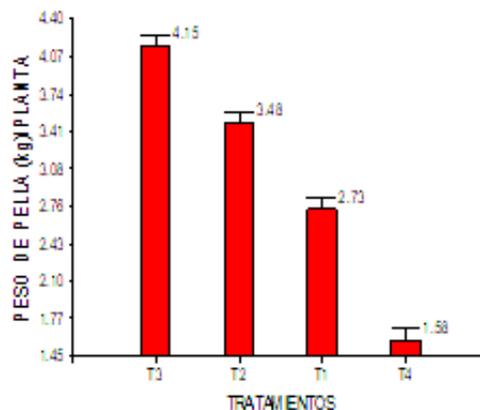


Figura 3. Peso de pella por planta de la col morada en los cuatro tratamientos

### Rendimiento de col/ hectárea

Los promedios de los tratamientos presentan efectos diferentes estadísticamente, donde el efecto del tratamiento T3 (5 t.ha<sup>-1</sup>) produjo un promedio mayor con 70550,00 kg.ha<sup>-1</sup>, superando estadísticamente a los tratamientos.

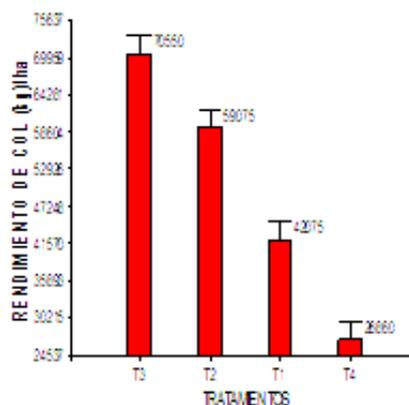


Figura 4. Rendimiento de la Col morada por hectárea

Diámetro ecuatorial: Respectó a esta variable el tratamiento T3 (5 t.ha<sup>-1</sup>), obtuvo un resultado destacable estadísticamente con 23,73 cm, Estos resultados obtenidos en el estudio son superiores al ser contrastados con Cabrera (2011) que obtuvo 14,79 cm bajo la aplicación de eco-bonanza, Palacios (2014) el cual obtuvo 16,21 cm al incorporar Jacinto de agua, Caicedo (2015) quien reporta 14,75 cm con aplicación de humus de lombriz de 5000 kg/ha, y Ramos (2019) quien registra 15,73 cm bajo la aplicación de 5000 kg/ha de humus de lombriz.

Diámetro polar: El promedio del tratamiento T3 (5 t. ha<sup>-1</sup>), obtuvo el mayor efecto con 24,80 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos, T2 (4 t. ha<sup>-1</sup>) con 22,06 cm, T1 (3 t.ha<sup>-1</sup>) con 19,71 cm, y al T4 (testigo) con 16,76 cm. De acuerdo a los resultados alcanzados en la investigación respecto al diámetro polar, indican que son superiores a lo reportado por Ramos (2019) quien obtuvo un diámetro de 15,21 cm bajo la aplicación de 1000 kg/ha de guano de isla, esto demuestra que es posible incrementar las dosis de guano de isla sin causar algún efecto Fitotóxico a la planta.

Peso de pella por planta: Los tratamientos obtuvieron promedios diferentes, donde el promedio del tratamiento T3 (5 t. ha<sup>-1</sup>) registra de 4,15 kg, superando estadísticamente a los demás tratamientos; el T2 (4 t.ha<sup>-1</sup>) con 3,48 kg, seguido del T1 (3 t.ha<sup>-1</sup>) en el con 2,73 kg, y T4 (testigo) con 1,58 kg. Los resultados obtenidos superan a lo reportado por Cabrera (2011) quien registra el mejor peso con Eco-abonaza en nivel alto de 1,24 kg; Palacios (2014) de 0,46 kg con vermicompost; Caicedo (2015) de 0,64 kg con humus de lombriz a 5000 kg/ha; y de Ramos (2019) con 1,49 bajo la dosis de 5000 kg/ha de humus de lombriz. El efecto

observado se debe al hecho de funcionar igual que los fertilizantes sintéticos comerciales como fuentes de N, P y K (Guerrero, 2013).

Rendimiento por hectárea: Los promedios de los tratamientos presentan efectos diferentes estadísticamente, donde el efecto del tratamiento T3 (5 t.ha<sup>-1</sup>) produjo un promedio mayor con 70550,00 kg.ha<sup>-1</sup>, superando estadísticamente a los tratamientos. El resultado obtenido es superior al de Cabrera (2011) quien reporta 3 670 kg.ha<sup>-1</sup> con la aplicación de Eco-abonaza en nivel alto, también en Caicedo (2015) que obtuvo 16000,00 kg/ha. Sin embargo, el resultado es diferente con el estudio de Ramos (2019) quien obtuvo 82300 y 81020 kg.ha<sup>-1</sup> con las dosis de 1000 kg/ha de GI y 5000 kg/ha de HL respectivamente, debido a las propiedades químicas del suelo donde Ramos (2019) realizó el trabajo, los cuales son de una calidad superior, en comparación con el suelo donde se efectuó la investigación.

## CONCLUSIONES

La dosis de 5 t. ha<sup>-1</sup> de guano de isla tuvo un comportamiento destacable estadísticamente en el diámetro ecuatorial de pella de col lombarda al reportar 23,73 cm.

La dosis de 5 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla tuvo mayor efectividad en el diámetro polar de pella de col al obtener el mayor promedio de 24,80 cm.

La dosis de 5 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla demostró mayor efectividad en el peso de pella de col, de 4,15 kg/planta y 66,40 kg/área neta experimental respectivamente.

El mayor rendimiento de col lo obtuvo la dosis de 5 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla al registrar 70550,00 kg. ha<sup>-1</sup>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRORURAL, (2014). Guano de Isla Ministerio de Agricultura. Dirección de Operaciones. Subdirección de Insumos y Abonos. 1-4.
- Cabrera, P. (2011). Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de col morada (*Brassica oleracea* var. Capitata). Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 107 p
- García, A. (2013), Tesis para obtener el título de Ingeniero agrónomo “Dosis de abono cama blanda (cerdaza + cascarilla de arroz) y su efecto en el rendimiento de Col repollo (*Brassica oleracea* L.), Var. Tropical Delight en el Fundo Zungarococha”
- Guerrero, J. (2013). Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Lima, Edición RAAA (Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos). 89 pp.
- INFOAGRO. (2017). Información agrícola- El cultivo del col. 1ª parte. El origen del brócol. Taxonomía y morfología. Países y producción. Factores climáticos y suelo. (En línea) (Consultado el 20 de octubre del 2018) Disponible en: [http:// www.infoagro. Com/hortalizas/brócoli](http://www.infoagro.com/hortalizas/brócoli)).
- Palacios, J. (2014). Comportamiento agronómico de las hortalizas col verde (*Brassica oleracea* var. Viridis), COL MORADA (*Brassica oleracea* var. Capitata), con dos tipos de fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental “La Playita”. Tesis presentada previa a la obtención del Título de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. 88 p.
- Ramos, V. (2019). Efecto del abonamiento de guano de islas y humus de lombriz en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L.var. capitata - rubra) en el C.I.P. Camacani – Puno. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Perú. 94 p.
- Ríos, Leodan. (2012). Tesis. Alcolchado sintético y distanciamiento de siembra y su efecto sobre las características agronómicas y su rendimiento del cultivo de *Brassica campestris* L. Col china Var. Jade Crown en la zona de Nina Rumi – Distrito de san Juan”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero agrónomo. 2012
- Rodríguez, R. (2015). Fisiología vegetal. Consultado 20 febrero 2017. <http://www.slideshare.net/fmedin1/fisiologiavegetal-5web>
- Tineo, A. (2014). Aplicación de roca fosfórica, diatomita incubadas en una solución de microorganismos y guano, en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). IIFCA, UNSCH 51p
- Zamora, E. (2016). El cultivo del repollo (*brassica oleracea* L. var. Capitata). Universidad de Sonora Departamento de Agricultura y ganadería. Hermosillo, Sonora, México. 12

**CONTENIDO DE CARBONO EN UN SISTEMA DE PRODUCCION DE PALTO  
(*Persea americana* Mill) EN PILLCO MARCA - HUANUCO – 2018.**

Carbon content in a system of avocado production (*Persea americana* Mill) in Pillco marca - Huánuco - 2018.

Andrés Huayanay -Yan

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL<sup>1</sup>

Correo electrónico: [andres.03.yan@gmail.com](mailto:andres.03.yan@gmail.com)

**RESUMEN**

La investigación se realizó en un sistema de producción de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass y fuerte, ubicado en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) Huánuco. El objetivo fue determinar el contenido de carbono orgánico (COS) en tres profundidades del suelo y estimar el carbono fijado en la biomasa aérea y subterránea de las plantas de palto mediante la utilización de las ecuaciones alométricas. La metodología empleada fue de muestreo en campo de COS probabilístico Aleatorio Compuesto, mientras para la biomasa aérea y subterránea en su forma de muestreo estratificado. Se determinó que el almacenamiento de carbono orgánico total en el suelo por superficie entre planta y bajo el árbol de 0 a 10 cm de profundidad presenta la menor tendencia a almacenar menor cantidad de carbono 9,45 y 10,37 t C/ha respectivamente. Sin embargo, a medida que aumenta la profundidad de suelo la tasa de fijación de carbono orgánico en el suelo tiende a incrementar 17,79 y 10,98 t C/ha de 20 a 30 cm de profundidad. Como también se estimó la biomasa aérea y subterránea de las plantas de palto de 7 años de edad. Los paltos evaluados llegaron almacenar 30,239 t C/ha en la biomasa aérea y 6,918 t C/ha en la biomasa subterránea. La tasa de fijación de carbono en las plantas del palto hasta la actualidad almacena 5,308 t/ha en la biomasa total.

**Palabras clave:** Carbono orgánico, suelo, almacenamiento, biomasa, tasa de fijación.

**ABSTRACT**

The investigation was carried out in a system of avocado production (*Persea americana* Mill) var. Has and strong, politically located in the Center for Fruit and Fruit Research (CIFO) - Huanuco. In order to determine the content of organic carbon (COS) at three depths of the soil and estimate the carbon fixed in the aerial and underground biomass of avocado plants by using allometric equations. The methodology used for the field sampling process of probabilistic COS in its Composite Random Sampling form, while for aerial and underground biomes in its optimal stratified sampling form. It was determined that the storage of total organic carbon in the soil by surface between plant and under the tree from 0 to 10 cm deep presents the lowest tendency to store less carbon 9.45 and 10.37 t C/ha respectively. However, as soil depth increases, the rate of organic carbon fixation in the soil tends to increase 17.79 and 10.98 t C/ha from 20 to 30 cm deep. As well as the area and underground biomass of the avocado plants of 7 years of age. The avocado evaluated reached storing 30,239 t C/ha in the aerial biomass and 6,918 t C/ha in the underground biomass. The carbon fixation rate in avocado plants to date stores 5,308 t/ha in total biomass.

**Keywords:** Organic carbon, soil, storage, biomass, fixation rate.

<https://doi.org/10.47840/ReInA20205>

**Recibido:** 12 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 27 de marzo de 2020

## INTRODUCCIÓN

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un (GEI) gas de importancia que interviene en el efecto invernadero del planeta y proviene del cambio de uso de la tierra, la deforestación en zonas tropicales, el uso de combustibles fósiles y la producción de cemento en países desarrollados. Una forma de mitigar estos efectos y reducir las emisiones, es secuestrándolo, fijándolo o capturándolo y manteniéndolo el mayor tiempo posible en la biomasa vegetal y principalmente en el suelo. El primer caso se logra a través de la fotosíntesis y en el segundo a través de la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

Debido a esta problemática mundial y sus posibles efectos sobre presentes y próximas generaciones, es que la mitigación del cambio climático se ha convertido en un reto primordial para la economía y la ciencia dedicada a la conservación del medio ambiente. Una forma de mitigar el cambio climático radica en reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub> mediante la implementación de sistemas agroforestales y frutícolas como es el caso del palto que son capaces de capturar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y almacenarlo en la biomasa aérea y subterránea, y en el suelo, manteniéndolo por largos periodos de tiempo (Gayoso y Guerra, citado por Osorio 2015).

Es conocido el efecto del carbono en el suelo, sobre las propiedades físicas, biológicas y químicas, de allí su importancia para determinar su contenido y así mismo definir un plan de manejo adecuado de la plantación establecida.

Por otro lado, se desconoce cuál es el contenido de carbono capturado en un sistema de producción de palto, en condiciones de Huánuco, el mismo que actúa como un sumidero de dicho GEI, en tal sentido es pertinente conocer la cantidad de carbono fijado tanto en la biomasa aérea y subterránea y en el suelo para así establecer un adecuado sistema de manejo de la plantación, orientándolo a la conservación de dichos recursos.

La presente investigación contribuyó con la generación de datos y análisis específicos sobre el contenido de carbono en el suelo y carbono fijado en la biomasa aérea y subterránea, Respecto a este contexto se trabajó en los siguientes objetivos: Cuantificar el contenido de carbono en un sistema de producción de palto (*Persea americana* Mill) en Pillco Marca Huánuco, Determinar el contenido de carbono orgánico (COS) en tres profundidades del suelo, Estimar el carbono fijado en la biomasa aérea y subterránea.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se realizó en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL), ubicado en la Región y provincia de Huánuco, Distrito Pillco Marca. A una Latitud sur 09° 55' 43", Longitud oeste 76° 18' 34; y a una altitud de 1947 msnm.

Para determinar la cantidad de carbono almacenado en tres profundidades de suelo y el carbono fijado en la biomasa aérea en un sistema de producción de palto, se procedió a utilizar las siguientes metodologías: Para la determinación del carbono orgánico del suelo (COS) a tres

profundidades se realizó mediante el análisis de suelo, mientras para la estimación del bioma aérea y subterránea se estimó mediante el método indirecto a través de ecuaciones alométricas.

El trabajo fue desarrollado en parcelas de palto de 7 años de edad, con densidades de siembra 5 x 5 m, en donde se realizó la evaluación en el componente suelo, biomasa aérea y subterránea. Para el primer caso se realizó mediante análisis de suelos a tres profundidades de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm y 20 – 30 cm. Mientras que para la estimación de la biomasa aérea y subterránea mediante ecuaciones alométricas en donde se registraron la altura total del árbol (m) y diámetro a 30 cm de nivel de suelo ( $D_{30}$ ).

Para la determinación del COS se realizó análisis de materia orgánica y densidad aparente. Para la determinación de la MOS se tomaron 6 muestras en su forma de muestreo aleatorio compuesto, constituidas de 36 sub muestras individuales en 12 puntos de muestreo. 6 puntos de muestreo bajo el árbol y 6 puntos de muestreo entre planta, a tres profundidades cada punto de muestreo (0 – 10 cm; 10 – 20 cm; 20 – 30 cm). De la misma forma para la determinación de la densidad aparente por el método del cilindro de volumen conocido los puntos de muestreo se realizaron mediante el tipo de muestreo aleatorio simple, donde se seleccionaron dos puntos (Bajo árbol y entre planta), a tres profundidades cada una (0 – 10 cm; 10 – 20 cm y 20 – 30 cm).

El contenido de carbono orgánico (CO), presente en los suelos, se expresó en porcentaje, y se obtuvo con base al contenido de materia orgánica (MO), del suelo, resolviendo la ecuación:

$$\text{Fracción de Carbono (CO\%)} = \frac{MO\%}{1.724}$$

$$\% CO = 0.58 * \% MO$$

Dónde:

CO = Carbono orgánico total (%),  
MO = Materia orgánica (%).

Se emplea el factor de Van Benmelen de 1.724 que resulta de la suposición de que la materia orgánica del suelo contiene un 58 % de Carbono (1/0.58 =1.724). A continuación, el contenido de carbono del suelo se calculó con base en la ecuación propuesta por Andrade e Ibrahim (2003):

$$COS = \% CO * da * Ps$$

Dónde:

COS=Carbono orgánico del suelo (t/ha).  
% CO= Concentración de carbono orgánico en el suelo (%).  
da= Densidad aparente ( $g/cm^3$ ).  
Ps= Profundidad del suelo (cm).

Para la cuantificación de la biomasa se seleccionaron 20 árboles en su forma de muestreo estratificado óptimo. En cada árbol se midió el diámetro a la base del tallo, el diámetro a  $D_{30}$  cm y la altura total. Para la determinación del diámetro a  $D_{30}$  cm del tallo se midió la circunferencia del tronco a una altura de 30 cm desde el suelo con la ayuda de una cinta métrica para luego dividirlo por  $\pi$  y así obtener el diámetro ( $D_{30}$ ) del árbol.

$$D_{30} = \frac{LC}{\pi}$$

Donde:

$D_{30}$  = Diámetro a 30 cm del suelo.  
Lc = Longitud de la circunferencia.

Para la estimación de la altura del palto se utilizó el instrumento del eclímetro (obteniendo ángulos y distancias). Como también se hizo uso del teodolito y una regla graduada de 5 m para la verificación de la altura de las plantas. Para determinar la altura de cada árbol se utilizó la siguiente formula:

$$H = \text{Tan}(x) * D + h$$

Donde:

H = altura del árbol de palto (m)

Tan(X) = Tangente del ángulo en grados.

D = Distancia o separación horizontal del instrumento al árbol (m)

h = Altura del instrumento o vista del operador (m)

Con el D<sub>30</sub> obtenido y la altura total, se aplicó las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa aérea y subterránea total por árbol desarrollada por Andrade, Segura & Somarriba, en preparación, citado por Segura y Andrade 2012.

$$B =$$

$$10^{(-1,12+2,62*\log(d30)+0,03*\log(ht))}$$

$$Br = e^{(-1,0587+0,8836*\ln(Ba))}$$

Donde

B = Biomasa aérea total (kg/árbol)

d<sub>30</sub> = diámetro del árbol a 30 cm del suelo.

ht = altura total (m)

Br = Biomasa bajo el suelo (t/ha)

Ba = Biomasa aérea (t/ha)

La biomasa aérea se multiplicó por el valor *default* 0,5 fracción de carbono recomendada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático para estimar el almacenamiento de carbono. La tasa de fijación de carbono para las plantas del palto se estimó dividiendo el almacenamiento de carbono

en biomasa arriba del suelo entre la edad promedio de cada componente.

El CO<sub>2</sub> removido de la atmósfera por los árboles, se calculó multiplicando el carbono total obtenido por el coeficiente Kr (44/12).

$$1t C \leftrightarrow 3,67t CO_2 \quad ;$$

$$1t biomasa (+/-) 0,5t C$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

### DENSIDAD APARENTE POR EL METODO DEL CILINDRO

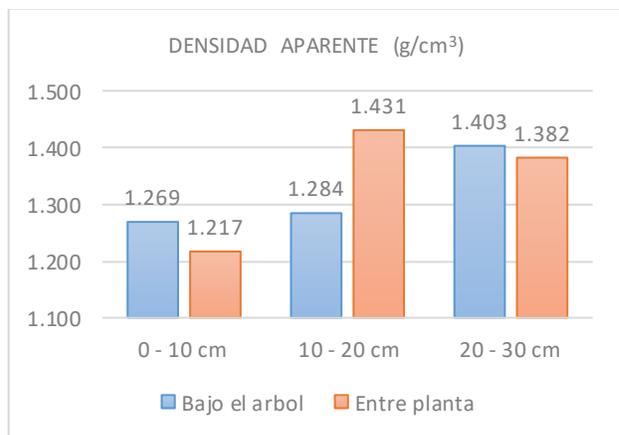


Figura 1: Densidad aparente por el método del cilindro bajo árbol y entre planta.

### MATERIA ORGANICA

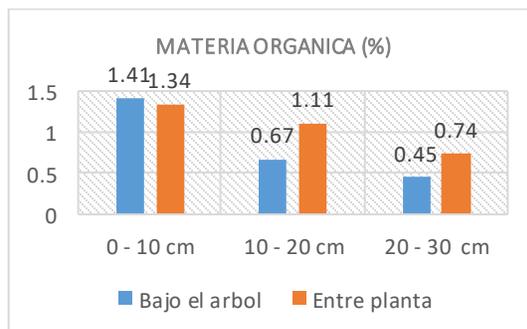
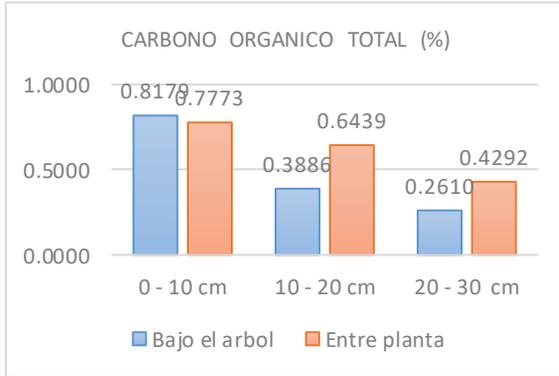


Figura 2: Porcentaje de materia orgánica bajo el árbol y entre planta

Como se puede observar en la figura 2, la materia orgánica bajo el árbol y entre planta tiene una concentración mayor en los

primeros 10 cm de profundidad 1,41 y 1,34 %, sin embargo, a medida que aumenta la profundidad del suelo el porcentaje del contenido de la materia orgánica tiende a disminuir 0,45 y 0,74 % respectivamente de 20 a 30 cm de profundidad del suelo.

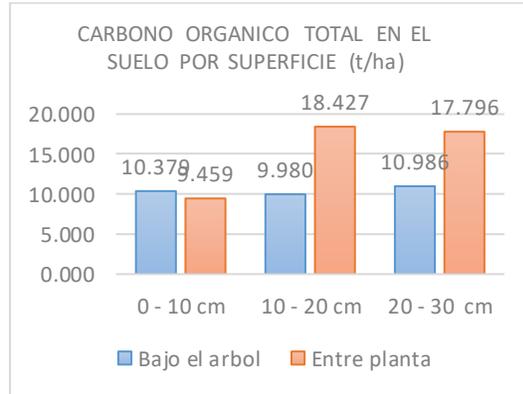
**Carbono orgánico total (%)**



**Figura 3:** Carbono orgánico total expresados en porcentaje

En la figura 3 se observa el carbono orgánico total representado en porcentaje, es decir la presencia del carbono orgánico bajo el árbol y entre planta en mayor cantidad se encuentra en los primeros 10 cm de profundidad 0,81 y 0,77 % C, sin embargo, a medida que aumenta la profundidad del suelo el porcentaje del carbono orgánico total tiende a disminuir 0,26 y 0,42 % C respectivamente.

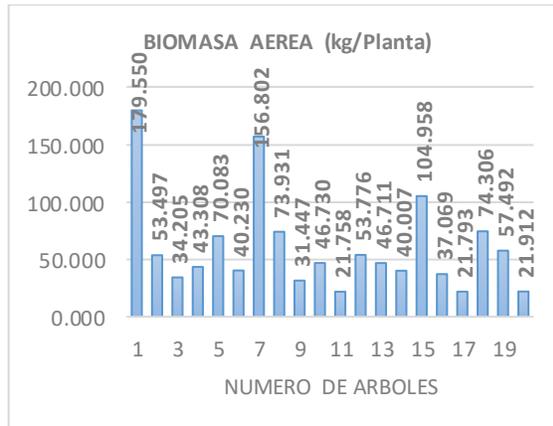
**Carbono orgánico del suelo (cos) por superficie**



**Figura 4:** Carbono orgánico total de acuerdo a la profundidad del suelo

En la figura 4, se observa el carbono orgánico total en el suelo, es decir carbono almacenado bajo el árbol y entre planta en profundidades distintas. Por lo tanto, bajo el árbol y entre planta de 0 a 10 cm de profundidad presenta menor tendencia a almacenar menor cantidad de carbono 10,37 y 9,45 t/ha, sin embargo, a medida que aumenta la profundidad de suelo la tasa de fijación de carbono orgánico en el suelo tiende a aumentar 10,98 y 17,79 t/ha.

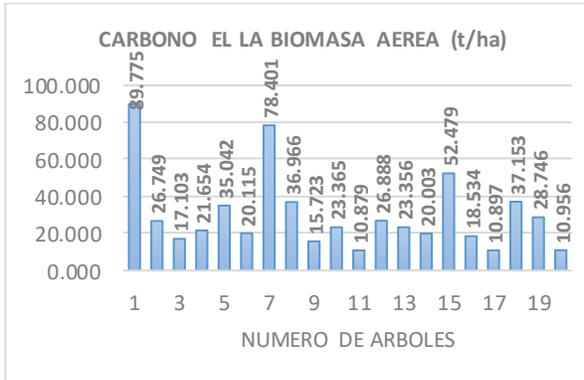
**Biomasa aérea total**



**Figura 5:** Promedio de la biomasa aérea total expresados en Kg/planta

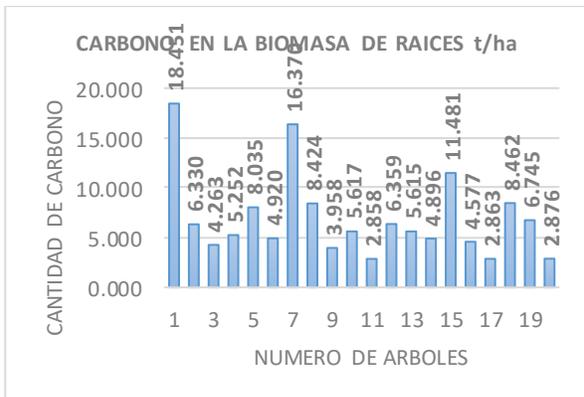
En la figura 5, se observa la biomasa aérea total de un sistema de producción de palto, donde se muestra la biomasa de cada árbol determinado mediante el eclímetro (instrumentos de medición).

### Carbono en la biomasa aérea y subterránea



**Figura 6:** Almacenamiento de carbono aérea.

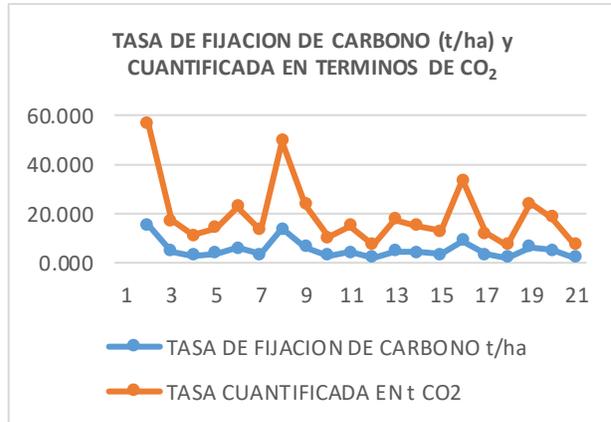
el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea por árbol se observa en algunas plantas una mayor tendencia de almacenamiento de carbono.



**Figura 7:** Almacenamiento de carbono subterránea.

En la figura 7, se observa el almacenamiento de carbono orgánico en la fracción de la biomasa radicular esta tiende

a presentar menor tendencia de almacenamiento a diferencia de carbono almacenado en la biomasa aérea.



**Figura 8:** Tasa de fijación de carbono y la tasa cuantificada en CO<sub>2</sub>.

En la figura 8, se observa la relación que existe entre la tasa de fijación de carbono y la tasa cuantificada en términos de CO<sub>2</sub> durante los siete años de edad de las plantas 19,481 t CO<sub>2</sub> en promedio. Es decir, el CO<sub>2</sub> removido de la atmosfera por las plantas del palto.

Marín, Andrade y Sandoval (2016) estimó que los sistemas de producción de cacao fijan carbono atmosférico en la biomasa total, entre ellos hace mención que en el sistema agroforestal (SAF) con cítricos y el SAF con aguacate presentaron la mayor tasa de fijación de carbono con valores de 17,7 y 16,9 t CO<sub>2</sub>/ha/año, lo que corresponde a 64,3 y 46,3 kg CO<sub>2</sub>e/kg cacao producido.

### Materia orgánica

En las parcelas del sistema de producción de paltos se ha notado ciertas diferencias en el contenido de la materia orgánica del suelo bajo el árbol y entre la planta en diferentes profundidades del suelo, por

parte, bajo el árbol y entre la planta de 0 a 10 cm de profundidad presenta mayores tendencias del contenido de la materia orgánica 1,41 y 1,34 % ; sin embargo, a medida que aumenta la profundidad del suelo el porcentaje del contenido de la materia orgánica tiende a disminuir 0,45 y 0,74 % respectivamente de 20 a 30 cm de profundidad del suelo.

### **Carbono orgánico total (%)**

El carbono orgánico total del suelo en el sistema de producción de palto se encontró ciertas diferencias respecto al porcentaje de almacenamiento de carbono orgánico total en el suelo bajo el árbol y entre planta en diferentes profundidades de suelo, por su parte, bajo el árbol y entre planta de 0 a 10 cm de profundidad presenta mayor tendencia del porcentaje de carbono orgánico total 0,818 y 0,777 % C, sin embargo, a medida que aumenta la profundidad del suelo el porcentaje de carbono orgánico total en el suelo tiende a disminuir 0,389 y 0,644 % C de 10 a 20 cm de profundidad de suelo, de la misma forma 0,261 y 0,429 % C de 20 a 30 cm de profundidad de suelo.

### **Carbono orgánico del suelo (COS) por superficie**

En la parcela de un sistema de producción de palto donde se realizó el trabajo de investigación se encontró ciertas diferencias respecto al almacenamiento de carbono orgánico en el suelo bajo el árbol y entre planta en diferentes profundidades de suelo. Por su parte, bajo el árbol y entre planta de 0 a 10 cm de profundidad presenta menor tendencia a almacenar menor cantidad de carbono 10,37 y 9,45 t/ha, sin embargo, a medida que aumenta la

profundidad de suelo la tasa de fijación de carbono orgánico en el suelo tiende a incrementar 10,98 y 17,79 t/ha respectivamente.

Villogas (2014) encontró que el carbono total almacenado en el suelo de los sistemas agroforestales de 10, 8, 6 años fue 62,95; 62,46 y 73,73 t C/ha respectivamente. Los rangos encontrados en nuestra investigación son inferiores a los encontrados por el autor. Sin embargo, de acuerdo a nuestra investigación la profundidad de suelo entre planta y bajo el árbol muestran ciertas diferencias en la cantidad de almacenamiento de carbono orgánico por superficie. Tal como lo refiere Ingram y Fernández, citado por Osorio (2015); indicando que los niveles del almacenamiento de carbono en el suelo están controlados por factores de reducción entre los cuales están las pérdidas directas por erosión, lixiviación y por las causas del manejo de residuos de las cosechas que puedan limitar la cantidad de carbono que entran en el suelo, sin embargo es importante considerar los parámetros ambientales, posición geográfica y nivel altitudinal, siendo este último un factor importante que influyen en parámetros como la temperatura, precipitación, entre otros.

### **Biomasa aérea total**

De los datos obtenidos para la biomasa aérea de un sistema de producción de palto se determinó que la biomasa aérea llegó acumular 60,478 kg/planta en promedio esto se determinó mediante ecuaciones alométricas. Por su parte Honorio y Baker, citado por Osorio (2015) refieren que los valores de biomasa no son similares en cualquier lugar, sino que varían

sustancialmente de acuerdo a las condiciones ambientales y físicas de cada zona. En este caso la biomasa varía de acuerdo a zona y nivel de altitud en la captura de carbono tanto en la biomasa aérea y subterránea.

### **Carbono en la biomasa aérea y subterránea**

De los datos obtenidos en un sistema de producción de palto presenta mayor tendencia de almacenar carbono orgánico en la biomasa aérea alcanzando en promedio 30,239 t C/ha, mientras que el almacenamiento de carbono orgánica en la fracción de la biomasa radicular almacena 6,918 t C/ha siendo el que presenta menor tendencia de almacenamiento de carbono orgánico. De ello se deduce que mediante la fotosíntesis de la parte aérea de la planta del palto almacena en mayor cantidad de carbono. Villogas (2014) encontró que el carbono en la biomasa aérea fue superior para el sistema agroforestal de 10 años con 104,03 t C/ha y menor para los sistemas agroforestales de 8 y 6 años con 69,76 y 68,40 t c/ha respectivamente. De acuerdo al tiempo de instalación el cultivo de cacao lleva instalado 5 años, por lo que nuestros datos guardan cierta relación con los datos recopilados por el autor.

### **CONCLUSIONES**

El potencial de la tasa de fijación de carbono durante los siete años de la plantación del palto es de 5,308 t/ha en la biomasa aérea y subterránea, que corresponde a una acumulación de dióxido de carbono equivalente a 19,481 t/ha de CO<sub>2</sub>. Las estimaciones de biomasa y carbono mostraron que esta especie de plantas frutales puede considerarse una alternativa para la mitigación o remoción del

CO<sub>2</sub> de la atmosfera, a la vez la producción para la alimentación y generar ingresos económicos mediante la exportación de la producción orgánica.

En la biomasa aérea logró almacenar la mayor cantidad de carbono 30,239 t C/ha de 7 años de edad de la planta, en la biomasa de raíces 6,918 t C/ha. De ello se deduce que mediante la fotosíntesis de la parte aérea de la planta del palto almacena en mayor cantidad de carbono. En el suelo se determinó un almacenamiento de carbono orgánico bajo el árbol de 10,379 a 10,986 t/ha y entre planta de 9,459 a 17,796 t/ha. Debido a la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

El suelo puede actuar como fuente o reservorio de C hacia la atmósfera, dependiendo del uso que se le asigne. El manejo agrícola convencional de suelos, con uso intensivo del arado, promueve la liberación de C hacia la atmósfera, mientras que el uso conservacionista favorece la acumulación de C en formas orgánicas dentro del suelo. El COS favorece la agregación del suelo y consecuentemente interviene en la distribución del espacio poroso del suelo, afectando diversas propiedades físicas, como humedad aprovechable, capacidad de aire y movimiento de agua y gases en el suelo. Además, el COS, formado por compuestos de diversa naturaleza química y estado de descomposición, interviene en las propiedades químicas del suelo, aumenta la CIC y la capacidad tampón sobre la reacción del suelo (pH).

La pérdida del COS indica un cierto grado de degradación del suelo, ya que el COS constituye un componente principal de la materia orgánica del suelo (MOS), en

general, esto contribuye a las funciones claves del suelo, ya que es fundamental para la estabilización de la estructura del suelo, la retención y liberación de nutrientes vegetales y permite la infiltración y almacenamiento del agua en el suelo, por lo tanto, es importante para garantizar la salud del suelo, la fertilidad y producción de alimentos. De la misma forma la pérdida del COS afecta negativamente no solo a la salud del suelo y la producción de alimentos, sino que también agrava el cambio climático.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, HJ; Ibrahim, M. (2003). Como monitorear el secuestro de carbono en sistemas silvopastoriles. *Agroforestería en las Américas* v. 10 (39-40). p. 109-116.
- Asado Hurtado, AM. (2012). El suelo, soporte de vida. Huánuco, Perú. Editorial Universitaria. 419 p.
- Bernal E., JA y Díaz D., CA. (2008). (Compiladores). Tecnología para el cultivo del aguacate. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Centro de Investigación de la Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. 241 p.
- Carreira, D. (2005). Carbono oxidable. Una forma de medir la materia orgánica del suelo. *Tecnologías en análisis de suelos*. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.
- Dauber, E. (2006). Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. (En línea). *Revista Forestal Iberoamericana*. Consultado el 27 noviembre del 2017.
- IUFRO-RIFALC. Venezuela. Disponible en: <http://www.revforiberoamericana.ula.ve>
- Dávila Romero, HA. (2011). Estimación de la cantidad de carbono almacenado en los sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.), en los departamentos de Suchitepquez y Retalhuleu del sur-occidente de Guatemala. (En línea). Consultado el 20 nov. de 2017. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/A11560e/A11560e.pdf>
- Delgadillo, M. y Quechulpa, S. (2006). Manual de monitoreo de carbono en Sistemas agroforestales. Chiapas, México. CONAFOR-AMBIO, S. C. DE R. L. 43 p.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, IT) . (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. *Informes mundiales del suelo* 96. Roma, IT, FAO. 83 p.
- Marín Q, MP del; Andrade, HJ; Sandoval, AP. (2016). Fijación de carbono atmosférico en la biomasa total de sistemas de producción de cacao en el departamento del Tolima, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 19 (2): 351-360.
- Medina C. (2004). Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistemas de café con sombra (*Coffea arabica* L.), Santa Maura, Jinotega, Tesis. Managua, Nicaragua. UNI. 108 P.
- Mendiara, S. (2012). Efecto de los usos del suelo en la emisión de dióxido de

- carbono del suelo a la atmósfera en un agroecosistema semiárido del Valle del Ebro (En línea). Consultado 27 Noviembre 2017. Disponible en [http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/1889/trealu\\_a2012\\_mendiara\\_sarah\\_efecto.pdf?sequenc=1](http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/1889/trealu_a2012_mendiara_sarah_efecto.pdf?sequenc=1)
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). (2014). Guía para el muestreo de suelos. (En línea). MAVET IMPRESIONES E.I.R.L. Consultado el 22 de noviembre 2017. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/-final.pdf>
- Nakama, V., Lupi, A. M., Ferrere, P., Alfieri, A. (2009). Las plantaciones forestales como sumideros de carbono atmosférico. Estudio de caso en la Provincia de Buenos Aires. Instituto de Suelos y Recursos biológicos CIRN INTA. Buenos Aires, Argentina. 11 p.
- Osorio Yacolca, JE. (2015). Almacenamiento y tasas de fijación de biomasa y carbono en diferentes niveles altitudinales en sistemas agroforestales de cacao, distrito de José Crespo y Castillo. Tesis Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional agraria de la selva. 82 p.
- Quiceno Urbina, NJ; Tangarife Marín, GM; y Álvarez León, R. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario Barrancominas, Guainía Colombia. (En línea). Revista luna azul, N° 43, 171-202. Consultado el 23 junio del 2018. Disponible en: [http://200.21.104.25/lunazul/index.php?option=com\\_content&view=article&id=198](http://200.21.104.25/lunazul/index.php?option=com_content&view=article&id=198).
- Salas, J. & Infante, A. (2006). Producción primaria neta aérea en algunos ecosistemas y estimaciones de biomasa en plantaciones forestales. (En línea). Revista Forestal Latinoamericana, Venezuela. Consultado el 27 noviembre del 2017. Disponible en: <http://eslared.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/forestallatinamericana/vol21num2/articulo3.pdf>.
- Sánchez Rodríguez, DF. (2016). Evaluación del carbono almacenado en la biomasa, necromasa y carbono orgánico del suelo de tres diferentes hábitats, Costa Rica. Tesis Ciencias forestales. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional. 109 p.
- Santos, DJ. Wilson, MG. y Ostinelli, M. (2012). Metodología de muestreo de suelo y ensayos a campo. Ediciones INTA. ISBN 978-987-679-160-1. 65 p.
- Segura, MA y Andrade, HJ. (2012). Huella de carbono en cadenas productivas de café (*Coffea arabica* L.) con diferentes estándares de certificación en costarica. (En línea). Revista luna azul N° 35: 60 – 67. Consultado 05 mayo del 2018. Disponible en:
- Trumper, K; Bertzky, M; Dickson, B; Van der Heijden, G; Jenkins, M; Manning, P. (2009). ¿La Solución Natural? El Papel de los Ecosistemas en la Mitigación del Cambio Climático: Evaluación rápida del PNUMA (En

línea). Consultado 28 noviembre del 2017.  
Disponible en:  
[http://www.unep.org/pdf/Naturalfixfinal\\_Spanish.pdf](http://www.unep.org/pdf/Naturalfixfinal_Spanish.pdf)

UNEP (Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente); WCMC (Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial). (2011). Carbono, biodiversidad y servicios ecosistémicos: explorando los beneficios múltiples. Ecuador. UK. 24 p.

Villogas, V. (2014). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales (SAF) con cacao (*Theobroma cacao*) en producción. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – U.N.A.S. Tingo María, Perú. 96 p.

# ESTUDIO DE CASO. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN LA AMAZONÍA PERUANA EN LOS CONTEXTOS ACTUALES DE CRISIS ECOLÓGICA Y SOCIAL

Case Study Economic Valuation of Family Farming  
In the Peruvian Amazon in the Present Contexts of Ecological and Social Crisis

\*Panduro -Meléndez, Rider<sup>1</sup> & Sangama -S. Kike Maiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vice Presidente de la ONG Asociación Rural Amazónica Andina Choba Choba- Perú

<sup>2</sup>Analista de la Economía Campesina Amazónica.

\*Correo electrónico: riderpm60@gmail.com

## RESUMEN.

El presente trabajo corresponde a cinco estudios de casos diferentes de agricultura campesina y de 2 tipos sociales: una amazónica y otro inmigrante andino, ubicados en cuatro pisos ecológicos diferentes. Se realizó en los distritos de Pilluana y Tres Unidos, provincia de Picota, departamento de San Martín, Amazonía Alta del Perú. Se realizaron entrevistas abiertas y semiestructuradas, observaciones directas de las diversas actividades que en cada predio familiar existe con recorridos por cada una de las parcelas que tiene en sus predios con el objetivo de registrar *in-situ* información referida a la diversidad que conservan, los usos y destinos que tiene esta diversidad, concentrándose en el valor de la diversidad que está orientada al mercado; se analizó a base de datos de producción diversificada, volúmenes de producción, valores a cada uno de ellos, valores ambientales y en la seguridad y soberanía alimentaria; constatando su resiliencia, adaptación y mitigación a los desórdenes de los contextos que se presentan actualmente.

**Palabras clave.** Valoración Económica, Agricultura Familiar, In situ, Diversidad, Mercado

## ABSTRACT

The present work corresponds to five different case studies of peasant agriculture and of 2 social types: one Amazonian and the other Andean immigrant, located in four different ecological floors. It was carried out in the Pilluana and Three United districts, Picota province, San Martín department, Upper Amazon of Peru. Open and semi-structured interviews were conducted and, direct observations of the various activities that exist in each family property with tours of each of the plots that it has on its properties in order to record *in-situ* information regarding the diversity they conserve, the uses and destinations of this diversity, concentrating on the value of diversity that is market oriented; it was analyzed on the basis of diversified production data, production volumes, values for each of them, environmental values, and food security and sovereignty; noting their resilience, adaptation and mitigation to the disorders of the contexts that present themselves.

**Keywords.** Economic Valuation, Family Farming, In situ, Diversity, Marke

<https://doi.org/10.47840/ReInA20206>

**Recibido:** 13 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 30 de marzo de 2020

## **INTRODUCCIÓN.**

El presente estudio, tiene como propósito de identificar y mejorar las experiencias productivas familiares ancestrales y de diversificación de los cultivos, realizando estudios y propuestas técnico-económicas como opción productiva sustentable de afirmación cultural.

La importancia socio-económica que tienen estos estudios, es la capacidad de determinar su viabilidad económica, bajo ciertos parámetros de la actividad productiva. Por lo que los estudios y las propuestas son la muestra palpable de cómo con un esfuerzo agregado a las observaciones prácticas, pueden con su intervención, lograr la evaluación de opciones productivas locales, para potenciar el inicio de nuevas propuestas, a partir de las lecciones aprendidas.

El estudio evalúa las actividades de producción y extracción de las familias asentadas en cinco pisos ecológicos de la cuenca. Estas familias aprovechan los recursos de la biodiversidad de estos ecosistemas, por lo que es necesario evaluar la viabilidad económica mediante el análisis Beneficio-Costo de estas actividades; lo que nos permitirá caracterizar la productividad y/o dinámica de las familias de esta cuenca.

En esta oportunidad presentamos, una muestra de experiencias productivas que proporcionan información socio-económica valiosa de las familias de la cuenca. Para esto se seleccionaron los cinco casos de estudio y con ello se realizaron visitas de campo a los lugares y familias, comprendiendo a las localidades de Mishquiyacu, San Juan, Sapotillo, Paraíso y Nuevo Santa Rosa, pertenecientes a los distritos de Pilluana y Tres Unidos.

El estudio contiene también aspectos generales, las condiciones agroecológicas de la cuenca, la caracterización de las zonas de estudio, de las actividades económicas, la

evaluación económica de las actividades productivas y extractivas, para finalmente proponer algunas conclusiones y recomendaciones.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El esquema metodológico que se utilizó nos orientó en la evaluación de los sistemas de producción y las actividades de extracción que realizan las Unidades de Producción Familiar - UPFs en la cuenca.

Se registraron los ingresos de las actividades, el destino de la producción, los niveles de inserción en el mercado y la identificación de los servicios ambientales aprovechados por las UPF, que nos permite determinar la viabilidad económica de las actividades de producción y extracción practicadas por las familias rurales en la cuenca.

Para asignar un valor a los bienes y servicios que generan las Unidades de Producción en la cuenca, se utilizó la relación Beneficio-Costo (B/C), una herramienta de análisis económico y financiero, que se sustenta en la teoría económica neoclásica de la preferencia y bienestar de un individuo y la sociedad; con la que intentamos aproximarnos al valor de uso de estos bienes y servicios mediante métodos directos e indirectos.

Se realizó el trabajo de campo, con vivencias y reuniones acompañadas de entrevistas con los jefes de familia y su entorno familiar, seleccionados por su representatividad en su comunidad, con el propósito de ampliar nuestras percepciones de las actividades productivas y extractivas que se desarrollan en estas comunidades. Se recopiló información detallada sobre las actividades que realizan las Unidades de Producción Familiar seleccionadas.

Para el registro de la información de campo se utilizó un cuestionario, que permitió registrar la información socio-económica pertinente a cada UPF seleccionada como representativa para los estudios.

### **Delimitación y zona de estudio de la UPFs.**

La Investigación es de carácter preliminar y muestra un enfoque del propósito e impactos mediante externalidades del Proyecto “Gestión de Iniciativas de Afirmación Cultural- GIAC”, sobre las comunidades y familias de la cuenca del Mishquiyacu.

El estudio evalúa la viabilidad económica de las actividades productivas y extractivas que desarrollan las Unidades de Producción Familiar (UPFs), el mismo que se realizó determinando los ingresos familiares, enmarcando: servicios, actividades productivas, extractivas y de transformación.

Para el estudio de las UPFs se seleccionaron familias campesinas ubicadas de la siguiente manera:

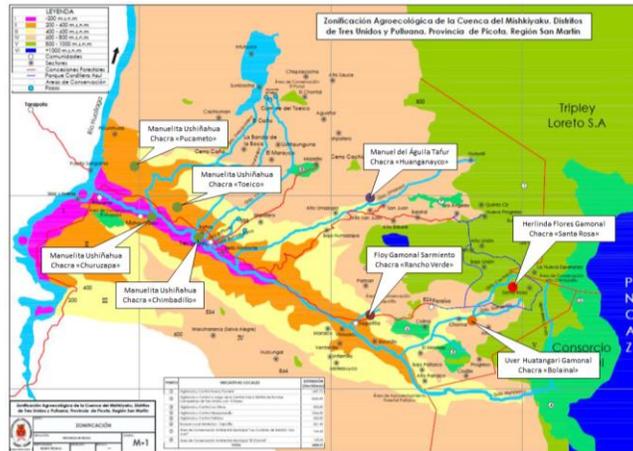
- La familia de doña Manuelita Del Carmen Ushiñahua Pinchi, tiene 5 predios: 4 de ellos están ubicadas en la margen derecha y 1 en la margen izquierda de la cuenca, de estos 4 pertenecen al Centro Poblado de Mishquiyacu, distrito de Pilluana y 1 está ubicada en la margen izquierda de la cuenca del Mishquiyacu y pertenece al distrito de Tres Unidos.
- La familia del Campesino Floy Gamonal Sarmiento, se encuentra ubicada en la parte media y margen izquierda de la cuenca; pertenece a la comunidad de Sapotillo, distrito de Tres Unidos.
- La familia de don Manuel Del Águila Tafur, ubicada en la parte medio-alta, en la margen izquierda de la cuenca del Mishquiyacu y derecha de la micro-

cuenca del Humazapa, en la comunidad de San Juan, distrito de Tres Unidos.

- La familia de don Uver Huatangari Gamonal, ubicada en la parte medio-alta e izquierda de la cuenca del Mishquiyacu, y derecha de la micro-cuenca del Garrapata, comunidad de Paraíso, distrito de Tres Unidos.

- La familia de la señora Herlinda Flores Gamonal, ubicada en la parte alta e izquierda de la cuenca del Mishquiyacu, y derecha de la micro-cuenca del Garrapata comunidad de Nuevo Santa Rosa, distrito de Tres Unidos.

Las familias campesinas tienen un conocimiento detallado de cada uno de sus espacios de regeneración de la biodiversidad, así como nos da a entender doña Manuelita Del Carmen, cuando describe las exigencias de su diversidad vegetal, en cuanto a tipos de suelos, humedad del suelo y microclima en cada uno de sus predios, dice: “Aquí en este terreno de la Hoyada, lo que más da es el plátano común (*Musa paradisiaca*) culantro ancho (*Eryngium foetidum* L.) culantro menudo (*Coriandrum sativum*) la sacha papa (*Dioscorea trifida*)” Refiriéndose a su predio Pucameto, dice: “Sin embargo aquí no da algunas plantas como la hoja del bijao (*Heliconia bihai* L.) pero en el Sector Churuzapa, sí. No da porque es secarrón (poca humedad del suelo), es medio duro (suelo arcilloso). En el Sector La Chimbada el tipo de tierra es hoyada (hondonada con suelo fértil), en hoyada da todo, hasta cuando le siembras aunque sea moviendo con tu mano y pones la semillita y crece”



**Figura 1.** Ubicación y distribución por pisos ecológicos de las UPFs

### 1. Dinámica ecológica de las UPFs

De acuerdo a las manifestaciones y las observaciones in-situ de las actividades realizadas por las familias campesinas, todas las actividades que realizan se orientan con los ciclos naturales, los mismos que se evidencian en sus calendarios comunales anuales de uso sostenido de la biodiversidad del agua, el bosque y la chacra, que son los espacios de vida de las familias de la cuenca. Este hecho ayuda a los ciclos regenerativos de la naturaleza. Figura 2. Una muestra de uno de estos calendarios comunales

Refiriéndose a la sintonía por ejemplo para las siembras de algunos de sus cultivos la señora Manuelita Del Carmen Ushiñahua dice: “El frejol puspucho (*Cajanus cajan*) y habitas (*Phaseolus lunatus*) y el maíz (*Zea mays* L.) a medio año no produce tan bien, nuestras siembras siempre son dudosas. Aquí siempre se espera el invierno para las siembras. Las campañas de maíz se siembran en medio año para nuestros animalitos, para poder criar, aunque no bien producidos, eso es para uso de uno mismo.”

De los registros obtenidos y las constataciones in-situ, los cinco casos estudiados son altamente diversos en variedades vegetales y razas de animales domésticos. Y esta diversidad se distribuye en sus diversas chacras, según los pisos ecológicos del cual dependen los microclimas y tipos de suelos. Respecto a esta diversidad conservada por doña Manuelita Del Carmen, como un modo de enriquecer la diversidad natural que existe en estos ecosistemas, no enseña, diciendo: “Acá también tengo árboles frutales de taperiba (*Spondias Dulcis* Parkinson), zapote (*Manilkara zapota*) y mandarina (*Citrus nobilis*). En árboles maderables tengo cedro (*Cedrela odórate*) y paliperro (*Vitex* sp.) quizás no es grande este sembrío, pero me sirve y sigo sembrando. En mi chacra tengo plantas medicinales como la pampachana (los 4 tipos), tengo la lancetila (*Commelina diffusa*) el llantén (*Plantago major*) santa maría (*Tanacetum balsamita*) hierba buena (*Mentha spicata* L.) el cordoncillo (*Piper auritum* kunth) la albahaca (*Ocimum basilicum*) el paico (*Chenopodium ambrosioides*) el toé (*Brugmansia suaveolens*) y la sábila (*Aloe arborescens* Mill.) En mi huerto junto a mi

casa tengo la hierba medicinal conocida como lengua de perro (*Cynoglossum creticum* Miller) sirve para baños, para limpieza de algunas personas y también sirve para la suerte en los negocios, para esto sirve esta planta y yo le crío; hay la hembra también. Pampachana macho o shimipampana (*Maranta Arundinacea*) tiene una papa larga bajo el suelo y de ahí se le prepara y sirve para hacer baños, para curar animales que son malos. Tengo también cebollita para mi gasto, mis tomatitos, ají, toronja, plantita sígueme-sígueme que lo preparas con perfume y con eso se baña, tengo ruda (*Ruta graveolens*) llama plata (*Pilea glauca*) hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) para el té (*Camellia sinensis*) col (*Brassica oleracea* var. *Viridis*) achiote (*Bixa Orellana*) limón (*Citrus limonum* Risso) rosa de castilla (*Rosa gallica*). Hago mis viveros para vender o para sembrar plantones forestales y de frutas”

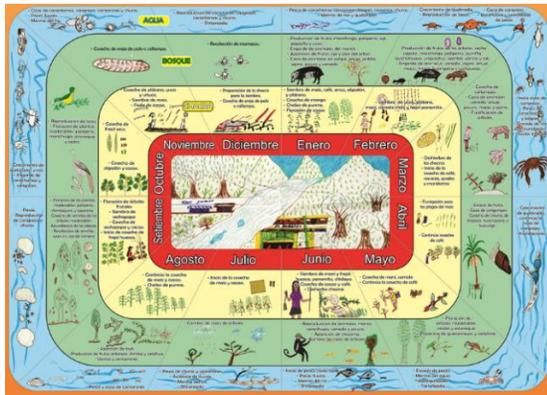


Figura 2. Calendario comunal

Además de altamente diversos, son así mismo altamente densos en cuanto al número de parcelas por predio y número de plantas por área, que nos evidencian la empatía de las actividades agropecuarias tradicionales con la característica biodiversa y densa de los ecosistemas

amazónicos. Esta diversidad y densidad se puede evidenciar en el siguiente cuadro.

**Tabla 1. Número de variedades y densidad de uso de la tierra de las UPFs**

UPFs	N° de variedades	Densidad de uso de la tierra		
		Área del predio	N° parcela	N° plantas/m <sup>2</sup>
1. Manuelita Del Carmen Ushiñahua Pinchi	57	15.5	13	0.85
2. Floy Gamonal Sarmiento	40	90	8	0.43
3. Manuel Del Águila Tafur	169	69	12	0.77
4. Uver Huatangari Gamonal	48	17	7	0.77
5. Herlinda Flores Gamonal	40	103	8	0.48

Fuente. Elaboración propia.

Esta dinámica de uso intensivo de la tierra en compatibilidad con la conservación de la biodiversidad, en cada de las cinco UPFs, se presenta de la siguiente manera:

1. La familia de doña Manuelita Del Carmen Ushiñahua Pinchi, tiene un área total de 15.5 has., distribuidos en 4 predios: Churuzapa de 1.5 has., Pucameto de 10 has., Toeico de 3.5 has., Shapumbal de 0.5 has. y Chimbada de 1 ha. En estos predios las parcelas están distribuidos de la siguiente manera:

Sector Churuzapa. Los grupos de cultivos que conducen en este predio son 4, compuestos por: (1) plátanos, con una extensión de 0.65 has., ocupa el 33.33% del predio, (2) el grupo de frutas, hortalizas y cacao, tiene 0.5 has., ocupa también 33.33% del predio, (3) el grupo de tubérculos con una extensión de 0.25 has., ocupa el 16.67% del predio y por último (4) el grupo compuesto por la purma alta ocupa también el 16.67% del predio.

Sector Pucameto, Tiene un área de 10 has. Los cultivos y las extensiones de purma alta que comprenden la propiedad son (1)

maíz duro con una extensión de 1.5 has., ocupando el 15 % del total de la propiedad, (2) maíz suave con una extensión de 0.06 has., ocupando el 0.6% de la propiedad y (3) purma alta con una extensión de 8.44 has., ocupando el 84.4% de la propiedad. En el Sector Toeico. Tiene un área de 3.5 has. En esta parcela la UPF nos muestra que extraen, atadijos y yarina el resto del área del predio está compuesto por *purmas* altas que no está utilizado y predomina especies maderables como son pinsha caspi (11 árboles), chichara caspi (700 árboles), ocueras (160 árboles) y céticos (60 árboles).

En el Sector Shapumbal de 0.5 has, en esta parcela no se desarrolla actividad productiva, pero si esta como zona protegida y conservada por la familia Ushiñahua Pinchi. La parcela está conformada por shapumba y árboles maderables como moenas.

El Sector Chimbada, tiene un área de 1 ha. Los cultivos los agrupamos en 6 grupos, compuestos por (1) plátanos, con una extensión de 0.125 has., ocupando el 12.5% del predio, (2) el grupo de yuca, frejol y algodón ocupando 0.125 has., ocupando también 12.5% del predio, (3) el grupo de hortalizas con una extensión de 0.25 has., ocupando el 25% del predio, (4) el grupo de tubérculos con una extensión de 0.25 has., ocupando el 25% del predio, (5) el grupo de maíz y ajís con una extensión de 0.125 has., ocupando el 12.5% del predio y por último (6) el grupo de maní con una extensión de 0.125 has, ocupando también el 12.5% del predio.

2. La familia del Campesino Floy Gamonal Sarmiento. Esta UPF dispone de 91.75 has. de terreno. Los cultivos y las extensiones de terreno que comprenden la propiedad son, (1) pastizales con una extensión de 74 has., ocupando el 80.7% del total de la propiedad, (2) purma alta con una extensión de 6 has., ocupando el 6.5% de la propiedad, (3) cashucsha con una extensión de 4 has., ocupando el 4.4% de la propiedad, (4) la purma baja con una extensión de 2 has., ocupando el 2.2% de

la propiedad, (5) el plátano y cacao ambos con una extensión de 1.5 has., ocupando y 1.6% de la propiedad, (6) monte alto, maíz, frutal y yuca todos estos tienen cada uno una extensión de 0.5 has., ocupando cada uno de ellos 0.5% de la propiedad, por último (7) las hortalizas tienen una extensión de 0.25 has., ocupando el 0.3% de la propiedad.

3. La familia de don Manuel Del Águila Tafur. Esta UPF dispone de 58 has. de terreno. Los cultivos y las extensiones de terreno que comprenden la propiedad son, (1) monte alto con una extensión de 22 has., ocupando el 37.9% de la propiedad, (2) pasto brizantha con una extensión de 15 has., ocupando el 25.86% de la propiedad, (3) tierras sin trabajar con una extensión de 11.5 has., ocupando el 19.8% de la propiedad, (4) maíz con una extensión de 3 has., ocupando el 5.17% de la propiedad, (5) cacao y plátanos ambos con una extensión de 1.5 has., ocupando cada uno de ellos el 2.59% de la propiedad, (6) pasto King Grace con una extensión de 1 ha, ocupando el 1.7% de la propiedad, (7) yuca y frutas tropicales ambas con una extensión de 0.5 has., ocupando cada uno de ellas el 0.86% de la propiedad, por último (8) el café, tubérculos, hierbas medicinales frejol cada una de estas con una extensión de 0.25 has., ocupando cada uno de ellas el 0.43% de la propiedad.

4. La familia de don Uver Huatangari Gamonal. Esta UPF dispone de 16.13 has. de terreno. Los cultivos y las extensiones de terreno que comprenden la propiedad son (1) monte alto con una extensión de 7.50 has., ocupando el 43.8% de la propiedad (2) pastizales con una extensión de 5.5 has., ocupando el 32.1% del total de la propiedad (3) terreno en preparación con una extensión de 1.5 has., ocupando el 8.8% de la propiedad (4) cacao con una extensión de 1 ha., ocupando el 5.8% de la propiedad (5) yuca, plátano y café todos con una extensión de 0.5 has., ocupando cada uno de ellas el 2.9% de la propiedad, por último (6) las hortalizas con una

extensión de 0.125 has., ocupando 0.7%, de la propiedad.

5. La familia de la señora Erlinda Flores Gamonal. Esta UPF dispone de 103.25 has. de terreno. Los cultivos y las extensiones de terreno que comprenden la propiedad son (1) monte alto con una extensión de 69 Ha, ocupando el 66.8% de la propiedad (2) pastizales con una extensión de 14 has., ocupando el 13.6 % del total de la propiedad (3) cafetal 14 has., ocupando el 13.6% de la propiedad (4) cacao y plátanos con una extensión de 2 has. cada uno, ocupando cada uno de estos el 1.9% de la propiedad (5) frutal con una extensión de 1.5 has., ocupando el 1.5% de la propiedad (6) maíz con una extensión de 0.5 has., ocupando el 0.5% de la propiedad, por ultimo (7) caña con una extensión de 0.25 has., ocupando el 0.2% de la propiedad.

2. Floy Gamonal Sarmiento	42	117,643.00	108,801.73	1.08
3. Manuel Del Águila Tafur	46	50,156.00	46,868.50	1.07
4. Uver Huatangari Gamonal	21	35,087.50	27,862.18	1.26
5. Herlinda Flores Gamonal	26	269,005.00	165,117.50	1.63

Fuente. Elaboración propia. Anexo 7.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dinámica económica y cultural de las UPFs.

### El Valor Bruto de la Producción (VBP) y el costo de producción.

### La relación Beneficio-Costo (B/C)

De los cinco casos estudiados, todo el conjunto de actividades productivas de la UPFs nos brinda relaciones de B/C que superan a 1, los cuales son indicadores de uso apropiado y eficiente de los recursos. Estos valores de estas relaciones, se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla 2. Relación beneficio-costo de las UPFs

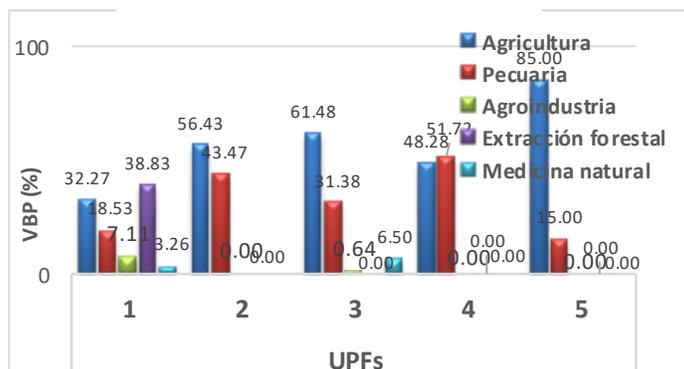
UPFs	N° de productos valorados	VBP S/.	Costo de producción S/.	B/C
1. Manuelita Del Carmen Ushiñahua Pinchi	39	11,058.50	7,154.67	1.55

### Procedencias del VBP.

Las procedencias del VBP provienen de 5 actividades que las familias realizan y en promedio de 34 productos valorados que las familias producen. En orden porcentual de prioridad, estas actividades son: agricultura (56.7), ganadería (32.0), extracción forestal (7.8), medicina vegetal (2.0) y agroindustria (1.6). Los aportes de estas 5 actividades al VBP de cada una de las UPFs, se puede observar en el siguiente histograma.

Grafico 1.

### Procedencia del VBP %



Fuente. Elaboración propia.

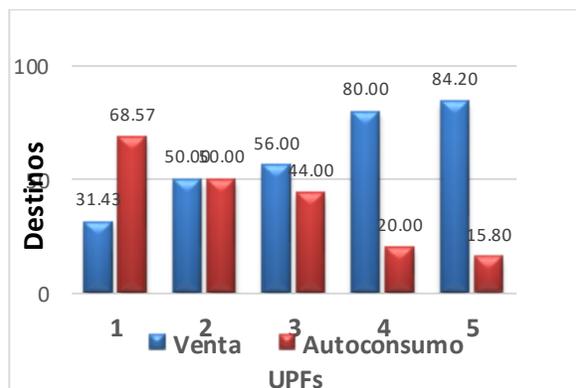
### Destinos de la producción.

En cuanto a los destinos de la producción en promedio de los 5 UPFS, la venta supera al 60% del destino de la producción, mientras que el autoconsumo familiar de las producciones es menos del 40% en promedio que las 5 UPFs requieren, para sus usos familiares, intercambios, semillas,

regalos, etc. Estos destinos de cada uno de las UPFs se pueden apreciar en el siguiente histograma.

**Grafico 2**

**Destinos de la producción %**



Fuente. Elaboración propia. Anexo 7.

**Ingresos.**

**Ingresos anuales y mensuales.**

Los ingresos altos de la mayoría se deben al monocultivo en grandes extensiones de café y a los precios, pero con la roya amarilla, los ingresos bajaron sustancialmente y se complementan con la crianza extensiva de ganadería vacuna. En ambos casos va en desmedro de los bosques, las fuentes de agua y la diversidad agrícola y forestal que no superan las 20 variedades que tienen en contraste al UPF de menor ingreso, cuya diversidad de cultivos supera las 35 variedades. Los de altos ingresos y menos variedades de cultivos, sin embargo son altamente vulnerables a los riesgos climáticos, económicos, alimentarios y de plagas y enfermedades, como ha sucedido durante estos últimos años con la presencia endémica de la roya amarilla en el cultivo del café. Los ingresos anuales y mensuales, así como la diversidad de productos que las familias venden, se pueden apreciar en la tabla 3.

**Tabla 3. Ingresos anuales y mensuales de las UPFs en S/.**

UPFs	N° de productos que venden	Ingresos	
		Anual	Mensual
1. Manuelita Del Carmen Ushiñahua Pinchi	35	9,445.16	787.10
2. Floy Gamonal Sarmiento	19	48,319.80	4,026.65
3. Manuel Del Águila Tafur	40	30,487.33	2,540.61
4. Uver Huatangari Gamonal	13	33,602.52	2,800.21
5. Herlinda Flores Gamonal	15	228,902.40	19,075.20

Fuente. Elaboración propia. Anexo 9.

Según los cálculos de costos de producción de los diversos cultivos, los costos de producción en ganadería y pastos, y en cultivos permanentes como café, cacao y frutales, con el transcurrir del tiempo, estos costos disminuyen, ya que se utiliza menos semillas, mano de obra para preparación de terreno, producción de plántones, siembras y deshierbes, y con esta disminución de los costos de producción, se incrementan los ingresos de las UPFs, sumados a estos el aumento de producción que tienen estos cultivos con el incremento de sus desarrollo vegetativo y productivo.

Lo mismo sucede con el incremento de la diversidad de cultivos por unidad de área sembrada y con los valores agregados que mediante la transformación de los subproductos se generan a estas actividades agrícolas y pecuarias, los costos de producción disminuyen y los ingresos se incrementan, ya las actividades que se realizan en su producción sirven para el conjunto de los componentes. Se oferta más diversidad de productos y con mayores valores. Como sucede con el cultivos de yuca producido en asociaciones y rotaciones con otros cultivos y transformado en almidones, fariña y bocaditos. (Informe de Estudio de viabilidad del cultivo de la yuca (*Manihot*

esculenta, ARAA/CHOBA-CHOBA. Mishquiyacu, 2015). Lo mismo se puede observar con la producción de cerámica, tejidos, comidas, medicina vegetal, transformación de la sal. (Informe de Feria de Saberes Productivos. ARAA/CHOBA-CHOBA. Pilluana, 2015). Estas modalidades tienen menos riegos climáticos, de plagas y enfermedades, y económicos.

### Procedencia de los ingresos.

Más del 85% de los ingresos de las UPFs provienen de la actividad agropecuaria y extractiva. Los detalles de la procedencia de los ingresos de cada uno de las UPFs se pueden apreciar en el siguiente histograma.

Grafico 3.



Fuente. Elaboración propia. Anexo 9.

### Calidad y productividad de la agrobiodiversidad.

La calidad y productividad de los cultivos, percibidos desde el propio entendimiento de las familias dependen también de la intimidad que tienen las familias con sus cultivos y con su entorno natural, como se puede entender en las manifestaciones de doña Manuelita Del Carmen, cuando dice: “Cuando siembras la sachapapa (*Dioscorea trifida*) no tocas tu nada (se refiere a las partes del cuerpo), sale lindo, eso es su dieta, si tocas las partes íntimas que tienen el hombre y la mujer el fruto sale fibroso y si metes en tu nariz sale *mapa*

*mapa* (secreción espesa de la nariz); tampoco se tiene relaciones sexuales después de la siembra, pero ¡sí! las mujeres en el momento de sembrar tocan sus senos para que los frutos sean grandes. De igual modo la sachapapa se siembra después de la *mengua* (lunallena) y también para el quinto (cuarto menguante) para que produzca en abundancia. También la producción depende de la forma de siembra, si siembras en hoyo grande, bien enterrado, produce bien; depende así mismo del tipo de suelo, en tierra de hoyada (suelo fértil de hondonadas) produce bien; cuando es buen tiempo (época oportuna de siembra) produce bien; los deshierbes oportunos también son importantes. La sachapapa produce a un año de su siembra, cuando seca su hojita ya es buena para la cosecha, así también es el dale-dale (*Calathea allouia*). Unavez que le cosecho ahí mismo le siembro... esos son los secretos de la sachapapa”

### El corredor económico y regenerativo de la agrobiodiversidad.

El corredor económico de la agrobiodiversidad desde las estrategias campesinas del Mishquiyacu, está relacionada a los ciclos o circuitos regenerativos de las semillas y a los lazos de solidaridad y redistribución de esta diversidad, como se puede entender en los testimonios de la señora Manuelita Ushiñahua, cuando dice: “Este árbol de paliperro (*Vitex sp.*) he traído de la escuela de Mishquiyacu, como saben que me gusta sembrar, me han regalado medio kilo de semilla y eso he hecho mi almácigo y de ese modo tengo esas semillas de este árbol. Y este cedro (*Cedrela odorata*) mi papá ha traído de acá del distrito de Tingo de Ponaza, él ha comprado esa semilla, mi papá ha sembrado y dos plantas le ha crecido y de ahí hay este cedro, y yo ya he

compartido con varias gentes la semillita. Así también yo comparto con mucha gente, algunos no me piden pero llevan de acá, vienen a visitar y llevan de aquí, les regalo y llevan a distintos sitios. Vienen los visitantes a veces de Picota, Buenos Aires, de Tres Unidos y Pilluana, ellos le llevan a sembrar en otros lugares. No les vendo, yo les hago ver y les comparto la semilla. Tengo también la semilla de algodón hasta malliqui (semillas vegetativas) de guisador (*Curcuma longa* L.) yo les comparto y no les vendo.

Tengo también la col (*Brassica oleracea* var. *Viridis*), algunas plantas medicinas. Algunas plantas no producen aquí, pero sí producen en mi otra chacra del Sector Chimbada. Algunas semillas que no he tenido, Choba Choba me ha compartido y por eso yo tengo esas cosas, y de ahí cuando ya aumenta lo sigo compartiendo con otras personas. El malliqui (hijuelo) de plátano (*Musa paradisiaca*) yo lo he traído del señor Lincer, de ahí he comprado 30 malliquis y de ahí le hice aumentar. Las frutas ya he encontrado sembrado, cuando me dio mi papá este terreno, pero algunos ya he sembrado yo.

Todas estas plantas también son recuerdo de Choba Choba cuando me han llevado a las pasantías. De pasantía me fui donde don Pedrito en el Alto Mayo, también por el Sector Shapumba de la comunidad de San Juan. Andando he aprendido algunas cosas, para orientar y enseñar a otras personas, cómo sembrar por ejemplo y así voy a seguir compartiendo con las cosas que he aprendido.

### **La solidaridad y redistribución campesina.**

La economía de las familias campesinas de la cuenca del Mishqiyacu, se garantiza

en el cultivo de la biodiversidad, pero también en su alto sentido de la solidaridad y redistribución, así como en su alto sentido espiritual que esta diversidad tiene en sus relaciones con las familias campesinas, esto nos da a entender en sus versiones, la señora Manuelita Ushiñahua, cuando manifiesta: “Soy una persona que me gusta sembrar y compartir con las personas que no tienen. Cuando vienen a ver mi chacra o mi casa, les regalo las semillas, les enseño mis sabidurías de esas plantas. Les enseño por ejemplo cómo van a curar las enfermedades de las personas, y algunas personas me agradecen y me ofrecen dinero, pero yo no lo hago por interés, yo lo hago por voluntad de Dios y... he aprendido muchas cosas para no ser egoísta.

Tengo las plantas medicinales conocidas como sagrado corazón, patquina (*Dieffenbachia obliqua*) para que proteja la casa de los malos espíritus. Tengo la mucura macho (*Petiveria alliacia* sp.) sirve para hacer bañar a los hombres que no cacean (que no cazan), el toé sirve para medicinar (curar) a los niños y a los adultos, el llantén también es una hierba medicinal; la mucura hembra (*Petiveria alliacia* sp.) es una hierba que sirve para baños en casos que la gente tenga mala suerte en su vida.

Las plantas que ves y que digo que cuidan la casa y protege en bien de los animales, de los enemigos, los rateros o algunas maldades (daños espirituales). Las plantas cuidan cuando alguna cosa viene y chocan (choque ritual) ahí porque cada planta tiene su ánima o espíritu, ellos son los que te protegen de algún mal que te quieren hacer.

La planta de la sábila se utiliza para inflamaciones, es también para las mujeres que no pueden tener hijos; también tengo la congonita (*Piperonia refileta* L.) el noni (*Morinda citrifolia*) la hierbasanta (*Cestrum hediondunim* Dun.) la albaca sirve para el mal aire y para algunas señoritas para que les curen cuando tienen por primera vez su regla o menstruación. Tengo naranja (*Citrus sinensis*) san pedro (*Echinopsis pachanoi*) jengibr (*Zingiber officinale*) piñón colorado (*Pinus Engelm*) que protege la casa. A las plantitas yo les soplo con el humo de mapachito (cigarro nativo) para que sean protegidos ellos también.

Como me visitan a veces del centro de salud de Picota, ellos no hallan ningún defecto acá por lo que yo le sé utilizar a las bandejas de plástico a las ollas de metales malogrados, no encuentran mojado o lo que escurre el agua. En envases de gaseosa o bandejas descartadas de plástico yo le hago un huequito abajo para que no estanque el agua y ahí hago mis maceteros... aquí nada es desperdicio, todo sirve para algo.

Yo vivo feliz cuando Dios me da sus bendiciones. Llueva o no llueva yo vivo rogando al señor que mis plantas produzcan, que quizás no me dé cantidad, pero yo me contento con poco y no me falta en mi cocina y para vender; vender si quierapara el pan, el jabón y para el pasaje de nuestros estudiantes.

Yo cuando veo lo que no tengo alguna plantita, le siembro y con eso soy feliz. Yo me siento bien con los productos que tengo, quizás no en cantidad, pero vendo lo que siembro. Tengo para sustentar a mi familia tranquila y no endeudándome en el banco... vivo de mi chacra y de mi trabajo.

Algunas plantas crecen degeneradas y no hay producción, eso se debe a la mucha lluvia, porque algunas quieren verano (ausencia de lluvias). Con estas plantas degeneradas no hay ganancia y se lo tiene solo para mantener la semilla, pero yo no me desanimo, al contrario tengo que escoger la semilla para sembrarlo otra vez, porque sé muy bien que para la próxima producción será más abundante. Porque el mes que he sembrado fue en mayo y en mayo hubo lluvia en cantidad suficiente.

Aquí tengo sembrado maní moradito y maní blanco, la próxima siembra es en octubre, en setiembre también se siembra, después de la primavera. Sembrar en otra parte donde quedó el abono del maizal y en este maní va entrar el maíz como socio de este cultivo: maíz y maní (*Arachis hypogaea*) juntos y cada cual en su momento.

## CONCLUSIONES

- a) Para las Unidades Productoras Familiares de la parte baja de la cuenca del Mishquiyacu, comunidades de Mishquiyacu y Sapotillo (distrito de Pilluana y tres unidos), notamos una mayor diversificación de los cultivos y en forma asociada.
- ✓ La canasta de cultivos está formada por especies anuales, semi permanentes y permanentes.
  - ✓ Existe pesca en pequeñas cantidades ya sean por casos fortuitos como cuando el cerro Cachisapa se desprende y por la actividad acuícola que en pequeña escala, se está activando en la zona a través de piscigranja familiar.
  - ✓ La relación B/C (VBP/costos totales) promedio alcanza a 1,26, que representa la racionalidad del productor, sin embargo el VBP mensual promedio per cápita es de 325.00 soles, por

debajo del ingreso mensual per cápita de San Martín.

b) Para las Unidades Productoras Familiares de la parte media de la cuenca, comunidades de San Juan, distrito de Tres Unidos, notamos claramente la presencia del cultivo del café, cacao y la ganadería, lo cual nos muestra un importante desarrollo de diversificación de actividades y cultivos.

✓ La canasta de cultivos está formada por especies anuales con una mayor proporción, también cultivos semipermanentes y permanentes.

✓ Notamos la presencia de un grupo de trabajadores que mantienen la tradición de la choba choba que realza el valor tradicional y disminuyen los costes nominales para las actividades de la tierra en dicha familia.

✓ La relación B/C (VBP/costos totales) promedio alcanza a 1,07, que representa la racionalidad del productor, sin embargo el VBP mensual promedio per cápita es de 273.96 soles, por debajo del ingreso mensual per cápita de San Martín.

c) Para las UPFs de la parte alta, comunidades de Paraíso y Nueva Santa Rosa, distrito de Tres Unidos, destaca en forma masiva del cultivo de café y la ganadería extensiva, lo cual generan utilidades monetarias significativos pero con altos coste ambientales.

✓ La canasta de cultivos está formada por especies anuales, semi permanentes y permanentes, con mayor preponderancia de los últimos.

✓ La relación B/C (VBP/costos totales) promedio alcanza a 1,26, que representa la racionalidad del productor, sin embargo el VBP mensual per cápita rondaba los 4,629.705 soles, antes que llegara la roya amarilla, ahora el VBP mensual es de 602.11 nuevos soles.

✓ De manera preliminar podemos concluir que las economías de las UPF de la cuenca son precarias, caracterizadas por una alta vulnerabilidad ante factores naturales, plagas y enfermedades, fluctuaciones erráticas de precios agrícolas en la región; en consecuencia sus niveles de capitalización son bajos.

d) Esta agricultura campesina ancestral biodiversa y sus diversos tipos de saberes y prácticas de conservación continúan vigentes y cada vez más pertinentes, re-creándose (cambios regenerativos) en los nuevos contextos, incluso adversos como: el crecimiento de la población humana y con ello la presión sobre la tierra, la crisis climática aunada a la depredación de los ecosistemas por actividades monoculturales, y en al actual pandemia del COVID-19 causada por el SARS-2 con el abastecimiento de alimentos sanos y baratos y estrategias de escape a este virus.

## **RECOMENDACIONES.**

a. Continuar estos estudios de valoración económica teniendo en consideración también los ingresos no monetarios, la artesanía, mano de obra fuera del predio, los ingresos de otros oficios que tienen, etc. que son significativos para las familias que conservan biodiversidad y saben hacer el uso sostenible de esta biodiversidad. Con estos tipos de ingresos las familias tienen menos egresos ya que la mayor parte de productos que obtienen para sus diversas necesidades como alimentación, salud, viviendas, etc. Lo obtienen de sus espacios de vida: bosques, campos de cultivos, fuentes de agua y los oficios que practican en sus viviendas.

b. Es importante también conocer la relación de la producción biodiversa con

los mercados locales, que aportan alimentos y fuentes de ingresos a las mayorías poblacionales de la región, que de seguro son significativos, así como las que se exportan de modo no convencional.

c. Se debe adaptar las actividades productivas a la vocación de los suelos, las ecologías locales y a la demanda de los mercados locales.

d. Al encontrarse en la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul, estas actividades deberán compatibilizarse con los fines de esta área natural protegida.

e. Resaltar la participación de la mujer campesina en el uso sostenible y en la comercialización de la biodiversidad. Y hacer notar a los jóvenes (varones y mujeres) y a las poblaciones urbanas las ventajas que garantiza la “vida campesina”, facilitando si así a los requieran, su incorporación al campesinado.

f. Reforestar y practicar silvicultura y reforestación biodiversa en las extensiones de pasto y laderas.

g. Sensibilizar y orientar a la población en temas de desastres naturales, ya que en la zona existen desprendimientos de lodo y sedimentos denominados aluviones, por el deterioro de los suelos producto de la tala irracional, la ganadería extensiva y el monocultivo.

h. Profundizar la reflexión en política y legislación de la conservación In Situ, en mercados de la agrobiodiversidad, en sistemas de información y monitoreo de proyectos incrementales. Como temas de intereses globales (PRATEC, 2003), como las crisis actuales de presión demográfica sobre la tierra, la crisis climática, las pandemias y la inseguridad alimentaria.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAA/CHOPA-CHOPA, (2003)

Informe anual cualitativo 2003-1. Proyecto de Conservación In-Situ de Plantas Cultivadas Nativas y sus Parientes Silvestres en la Región San Martín. Tarapoto, San Martín. 74 págs.

ARAA/CHOPA-CHOPA, (2010)

Informe de sistematización y análisis de los resultados del Proyecto: Promoción de la diversidad agrosilvícola nativa para la estabilización de las familias campesinas en las comunidades de la Zona de Amortiguamiento (ZA) del Parque Nacional Cordillera Azul (PNCAZ). Tarapoto, San Martín. 307 págs.

Rengifo, Grimado; Ishizawa, Jorge; Panduro, Rider. (2017.)

ARAA/CHOPA-CHOPA. La educación comunitaria rural en San Martín. Una mirada desde la cuenca del río Mishkiyacu.

Ishizawa, Jorge, (2003)

PRATEC. Kawsay Mama (madre semilla) Proyecto In Situ. Criar diversidad en Andes del Perú: Los desafíos globales. Lima, Perú. 112 págs.

Leisa, (2016)

Revista de AGROECOLOGÍA, volumen 32, número 2. Leguminosas y plantas silvestres en la alimentación y la agricultura. Artículo Rider Panduro Meléndez: Regeneración campesina de las leguminosas de grano en los Andes Amazónicos del Perú. Págs. 22 al 24. [www.etcandes.com.pe](http://www.etcandes.com.pe) ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Leisa, (2014.)

Revista de AGROECOLOGÍA - agricultores, volumen 30, número 3. El paisaje y la agricultura familiar. Artículo Rider Panduro Meléndez: Regeneración de los paisajes bioculturales en la

amazonia alta del Perú. Págs. 22 al 23.  
www.etcandes.com.pe ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Leisa, (2012)

Revista de AGROECOLOGÍA, volumen 28, número 3. Organizaciones de agricultores en el trabajo. Artículo Rider Panduro Meléndez: Expresiones de reciprocidad para una economía saludable: Los choba-chobas. Págs. 20 al 22.  
www.etcandes.com.pe ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Leisa, (2012).

Revista de AGROECOLOGÍA, volumen 28, número 3. Organizaciones de agricultores en el trabajo. Artículo Rider Panduro Meléndez: Lamas: la calidad nutricional de la población amazónica. Contra carátula. www.etcandes.com.pe ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Leisa, (2011).

Revista de AGROECOLOGÍA, volumen 27, número 4. La defensa de la tierra y el territorio. Artículo Rider Panduro Meléndez: Los territorios kechwa-lamas y la superposición de sus modos ancestrales de relacionarse con la tierra. Págs. 11.  
www.etcandes.com.pe ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Leisa, (2011).

Revista de AGROECOLOGÍA, volumen 27, número 2. "Árboles y agricultura." Artículo Rider Panduro

Meléndez: "Crianza campesina de los árboles en la amazonia alta." Págs. 27 al 29. www.etcandes.com.pe ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Leisa, (2011).

Revista de AGROECOLOGÍA, volumen 27, número 1. Una nueva generación de agricultores: la juventud campesina. Artículo Rider Panduro Meléndez: Los jóvenes kechwa-lamas y la agricultura sostenible. Págs. 14 al 17.  
www.etcandes.com.pe ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Leisa, (2004).

Revista de AGROECOLOGÍA, volumen 19, número 4. Rehabilitación de tierras degradadas. Artículo Rider Panduro Meléndez: (2011) Prácticas campesinas tradicionales para la recuperación de áreas degradadas en la amazonia alta, región San Martín, Perú. Contracarátula.  
www.etcandes.com.pe ; [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)

Valladolid, Julio, (2005)

PRATEC. Kawsay Mama (madre semilla) Proyecto In Situ. Importancia de la Conservación In Situ de la Diversidad y Variabilidad de las Plantas Nativas Cultivadas y sus Parientes Silvestres y Culturales en la Región Andino – Amazónica del Perú. Lima, Perú. 94 págs.

## COMPORTAMIENTO DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus Hampei*) ANTE EFECTOS DEL BIOCIDA NEEM (*Azadirachta Indica*) E HIGUERILLA (*Ricinus Communis*) EN MONZÓN, PERÚ.

Behavior of the coffee drill (*Hypothenemus hampei*) before the effects of the biocide Neem (*Azadirachta indica*) and Higuierilla (*Ricinus communis*) in the Monzón district, Peru

**Alejos - Loyola Gloria Luz & Valverde - Rodríguez Agustina\***

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL<sup>1</sup>

\* Correo electrónico: [agustina.valverde@ug.uchile.cl](mailto:agustina.valverde@ug.uchile.cl)

 [0000-0003-1522-4827](https://orcid.org/0000-0003-1522-4827)

### RESUMEN

Se evaluaron los efectos del biocida Neem (*Azadirachta indica*) e Higuierilla (*Ricinus communis*) en el comportamiento de la broca (*Hypothenemus hampei*), en plantaciones de café variedad Limani en el distrito de Monzón, Huánuco, Perú a 1100 msnm. Se ocuparon 2 dosis de cada biocida (1L y 4L de extracto de Neem/20LH<sub>2</sub>O, 1L y 4L de extracto de Higuierilla/20LH<sub>2</sub>O) (Testigo absoluto), con frecuencia de aplicaciones a 8 días y muestreos a 5 días después de cada aplicación en la etapa de floración y maduración de los frutos del café. Entre los resultados se observa que la dosis de 4L de extracto de Neem/20LH<sub>2</sub>O presenta menor porcentaje de infestación (2.13 %), menor número de cerezos brocados (1.67) en contraste con el tratamiento testigo (10.83 %) , en cuanto al número de brocas por cerezo se registran rangos mínimo de broca (1 a 1.33) siendo superado por el testigo (7.50 brocas/cerezo), en la posesión de ataque se registra la B (1 a 2.75 "brocas" se encuentra en el canal de penetración, es decir en el mesocarpo del fruto de café) en tanto el testigo con posesión D (13 "brocas" dentro de la semilla y tienen descendencia huevos, larvas, pupas).

**Palabras claves:** Eficacia, posesión e ataque de la broca, porcentaje de infestación, cerezos brocados, Insecticida botánico

### ABSTRACT

The effects of the biocide Neem (*Azadirachta indica*) and Higuierilla (*Ricinus communis*) on the behavior of the bit (*Hypothenemus hampei*) were evaluated in coffee plantations of the Limani variety in the district of Monzón, Huánuco, Peru at 1100 masl. 2 doses of each biocide (1L and 4L of Neem extract / 20LH<sub>2</sub>O, 1L and 4L of Higuierilla extract / 20LH<sub>2</sub>O) were used (absolute control), with frequency of applications at 8 days and sampling at 5 days after each application in the stage of flowering and maturation of the coffee fruits. Among the results, it is observed that the 4L dose of Neem / 20LH<sub>2</sub>O extract presents a lower percentage of infestation (2.13%), a lower number of brocade cherry trees (1.67) in contrast to the control treatment (10.83%), in terms of the number of bits per cherry tree, minimum ranges of bit are recorded (1 to 1.33) being exceeded by the witness (7.50 bits / cherry), in the possession of attack the B is recorded (1 to 2.75 "bits" is in the penetration channel, that is to say, in the mesocarp of the coffee fruit), as well as the control with possession D (13 "bits" inside the seed and eggs, larvae, pupae have offspring). Keywords: Efficacy, possession and attack of the drill, percentage of infestation, broca cherry trees, Botanical insecticide

**Keywords:** Efficacy, possession and attack of the bit, percentage of infestation, brocade cherry, Botanical insecticide

<https://doi.org/10.47840/ReInA20207>

**Recibido:** 16 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 02 de abril de 2020

## INTRODUCCIÓN

A partir del año 1997 los cafés especiales peruanos incursionan en el mercado internacional, el Perú es uno de los principales productores junto con México y Papua Nueva Guinea. Según la Organización Internacional del Café (ICO), Perú se ubica en el top diez como productor/exportador de café a nivel mundial, el café orgánico (café verde) sin tostar ni descafeinar, representa más del 99% de las exportaciones según informa el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2018). Sin embargo, los más recientes informes revelan que, pese a ser el líder de las agro exportaciones, los costos de producción se han incrementado considerablemente, siendo una de las causas las plagas y enfermedades, entre ellas la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae).

La broca de café considerada como plaga clave y de mayor importancia económica en el cultivo de café a nivel mundial, se ve favorecido por su capacidad de dispersión, puede infestar rápidamente áreas nuevas y parcelas enteras siendo complicado el control de sus poblaciones. Sus daños son sinónimo de disminución del rendimiento y de la calidad de los granos reduciendo su valor comercial. Es capaz de destruir los frutos, forma túneles y galerías donde deposita sus huevos, y las larvas se alimentan del endospermo (Blanco-Metzler y Pacheco-Alvarado et al., 2015). En frutos inmaduros, puede provocar la caída prematura de estos, o la pudrición de los mismos hasta 50%. En caso de que el insecto penetre el fruto en estado de pre maduración, se reproduce en el interior del grano, la descendencia se alimenta y destruye el interior (Bustillo, 2006; Blanco-

Metzler et al., 2015). Los granos son atacados a los 40 días del cuajado, las hembras perforan el fruto y depositan 12 a 20 huevos por grano, luego abandonan el grano y continúan opositando en otros frutos sanos. En zonas donde existen granos durante todo el año, se presenta una proliferación continua de este coleóptero y un mínimo de 10 generaciones por año (Acacio y Gil, 2018; Tecchno, 2001).

Se han realizado numerosas investigaciones para el control de *H. ampei* utilizando diversas tácticas de control, individualmente o dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas, entre ellas el uso de los entomopatógenos, parasitoides y predadores (Muñoz, 1994; Chiriboga et al, 2018). Según Jurado, (2018) el uso de insecticidas puede ser efectivo si se utiliza previo a la entrada de la hembra al endospermo, inefectivo si el insecto está en el interior del grano (Brun et al., 1989, citados por Barker, 1999; Blanco-Metzler et al., 2015). En Perú, precisamente del Valle de Monzón sales los cafés de exportación con certificación orgánica, cultivo alternativo a la hoja de coca. Para seguir manteniendo el estatus de producción orgánica se requiere incorporar nuevas alternativas de control amigables con el medio ambiente y cuidado a la salud de las personas y la contribución a la sostenibilidad de los modos de vida que dependen de la agricultura (Santamaría-Guerra y González, 2017), sin afectar el equilibrio ecológico y la economía del agricultor. Por esta razón se hace necesario la búsqueda de alternativas de control, como el uso de biocidas a base de plantas con propiedades insecticida existentes en la zona, con la posibilidad de no dejar residuos tóxicos en los frutos a

cosechar, así como la protección del agro ecosistema.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el sector de Chaupiyacu, distrito de Monzón, en plantaciones de la variedad Limani (Nueva variedad resistente a la roya introducida en el año 2015) de 3 años de edad, situada a 1100 msnm. Con temperatura fluctuante de 19.3°C a 29.4°C y 67% HR, un régimen pluvial de los 3100 mm/anuales.

Se seleccionaron 20 plantas dentro de cada unidad experimental, en total 300 plantas y se marcaron con cintas de diferente color según el tratamiento asignado (Cuadro 1). Las evaluaciones comenzaron a los 90 días después de la floración, cuando los cerezos estaban en pleno desarrollo y crecimiento, se tomaron 6 plantas de la parte céntrica, dejando como borde las plantas vecinas. De

cada planta se seleccionaron tres ramas productivas con más de 50 frutos ubicados en el tercio medio o inferior de la planta. Se colectaron 15 granos de café por repetición, se contabilizó el total de granos sanos y granos dañados con brocas, en los granos con daño se hizo un corte vertical y se realizó el conteo de brocas clasificando las larvas, pupas y adultos, y para determinar la posición de ataque se empleó la metodología de Bustillo, 2002 (Cuadro 1). Se realizaron 16 aplicaciones con frecuencias de cada 8 días, las evaluaciones se realizaron previo y a los 15 días después de la primera aplicación (DDA), a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 DDA.

Para determinar el porcentaje de infestación (P.I.) de la "broca de café", se usó la siguiente fórmula:

$$P. I. (\%) = \frac{\text{Numero de frutos con broca}}{\text{Total de frutos muestreados}} \times 100$$

Tabla 1. Posición de ataque de la broca de café en el fruto

Posición	Descripción
A	La "broca" se encuentra iniciando su penetración en el fruto de café, es decir se ubica a nivel del exocarpo.
B	La "broca" se encuentra en el canal de penetración, es decir en el mesocarpo del fruto de café
C	La "broca" está penetrando la semilla a la altura del pergamino o endocarpo
D	La "broca" se encuentra dentro de la semilla y tiene descendencia (huevos, larvas, pupas y adultos).

Los tratamientos fueron:

Tabla 2. Tratamientos y dosis de los biocidas utilizados en el control de la broca del café.

Tratamiento	Bocida/extracto	Dosis (L)
T1	Neem	1 L/20L de agua
T2	Neem	4 L/20L de agua
T3	Higuerilla	1 L/20L de agua
T4	Higuerilla	4L/20L de agua
T0	Sin aplicación	(Testigo absoluto)

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 90 plantas muestreadas. El análisis estadístico fue el Análisis de Variancia (ANDEVA) a los niveles de 0,05 y 0,01 de significancia y para la comparación de los promedios, se utilizó la Prueba de Duncan, a los niveles de

significación del 0,05 y 0,01; a través del software estadístico Info-Stat. Dado que la población inicial de brocas fue diferente entre los puntos de muestreo, se realizó un análisis de covarianza para la corrección y la transformación de los datos mediante la fórmula  $\text{arc}\sqrt{x}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen diferencias altamente significativas entre el testigo y los tratamientos al analizar el ANDEVA. En las parcelas sin aplicación se registran cerezos brocados al inicio de las evaluaciones que luego se incrementan en el tiempo llegando en un peak durante el tiempo de madurez de los frutos (9.75 cerezos brocados/planta en promedio), en

tanto, el T2 es la que registra menor número de cerezos infestados en promedio con 1.17 ( $F = 61.08$ ;  $p < 0.0001$ ) en la primera evaluación, incrementándose a 1.92 en el tercer mes para luego decaer a 1.58 en la última fecha, seguida por el T4 con 1.42 a 2 cerezos brocados/planta durante el periodo de evaluación.

Tabla 3 Promedios del número de brocas por cerezo y porcentajes de infestación durante el periodo de evaluación 2018-2019.

Tratamientos	Pre evaluación	Promedio / Infestación (%)							
		Nov.	(%)	Dic.	(%)	Ene.	(%)	Febr.	(%)
T2	0.00a	1.17a	1.85	1.92a	2.13	1.33a	1.48	1.58a	1.76
T4	0.00a	1.42a	1.57	2.00a	2.22	2.00ab	2.22	1.67a	1.85
T1	0.02a	1.67a	1.85	3.00a	3.52	2.50b	2.78	2.75b	3.06
T3	0.03a	2.33b	2.59	3.17a	3.52	3.33c	3.70	3.08b	3.43
T0	0.03a	5.00c	5.56	7.67b	8.52	8.92d	9.91	9.75c	10.83

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$  según prueba Duncan).

Comportamiento de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) ante efectos del biocida neem (*Azadirachta indica*) e higuierilla (*Ricinus communis*) en Monzón, Perú

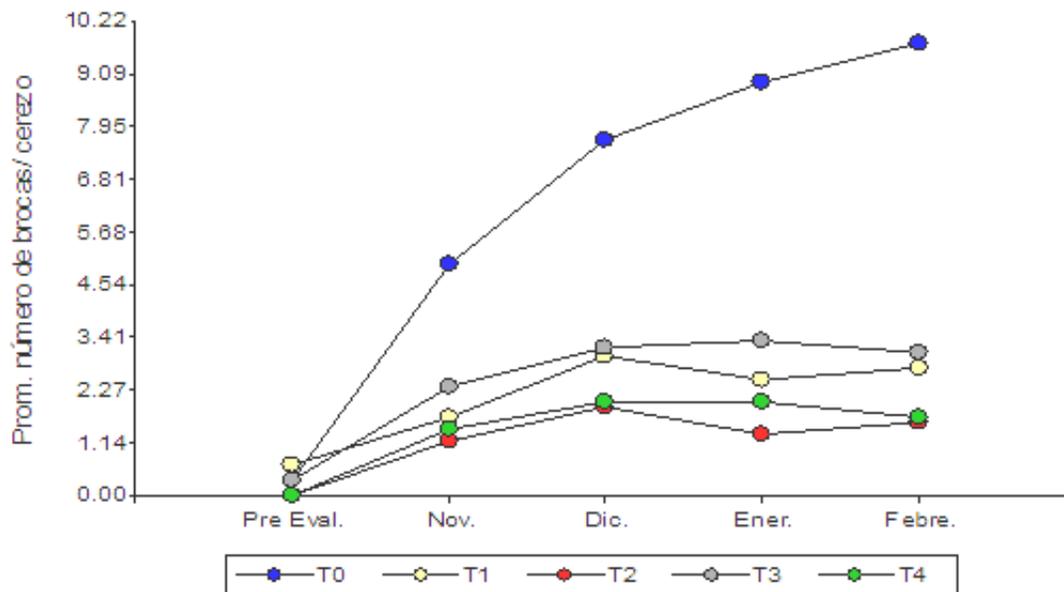


Figura 2: Promedios del número de brocas por cerezo evaluadas en los meses noviembre, diciembre 2018 y enero, febrero 2019.

En la Figura 1 se observa las diferencias en promedio de cerezos brocados/planta registradas durante las seis fechas de muestreo. A partir de la segunda fecha, se registró un aumento significativo en el porcentaje de cerezos con daño del testigo en comparación con los cuatro tratamientos biocidas evaluados, alcanzando un máximo de infestación de 10.83% durante la última fecha de muestreo (Figura 1). En tanto el tratamiento con menor promedio de los porcentajes de infestación en cerezos fue el (T2) biocida Neem a dosis de 4 L/20L entre 1.48 % a 2.13 % en la época más crítica; seguidamente por (T4) el biocida higuierilla con dosis de 4L/20L de agua, que registra infestaciones de 1.57% a 2.22 %. Estos resultados

En el caso de la evaluación de número de brocas por cerezo. No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos durante los dos primeros meses de evaluación (en todos los

coinciden con lo reportado por Martínez (2007) quien encontró que aplicaciones de extractos acuosos de semillas y hojas de neem (*Azadirachta indica*) reducen significativamente el número de frutos de café infestados, sugiriendo como posible explicación al efecto fagodisuasivo de los extractos en la colonización de la broca al cultivo. Los datos obtenidos son inferiores a lo reportado por Blanco-Metzler y Pacheco-Alvarado (2015) quienes utilizando Capsoil de 2 L/ha (producto formulado a base de neem) como uno de los tratamientos, reportan un menor porcentaje de infestación 13.39 % en comparación con el testigo que registra 26.60 % sin aplicación. Sin embargo, es alta la efectividad del producto.

tratamientos el número de brocas fluctúa entre 0.83 a 1 broca/cerezo en promedio. En tanto el tercer y cuarto mes de evaluación, en el tratamiento testigo se incrementa el número de individuos/cerezo,

registrándose en promedio hasta 7.50 brocas (F = 56.08;  $p < 0.0001$ ) diferenciándose este tratamiento

estadísticamente significativo en comparación con el efecto de los boicidas (Cuadro 4, Fig. 2).

Tabla 4: Promedios de número de brocas por cerezo.

Tratamientos	Pre evaluación	Periodo de evaluación 2018-2019			
		Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
T1	0.00a	1.00a	1.00a	1.00a	1.00a
T2	0.00a	0.83a	1.00a	1.00a	1.00a
T3	0.00a	1.00a	1.00a	1.00a	1.33a
T4	0.00a	0.92a	1.00a	1.00a	1.00a
T0	0.00a	1.00a	1.00a	6.08b	7.50b

En la Figura 2, se observa que el testigo en la etapa crítica (maduración de cerezos) incrementa la cantidad de brocas dentro del fruto, el cual fue significativamente superior que los registrados en los cuatro tratamientos a partir de la tercera fecha de muestreo. Este resultado indica que las biosidas en mayor o menor dosis aplicada, reducen significativamente la presencia de brocas en los frutos. Pérez et al., (2012) evaluaron diferentes dosis, solvente, periodo de medición y tipo de residuo en

extractos de *Ricinus communis* L. (Higuereta). Entre sus resultados se puede apreciar que en cada uno del período de medición, existe una tendencia a la disminución de la cantidad de Broca por muestra analizada en la medida que aumenta el grado de las concentraciones utilizadas; siendo los residuos verdes de *R. communis* con la concentración al 100%, el período de 72 horas y la forma del solvente agua hervida la que provoca mayor efecto en la disminución de la cantidad de Broca.

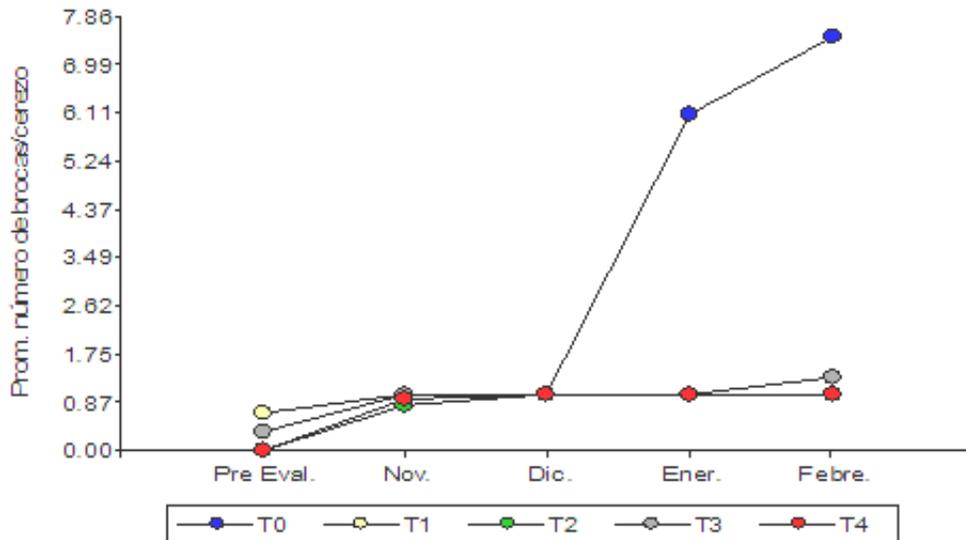


Figura 2: Promedios de número de brocas por cerezo evaluadas en los meses noviembre, diciembre 2018 y enero, febrero 2019.

**En cuanto a los resultados de la evaluación de posición de ataque de la broca en el fruto.**

En el cuadro 5. Se registran los cuatro rangos de posición de ataque A, B, C y D en el tratamiento testigo durante la última fecha de evaluación, con promedios superiores de número de cerezos/planta/posesión; en tanto los tratamientos reportan los rangos de A, B y C, siendo el T2 con menor número de frutos dañados/posesión (Cuadro 5).

Tabla 5: Promedios de número de brocas por cerezo con rangos de posesión de ataque.

Tratamientos	Pre evaluación	Promedio / Posesión de ataque (P)							
		Nov.	P	Dic.	P	Ene.	P	Febr.	P
T2	0.00a	0	-	0.50	A	0	-	0	-
		0	-	3	B	5	B	0.25	B
		0	-	0	-	0.75	C	4.50	C
T4	0.00a	2	A	3.50	A	0	-	0	-
		0	-	0.75	B	4.50	B	1	B
		0	-	0	-	1.25	C	4	C
T1	0.02a	0	-	1.25	A	0	-	0	-
		0	-	3.75	B	6.50	B	2.75	B
		0	-	0	-	2.50	C	5.50	C
T3	0.03a	1	A	1.50	A	0	-	0	-
		0	-	5	B	7.50	B	3	B
		0	-	0	-	2	C	5	C
T0	0.03a	1	A	1.50	A	0	-	0	-
		0	-	13.25	B	18.25	B	9.75	B
		0	-	0	-	5.25	C	16	C
		0	-	0	-	0	-	3.75	D

## CONCLUSIONES

El uso del extracto de *Azadirachta indica* o *Ricinus communis* a dosis de 4L/20LH<sub>2</sub>O con frecuencias de 8 días de aplicación, son recomendables para reducir las infestaciones y poblaciones de la broca en

el cultivo del café, debido a que la broca con estas aplicaciones no supera a los 5% de infestación, punto crítico del umbral de acción.

## BIBLIOGRAFÍA

Acacio, G., & Gil, J. (2018). Efecto del color de trampa en la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en tres localidades de Tingo María. *RevIA*, 2(1-2).

Barker, P. (1999). La broca del café en Colombia. CENICAFE-CABI Bioscience. Chinchina, Colombia. 148 p  
Bergamin, J. (1943). Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari,

- 1867) (Coleoptera: Ipidae). Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo. 14: 31-72
- Blanco-Metzler, H., & Pacheco-Alvarado, H. (2015). Efectividad del insecticida botánico Capsoil 9.82 ec en el control de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari)(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) en el cultivo del café (*Coffea arabica*).
- Borbón-Martínez, O. (2005). Experiencias sobre manejo de la broca del café en Costa Rica. In Barrera, J.F. (Ed). 2005. Situación actual y perspectivas de la investigación y manejo de la broca del café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México. Chiapas, México, Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). pp. 58-61.
- Bustillo, A. E. (2006). Una revisión sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 32(2):101-116.
- Chiriboga, H., Gómez, G., Garcés, K., Tamayo, P., Jaramillo, J., Orozco, M., ... & Jorgensen, S. E. (2018). Guía 1 manejo integrado de la roya del café. In Serie de Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/HN (IICA) (No. IICA H20). IICA, San Salvador (El Salvador) Unión Europea, Madrid (España) Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, Santa Ana (El Salvador) Ministerio de Agricultura y Ganadería, Santa Tecla (El Salvador)
- Gonzalez dufau, g. i., Santamaría guerra, j., Torres, l., Santo pineda, u., & Sanjur, m. (2018). Manejo ecológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en Cerro Tula, Comarca Ngäbe Buglé, Panamá. Cadernos de Agroecologia, 13(1).
- Jurado Zapata, O. (2018). Adopción de tecnología en manejo integrado de la broca del café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)) en el departamento del Cauca. Colombia.
- Martínez, S. S. (2007). Controle da broca-do-café com inseticidas botânicos: avâncos e perspectivas Manejo da broca-do-café. Anais. In Workshop Internacional de Manejo da Broca-de-Café 28 Nov-2 Dez 2004 Londrina (Brasil) (No. 633.7397 W926 2004). Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR (Brasil).
- Muñoz Hernández, R. (1994). Avances, problemas y recomendaciones en el control biológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en Honduras Memoria (No. IICA-PRRET A1/HN No. 95-001). Instituto Hondureño del Café, Tegucigalpa (Honduras) IICA, Tegucigalpa (Honduras).
- Pérez, Y. O., Zayas, D. V., Villa, O. V., Puentes, R. A., & García, S. T. (2012). Aplicación de extractos de hojas de *Ricinus communis* L. en el control de la Broca del cafeto. Centro Agrícola, 39(1), 85-90.
- Tecchno S (2001). Plan del manejo integrado de la broca del fruto del café. Lamas, Perú. 10 p

# INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES Indicators of Sustainability in Agroforestry Systems

Henry Briceño-Yen<sup>1</sup>

1. M.Sc. Producción Agrícola. Docente Asociado Facultad de Ciencias Agrarias-  
CP Ingeniería Agronómica-UNHEVAL-Huánuco Perú

Correo electrónico: [henryhby@hotmail.com](mailto:henryhby@hotmail.com) ,  <https://orcid.org/0000-0002-0629-3014>

## RESUMEN

Las actividades realizadas dentro de los ecosistemas agrícolas necesitan ser evaluadas bajo el enfoque de su sustentabilidad, en esta revisión se exponen aspectos relevantes que vinculan a los sistemas de producción y más específicamente a los sistemas agroforestales, paradigma de suma importancia, cuya relevancia no solo se sustenta en el aspecto productivo sino que busca establecer relaciones más armónicas entre las dimensiones, económicas, ecológicas y socioculturales, e identificar los indicadores que nos permitan evaluar la sustentabilidad, indudablemente existen evidencias que consolidan el papel que cumplen los SAF en la explotación adecuada y racional de los recursos de manera sustentable sin ponerlos en riesgo para el futuro de la sociedad.

**Palabras clave:** Ecosistemas, agroforestales, dimensiones, indicadores, sustentabilidad

## ABSTRACT

The activities carried out within agricultural ecosystems need to be evaluated under the focus of their sustainability. In this review, relevant aspects that link production systems and more specifically agroforestry systems are exposed, a paradigm of great importance, the relevance of which is not only It is based on the productive aspect, but rather seeks to establish more harmonious relationships between the economic, ecological and socio- cultural dimensions, and to identify the indicators that allow us to assess sustainability. There is undoubtedly evidence that consolidates the role that SAFs play in adequate and rational exploitation. resources in a sustainable way without putting them at risk for the future of society.

**Key words:** Ecosystems, agroforestry, dimensions, indicators, sustainability

<https://doi.org/10.47840/ReInA20208>

**Recibido:** 17 de marzo de 2020

**Aceptado para publicación:** 30 de marzo de 2020

## INTRODUCCIÓN

Existen muchos sistemas de producción agrícola en los cuales el mínimo criterio que tienen es propiciar la producción de alimentos sin considerar en ese sentido si ella se está desarrollando dentro de parámetros que buscan la sustentabilidad enfocada en tres aspectos centrales que son la económica, la ambiental o ecológica y la sociocultural.

La agricultura es un sistema creado a partir de un ecosistema natural, manejado por la mano del hombre. La agricultura productivista ha manejado el sistema intensivamente, dando la sensación de que no considera esa peculiaridad biológica de la agricultura. Indica Tello (2013).

Una característica muy importante en los sistemas de producción alternativos es poder determinar e identificar indicadores que nos permitan observar su carácter multidimensional que contribuirán a que dichos sistemas tengan mucha resiliencia al cambio climático, debido sustancialmente a la diversidad existente en dicho sistema.

Pero si observamos especialmente la horticultura intensiva bajo abrigo que ha seguido todos los cánones marcados por la ciencia convencional, no se ha tenido en cuenta el agotamiento de los acuíferos, la salinización de los suelos, la contaminación de la atmósfera, etc. Al tiempo, se ha ocasionado un cambio en las sociedades de consumidores que está cada vez más extendido. Cambio que se pretende quede abanderado por el adjetivo sustentabilidad o sostenibilidad. Esta nueva forma de ver ha dado lugar a lo que se denomina ciencia postnormal.

¿Sabemos realmente lo que es la sustentabilidad? Los especialistas la han fundamentado en lo que se denomina principio de precaución. Sostiene Tello (2013). Los sistemas de producción agrícola son muy dinámicos y tienen estructura compleja, debido a su contexto sociocultural, vinculación con el mercado y espacio geográfico, se podrían definir como el conjunto de técnicas, insumos, utilización de mano de obra, el aspecto de propiedad o tenencia de la tierra y la organización de los involucrados en torno a un producto (p.e. comités de productores de papa o de palto) o área geográfica ( p.e. asociación de productores agrarios de una localidad, junta de regantes del distrito de riego, etc) cuyo vínculo estaría centrado en un objetivo común a lograr para la obtención de determinados productos agrícolas.

Desde un tiempo atrás hasta la actualidad se ha establecido una situación dicotómica en la actividad agrícola, por un lado la producción de alimentos y por otra la preservación y uso adecuado de los RRNN, al respecto Masaquiza et al (2017) sostienen que el sector agrario se encuentra ante nuevos desafíos; por una parte, está la necesidad de incrementar la producción de alimentos y por otra se añaden el uso más eficiente de los recursos naturales, la producción de biocombustibles y materias primas, aspectos que convierten a la agricultura en prioritaria para el desarrollo industrial. Esto ha determinado cambios en el modo de implementar los procesos de intensificación, de manera que se cumpla con las prioridades del sector, sin una sobreexplotación de la tierra. Manifiesta además que coexisten diferentes criterios, tendencias o prioridades para la

intensificación de la agricultura, por lo tanto, más que una confrontación, debe regir una conciliación, donde la estrategia debe estar encaminada a su aplicación en correspondencia con las características particulares de cada sector, respetando la sostenibilidad como principio común de producción.

### **Sistemas agroforestales**

Casanova et al, (2016) manifiestan que, existe evidencia de que los sistemas agroforestales juegan un papel importante en la prestación de servicios ambientales, ya que aproximadamente 20 % de la población mundial, sobre todo las zonas rurales y urbanas de los países en desarrollo, depende directamente de los productos agroforestales. La adopción de sistemas agroforestales contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono y metano), disminuye la presión sobre los ecosistemas vulnerables y mejora las condiciones de vida de las comunidades rurales. El manejo forestal favorece la diversificación de la agricultura al maximizar el uso de la vegetación de estrato; además, proporciona productos básicos y beneficios económicos y ambientales de un paisaje multifuncional (Shibu, 2009). Garrett (2009) describe a los SAF como una práctica de uso de suelo donde las especies leñosas perennes interactúan biológicamente con cultivos y/o ganado en el mismo espacio, con el propósito fundamental de diversificar y optimizar la productividad, teniendo en cuenta el principio de sostenibilidad.

La agroforestería, es considerado como un paradigma, ya que se acepta como una verdad incuestionable, Briceño (2019)

define como un sistema que integra la vegetación forestal y/o frutícola (árboles o arbustos) al ciclo agrícola, (y pecuario) en secuencia temporal y espacial, con múltiples beneficios.

La agroforestería es un grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo. Estas prácticas y sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo de finca, donde la participación del campesino es clave. Según (FAO 2020)

Burley y Speedy (s.f.), indican que en los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes el cual conduce a mejoras netas en un o más rango de características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales. Como ciencia, es multi-disciplinaria y a menudo involucra la participación de campesinos o agricultores en la identificación, diseño y ejecución de las actividades de investigación. En tal sentido la revisión tiene por objetivo definir y valorar aspectos referidos a la agroforestería como un paradigma sustentable, para lo cual se establecerán criterios para elegir, priorizar y plantear los indicadores y subindicadores que nos permitan definirla como tal.

**El contexto** El modelo actual de agricultura nos ubica en un sistema altamente intensivo el

mismo que se orienta básicamente a obtener réditos económicos, sin considerar por lo general, aspectos vinculados a la conservación y manejo de los RRNN, suelo, agua. Biodiversidad etc. Debiendo entenderse y valorar con acciones multidisciplinarias internalizar y reforzar ese vínculo existente entre el hombre y la naturaleza debido a los servicios eco sistémicos que ella presta a la población.

En la agricultura intensiva, existe la utilización de grandes cantidades de insumos, en su mayoría provenientes del exterior, como fertilizantes y agro tóxicos, el desarrollo de explotaciones homogéneas, de gran escala de producción, con una fuerte tecnificación y mecanización, constituyendo para muchos autores de gran influencia, el escenario predominante en la era de la modernidad (Sperat y Jara, 2013).

Según Altieri y Nicholls (2012), los monocultivos modernos genéticamente homogéneos que cubren el 80% de las 1.500 millones de hectáreas de tierra cultivable. son altamente dependientes de pesticidas y fertilizantes y dada su homogeneidad genética son muy vulnerables a plagas y al cambio climático. Además la agricultura industrial contribuye con cerca del 25-30% de las emisiones de gases efecto invernadero modificando tendencias climáticas

Asimismo, Gazzano y Achkar (2014), sostienen que la intensificación en la agricultura, es una transformación del sistema ambiental, a través de una mayor presión sobre sus atributos estructurales y/o funcionales en la dimensión biofísica; configurando sistemas más simples,

homogéneos y especializados, donde aumenta la velocidad de los flujos, se modifican los ciclos biogeoquímicos, el funcionamiento del sistema se abre al aporte de cantidades crecientes de insumos, con mayor dependencia de fuentes externas y disminución de su capacidad general de regulación interna.

Estos modelos intensivos propiciados desde la revolución verde se globalizaron siendo valorados como un verdadero desarrollo agrícola, pero que generan un incremento en la dependencia de insumos externos, o paquete tecnológico, sean semillas, fertilizantes, pesticidas, etc, sin considerar los impactos subsecuentes en sus economías, el medio ambiente y sus sociedades.

### **Sustentabilidad o sostenibilidad**

Existe hasta la actualidad una cierta confusión al respecto, pero que en suma se considera que ambos términos son interactuantes y además se puede establecer que lo sostenible involucra la acción de sostener y sustentable implica la acción de autosuficiencia.

Al respecto Global STD Certificación (2017) menciona que Sostenible Etimológicamente hace referencia a “sostener”, que implica en el fondo, que alguien o algo externo o ajeno aparezcan en escena y “sostenga”. Por ello, lo sostenible se halla en el ámbito externo o exógeno a un sistema. Dentro del ámbito externo se hallan las políticas de gobierno, el clima, los tratados, la competencia, el mercado, el medio ambiente, entre otros. Por lo tanto si hablamos de una organización “sostenible”, tiene que ver con las oportunidades y las amenazas que

puedan existir en el exterior de un sistema para mantenerse en el tiempo. Algunos ejemplos de desarrollo sostenible son las energías renovables, que con la intervención humana, nos ayudan a producir el recurso energético sin comprometer el medio ambiente de nuestra generación ni de las generaciones futuras.

Agricultura sustentable según Sarandon et al (2006) es un sistema de producción que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan. Sustentable corresponde a un sistema endógeno; es decir, a todo lo que tiene que ver con el mantenimiento del sistema hablando de las debilidades y fortalezas que existen en su ámbito interno. Este tipo de desarrollo no precisa una intervención humana o exterior, gracias a que sus condiciones económicas, sociales o ambientales le permiten sostenerse de manera autónoma sin afectar los recursos. Para que un sistema sea sustentable y sostenible debe cumplir una serie de principios, a) los recursos renovables no deben gastarse a un ritmo mayor que el de su generación; b) los contaminantes no se pueden producir a un ritmo mayor que el proceso que requiere para reciclarlos; c) se basa en las energías renovables que nos ayudan a producir el recurso energético sin comprometer el medioambiente. Global STD Certificación (2017). Por otro lado y con respecto a lo indicado,

Zarta (2018) sostiene que lo sustentable hace relación a la armonía existente entre lo económico, lo social, lo ambiental con el sistema de valores, en tanto que lo sostenible considera cada uno de dichos subsistemas por separado.

WCED (1987), Informe de la Comisión Brundtland denominado Nuestro Futuro Común se establece el concepto de desarrollo sostenible, definiéndolo como «asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias»

Ramírez, Sánchez & García (2004) concluyeron que el desarrollo sustentable constituye un concepto multidimensional que involucra, como mínimo, dimensiones económicas, sociales y ambientales. Es decir, se trata de una idea amplia y compleja, que desborda el constructo teórico tradicional de las ciencias y que, a la vez, es una idea que no puede materializarse, por lo que es necesario un ejercicio interdisciplinario de acercamiento y reconocimiento en un intercambio racional de ideas de las diversas ramas del conocimiento en torno a la propuesta de sustentabilidad, pues ésta puede y debe abordarse desde diversos ángulos y saberes para dar solución al deterioro social, económico y ecológico.

La sustentabilidad se define como la habilidad de un sistema de mantener la productividad aun cuando sea sometido a “stress o perturbaciones” (Conway, 1994).

**Marco conceptual de la sustentabilidad:** Respecto a un sistema sostenible, debe comprender dimensiones económicas, ambientales y socioculturales, en tal sentido (Sarandón *et al.* 2006). Definen la agricultura sustentable como aquella que “permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan” y deduce que “un sistema será sustentable si es económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable”. Entonces, todas estas definiciones y conceptos nos permitirán esclarecer el panorama y vincularlo a lo que se pretende, como identificamos y priorizamos los indicadores.

### **Indicadores.**

Son factores o variables que, en función del valor que presente en un determinado momento, despliega significados que necesitan interpretarse y que permite asociarse con la realidad del contexto. Según Global Urban Observatory (2020) del Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, un indicador es una medición que resume información acerca de un tema en particular y puede señalar problemas particulares; provee una respuesta razonable a necesidades y preguntas específicas requeridas por los tomadores de decisiones. Los indicadores muestran tendencias, proveen información cuantitativa y cualitativa, aunque ellos pueden ser más que piezas de información si están diseñados en

respuesta a objetivos de política bien definidos. Los indicadores orientados a políticas ayudan a priorizar y definir las metas. Asimismo indica que la OCDE, define a un indicador como un parámetro o valor, derivado de parámetros generales, que señala o provee información o describe el estado de un fenómeno dado -del ambiente o de un área específica- con un significado que trasciende el valor específico del parámetro. Este indicador es un dato altamente agregado, diseñado para un propósito específico y con un significado sintético, conlleva, por tanto, dos funciones básicas: a) reducir el número de mediciones y parámetros que normalmente se requiere para reflejar una situación dada; y, b) simplificar el proceso de comunicación con el usuario.

Zinck *et al.*, (2004), y Van Passel & Meul, (2012), sostienen que los indicadores, deben caracterizarse por ser integradores y sencillos, fáciles de medir, susceptibles de monitorear mediante instrumentos y técnicas apropiadas basados en información fácilmente disponible, ser adecuados al nivel de agregación del análisis de información sea esta directa e indirecta, confiable, centrados en aspectos claros, prácticos y sensibles a los cambios espaciales y temporales.

Según UNAM, MESMIS (2020) El concepto de sustentabilidad se define a partir de cinco atributos generales de los agroecosistemas o sistemas de manejo: (a) productividad; (b) estabilidad, confiabilidad y resiliencia; (c) adaptabilidad; (d) equidad, y (e) autodependencia (autogestión). La evaluación de sustentabilidad se lleva a cabo y es válida solamente para: (a) sistemas de manejo específicos en un

determinado lugar geográfico y bajo un determinado contexto social y político; (b) una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad o cuenca) previamente determinada, y (c) una escala temporal también previamente determinada. Operativamente, para dar concreción a los atributos generales, se definen una serie de puntos críticos o fortalezas y debilidades para la sustentabilidad del sistema de manejo que se relacionan con tres áreas de evaluación: ambiental, social y económica. En cada área de evaluación se definen criterios de diagnóstico e indicadores. Este mecanismo asegura una relación clara entre los indicadores y los atributos de sustentabilidad del agroecosistema. Finalmente, la información obtenida mediante los diferentes indicadores se integra utilizando técnicas de análisis multicriterio, con el fin de emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo y brindar sugerencias para mejorar su perfil socioambiental.

Silva-Santamaría & Ramírez-Hernández, (2017) en la Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba definieron como su objeto de estudio la evaluación de la sustentabilidad de tres agroecosistemas, planteado según el Marco Mesmis y establecieron los siguientes componentes como: productividad; estabilidad, confiabilidad, resiliencia; adaptabilidad; equidad, autogestión. Y además en cada uno de ellos establecieron criterios de diagnóstico para las diferentes dimensiones, así, en la Dimensión Ecológica fueron: visión integradora, clima, suelo, agua, biodiversidad,

procesos tecnológicos; para la Dimensión Económica, son productividad económica, mercadotecnia, infraestructura, monitoreo de insumos, energía, medidas vs contaminación, y en la Dimensión Socio Cultural fue Protección de la identidad local; asimismo cada uno de los componentes con sus respectivos indicadores.

Sarandon et al (2016) señalan que, el uso de indicadores permitió observar claras tendencias en la sustentabilidad general y en los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales, que el desarrollo de indicadores es adecuado para detectar puntos críticos a la sustentabilidad, establecer sus causas y proponer soluciones a mediano plazo, plantean lo siguiente

**- Dimensión Económica.**

Eligieron los siguientes indicadores:

A- Autosuficiencia alimentaria.

B- Ingreso neto mensual por grupo.

C- Riesgo económico.

**- Dimensión Ecológica.**

A- Conservación de la vida de suelo.

B- Riesgo de erosión.

C- Manejo de la Biodiversidad.

**- Dimensión Socio-Cultural**

A- Satisfacción de las necesidades básicas.

B- Aceptabilidad del sistema de producción.

C- Integración social.

D- Conocimiento y Conciencia Ecológica.

Índice de Sustentabilidad General (ISGen):

$(IK + IE + ISC) / 3$

Definieron que un valor umbral o mínimo que debía alcanzar el índice de sustentabilidad general (ISGen), para considerar una finca sustentable: igual o menor que el valor medio de la escala, es decir, 2.

Peña et al (2018) para evaluar el Efecto de la riqueza de las especies cultivadas en la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en la amazonia sur del Perú estableció los siguientes indicadores, según cada dimensión-

**- Dimensión económica:**

Nivel de capitalización de la finca.

Riesgo económico.

Ingresos por actividad AF.

**- Dimensión ecológica:**

Calidad del suelo,

Capacidad de resiliencia.

Manejo de diversidad.

Conservación de la vida en el suelo.

**- Dimensión Socio Cultural:**

Satisfacción de necesidades básicas en la localidad.

Nivel de intensificación tecnológica.

Capacidad de gestión, metas y habilidades.

En base a lo propuesto por Sarandon (2002), Merma & Julca (2012) concluyeron que los indicadores de sustentabilidad tipo multicriterio utilizados en este estudio demostraron su validez y adaptación al medio; son simples, confiables y replicables, por lo que se recomienda su uso en condiciones similares. Además adaptaron y plantearon los siguientes Indicadores y Sub Indicadores en la investigación para efectuar la Caracterización y Evaluación de la Sustentabilidad de Fincas en Alto Urubamba, Cusco, Perú. Tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones, Indicadores

DIMENSION ECONÓMICA (IK)	DIMENSION ECOLÓGICA (IE)	DIMENSION SOCIO CULTURAL (ISC)
A.- autosuficiencia alimentaria: A1.- diversificación de la producción A2.- superficie de producción para el autoconsumo B.- ingreso económico neto mensual por familia. C.- riesgo económico: C1. diversificación para la venta C2.- número vías de comercialización C3.- dependencia de insumos externos	A.- conservación de la vida del suelo: A1.- restos orgánicos en el suelo A2.- tiempo de cobertura del suelo con vegetación A3. diversificación de cultivos B.- riesgo de erosión: B1.- pendiente predominante B2.- cobertura vegetal B3.- orientación de los surcos C.- manejo de la biodiversidad: C1.- biodiversidad espacial C2.- biodiversidad temporal	A.- satisfacción de las necesidades básicas A1.- acceso a la salud y cobertura sanitaria A2.- acceso a la educación A3.- vivienda A4.- servicios B.- aceptabilidad del sistema de producción. C.- integración social a sistemas organizativos. D.- conocimiento y conciencia ecológica.

## CONCLUSIONES

La identificación y el uso de indicadores apreciados en esta revisión, son una herramienta que permitirá evaluar las dimensiones establecidas y determinar la sustentabilidad de los sistemas agroforestales.

La determinación de la sustentabilidad de los diferentes sistemas de producción, permite identificar en cada indicador aquellos críticos que condicionan que el sistema no sea sustentable, con la finalidad de replantear y definir las estrategias para su mejora

Es previsible inferir que las actividades referidas a la dimensión económica influyen en las dimensiones ecológica y sociocultural además que los sistemas agroforestales bajo su modelo de manejo tienden a lograr alta ponderación en el logro de los indicadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M. y Nicholls, C. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7 (2), 65-83.

Briceño Y.H. (2019) (en prensa) Agroforestería, paradigma sustentable. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Perú

Burley J. Speedy AW (sin fecha) Investigación Agroforestal: Perspectivas Globales Instituto Forestal de Oxford (OFI), Oxford OX1 3RB, Reino Unido Consultado 30 mar.2020. Recuperado de <http://www.fao.org/aga/agap/frg/agrofor>

Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A. T., & Díaz-Echeverría, V. (2016). Environmental services from tropical agroforestry systems. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(3), 269-284. doi: 10.5154/r.rchscfa.2015.06.029

Conway G.R. (1994). Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability and equitability. *Journal For Farming Systems and Research-Extensions* 4, number.2: 1-14.

FAO (2020) Sistemas agroforestales Consultado feb.2020 En línea <http://www.fao.org/3/ah647s/AH647S04.htm>

Garrett, H. E. (2009). North American agroforestry: An integrated science and practice (2nd. ed.). Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Inc.

Gazzano, I. y Achkar, M. (2014). Transformación territorial: análisis del proceso de intensificación agraria en la cuenca del área protegida Esteros de Farrapos, Uruguay. *Rev. Bras. de Agroecología*, 9 (2), 30-43.

Global Urban Observatory (2020) Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos Consultado 28 mar.2020 En línea: <http://energia.ugto.mx/index.php/desarrollo-sustentable/estrategia-ds>

Merma I. & Julca A. (2012) Caracterización y Evaluación de la Sustentabilidad de Fincas en Alto Urubamba, Cusco, Perú *Revista Ecología aplicada*. Vol. 11 No1, pp. 1-11

MESMIS Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (2020) Recuperado de [www.mesmis.unam.mx](http://www.mesmis.unam.mx)

Masaquiza M D A; Pereda M J; Lino M. Curbelo R L; Figueredo C R; & Cervantes M (2017) Intensificación de los sistemas agropecuarios y su relación con la productividad y eficiencia. *Rev. prod. anim.*, 29 (2), 57-64, 2017 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

Peña J, Alegre J, & Bardales R (2018) Efecto de la riqueza de las especies cultivadas en la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en la amazonia sur del Perú *Ecosistemas* 27(3): 87-95 [Septiembre-Diciembre 2018] Doi.: 10.7818/ECOS.1522

Ramírez T, A; Sánchez, JM; & García C, A. (2004). *El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis* Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle, vol. 6, núm. 21, julio-diciembre, 2004, pp.55-59 Universidad La Salle Distrito Federal, México

Sperat, R. y Jara, C. (2013). Más allá del productivismo capitalista: eficiencia y agricultura familiar en la reactualización de viejos debates teóricos de los estudios agrarios. *Rev. de Economía Agrícola*, São Paulo, 60 (1), 53-66

Sarandon J S, Zuluaga, M.S R Cieza, C Gómez, C Janjetic L., & Negrete E. (2006) Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de Fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de Indicadores *Revista Agroecología*, Vol. 1: 19-28. España.

Shibu, J. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An over view. *Agroforestry Systems*, 76, 1–10. doi: 10.1007/s10457–009–9229–7

Silva S.L., Ramírez, H. O., (2017) Evaluación de Agroecosistemas Mediante Indicadores de Sostenibilidad en San José de las Lajas, P Mayabeque, Cuba. *Universidad de Caldas Revista. Luna Azul.* 2017; 44: 120-152 DOI:10.17151/luaz.2017.44.8. Recupere radode <http://200.21.104.25/luazul/index.php/component/content/article?id=224>

Tello M.J.C.(2013) La agricultura como sistema *desia* vol.31 no.1 Arica abr. 2013 <http://dx.doi.org/10.4067/S071834292013000100001> Vol 31, N° 1 Páginas 3-4 IDESIA Chile Enero-Abril.

Van Passel, S.; Meul, M. (2012). Multilevel and multi-user sustainability assessment of farming systems. *Environmental Impact Assessment Review*, 32: 170-180.

WCED World Commission on Environment And Development (WCED) (1987): *Our Common Future* (Brundtland Report), United Nations

Zarta A.P. (2018) La Sustentabilidad o Sostenibilidad: Un Concepto Poderoso para la Humanidad *Tabula Rasa*, núm. 28, 2018 Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>. Colombia

Zinck, J,A.; Berroterán, J.L.; Farshad, A.; Moameni, A.; Wokabi, S. (2004). Approaches to assessing sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 23 (4)



**REVISTA  
INVESTIGACIÓN AGRARIA  
PUBLICACIONES CIENTÍFICAS**

**REVISTA  
INVESTIGACION AGRARIA**

**CO - EDITORES:**

**M.Sc Henry Briceño Yen**

**M.Sc Luisa M. Alvarez Benaute**

**M.Sc Agustina Valverde Rodríguez**

**Prohibida la reproducción parcial o total de las características textuales o graficas. Ningún párrafo de esta edición puede ser reproducida sin la autorización expresa del autor.**

## **REVISTA INVESTIGACION AGRARIA**

### **INSTRUCCIONES GENERALES**

Los artículos enviados a la REVISTA INVESTIGACION AGRARIA para su respectiva divulgación son **trabajos originales e inéditos**; que no hayan sido publicados en otras revistas o publicaciones técnico-científicas en cualquier idioma (se exceptuara si el Artículo forma **parte de una tesis o Resumen de un congreso, convención, seminario**, etc.). La presentación de artículos a la revista implica que su publicación ha sido aprobada por todos los coautores y por las autoridades de la institución donde laboran; son responsables los autores de todo el contenido del artículo y sus implicancias, los autores transfieren los derechos de publicación a la **REVISTA INVESTIGACIÓN AGRARIA**.

Los artículos recibidos son evaluados primeramente por el editor para ver si cumplen con los parámetros iniciales y luego son derivados a los revisores respectivos vinculados al tema, seleccionados por los editores de la revista. Un artículo se rechaza si consideran que no tiene el nivel para ser publicado. Los Artículos aceptados para su publicación, deberán corregirlos según las observaciones prescritas, en el período de tiempo recomendado por la **Revista de Investigación Agraria**.

**La Revista de Investigación Agraria es de carácter cuatrimestral, y se publican:**

- A. Artículos Científicos**
- B. Artículos de Revisión o Review**
- C. Artículos de Estudios de Caso**

**Correo para recepción de los Artículos:** [revista.agraria@unheval.edu.pe](mailto:revista.agraria@unheval.edu.pe)

### **INSTRUCCIONES GENERALES PARA LOS AUTORES DE ARTICULOS**

#### **1- ARTICULOS CIENTIFICOS**

Plasma los resultados de investigaciones, **ORIGINALES** de manera concisa y verdadera. Aparte del Título, Autores y Resumen y Abstract, se consideran los siguientes ítems o capítulos que son imprescindibles: **Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Referencias Bibliográfica**

### **1.1. TÍTULO DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO:**

Español e Inglés, Autores Nombres y Apellidos (los dos apellidos separados por un guion, superíndice indica la formación académica o pertenencia Institucional, E-mail, no más de 18 palabras, **en Times New Roman 12**, márgenes **NORMAL** según el procesador Office,

**Resumen y Abstract.** - (solo los títulos en minúscula y negrita . Tanto el **Resumen Abstract**) deben ir en la primera página, a una sola columna, espacio simple, palabras clave ( 4 o 5), engloba en su redacción y a renglón seguido la introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones más importantes. **MAXIMO 250 PALABRAS**

### **1.2. CONTENIDO**

Considerar las siguientes características:

Los títulos de los capítulos **en minúscula negrita, (ejm. Introducción)** si existieran subtítulos deben ir en minúsculas negrita, los títulos de los capítulos no irán enumerados, y sin dejar páginas en blanco entre uno y otro capítulo,

### **1.3.- SECUENCIA. –**

Deberá seguir la siguiente:

**Introducción**, (incluye en la redacción los objetivos, los mismos que **no van** como subtítulos) Describe y define el problema, revisión de los trabajos previos vinculados; y la justificación

**Materiales y Métodos**,

**Resultados Y Discusión**, (tablas y figuras) ,

**Conclusiones**,

**Agradecimientos** (opcional) ,

**Referencias Bibliográficas** (Citadas según APA-VER MODELO

## 2. ARTÍCULOS DE REVISIÓN- REVIEW.

Este tipo de Artículo nos presenta un panorama amplio de un área o temática específica del conocimiento ciencia tomando como base una perspectiva de análisis, actualización, interpretación, crítica y posición del autor respecto al tema y basado en un nutrido soporte bibliográfico seleccionado de fuentes originales.

### 2.1.- TÍTULO DEL ARTÍCULO DE REVISION:

Español e Inglés, Autores Nombres y Apellidos (los dos apellidos separados por un guion, superíndice indica la Formación académica o pertenencia Institucional, email, no más de 18 palabras, en **Times New Roman 12**, Márgenes **NORMAL** según el Procesador Office,

**Resumen, Abstract.- (SOLO LOS TITULOS Minúsculas Y NEGRITA)** a una sola columna, espacio simple, palabras clave ( 4 o 5), engloba a renglón seguido la introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones más importantes. **MAXIMO 250 PALABRAS**

### 2.2. CONTENIDO

Considerar las siguientes características:

Los **títulos** de los temas y **subtítulos** de los subtemas deben ir en **minúsculas negrita**, los títulos de los capítulos no irán enumerados, sin dejar páginas en blanco entre uno y otro capítulo,

### 2.3. SECUENCIA.-

deberá tener la siguiente secuencia :

**Introducción**, (incluye en la redacción y quedando sobreentendido el problema la justificación y los objetivos, los mismos que no van como subtítulos)

**Contenido** (COMPRENDE la temática más importante, relevante y actualizada (puede incluir tablas y figuras) ,

**Conclusiones**

**Agradecimientos** (opcional),

## **Referencias Bibliográficas** (Citadas según APA-VER MODELO)

### **3. ESTUDIOS DE CASO:**

Son los resultados de un estudio sobre una situación particular, para dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos.

#### **3.1. TÍTULO DEL ARTÍCULO:**

Español e Inglés, Autores Nombres y Apellidos (los dos apellidos separados por un guion, superíndice indica la formación académica o pertenencia Institucional, email, no más de 18 palabras, en **Times New Roman 12**, márgenes **NORMAL** según el procesador Office,

**Resumen y Abstract.- (solo los títulos Minúsculas y negrita)** a una sola columna, espacio simple, palabras clave ( Hasta 5 ), engloba a renglón seguido la introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones más importantes. **MAXIMO 250 PALABRAS**

#### **3.2. CONTENIDO**

Considerar las siguientes características:

**LOS TITULOS DE LOS TEMAS Y SUBTITULOS DE LOS SUBTEMAS** deben ir EN **minúsculas negrita**

Los **TITULOS DE LOS CAPITULOS NO IRAN ENUMERADOS**,  
**SIN DEJAR PAGINAS EN BLANCO ENTRE UNO Y OTRO CAPITULO**,

**C.- SECUENCIA.** - deberá tener la siguiente:

**Introducción**, (Se incluye en la redacción y queda sobreentendido tanto el problema la justificación y los objetivos, los mismos que no van como subtítulos)

**Metodología** (puede incluir tablas y figuras),

**Conclusiones y Recomendaciones**

**Agradecimientos** (opcional) ,

**Referencias Bibliográficas** (Citadas según APA-VER MODELO )

## **RECOMENDACIONES A SEGUIR PARA LAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **Formas de citas a utilizar**

Ejemplos

### **FUENTE INSTITUCIONAL**

Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR (2009). Calidad del suelo, muestreo de invertebrados del suelo, Parte 1. Cribado manual y extracción con formol de lombrices. *Norma UNE-EN ISO 23611-1:2009*. Madrid, España. Oct, 16 pp.

Food and Agriculture Organization FAO. (2007). Recomendaciones para el manejo de malezas. Roma, 55 p.

### **AUTORES Y PAGINA WEB**

Alvites, J. (2017). Estudio del control químico de *Tagosodes orizicolus* Muir en *Oryza sativa* L. en Chepén – La Libertad. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9904/ALVITES%20LEYVA%2C%20JIMENA%20DIOGELINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bruzzone, C. y Heros, E. (2011). Guía técnica: Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Recuperado de: [https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Arroz/Manejo\\_integrado\\_en\\_la\\_produccion\\_y\\_sanidad\\_del\\_arroz.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf).

Bruzzone, C. y Montero, F. (2004). Fertilización en suelo seco antes del trasplante: Tecnología INIA de manejo de nitrógeno en arroz. (Folleto N°7). Recuperado de [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/687/1/Trip-Arroz\\_fertilizacion.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/687/1/Trip-Arroz_fertilizacion.pdf)

## **AUTORES DE REVISTAS**

Santillán P. (2012). Valores éticos para el comercio justo. *Revista de ética*, 43(4), 57-68

## **AUTORES DIVERSOS**

Cárdenas, L. (2017). Principales insectos plaga que atacan el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Arenillas provincia de El Oro. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

Cuellar, W. (2018). Rice Hoja blanca virus: A planthoper-transmitted tenuivirus from the Americas. International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

García, L. (2013). Recomendaciones para el manejo de semilleros de arroz. Recuperado de [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/150/1/Semilleros\\_arroz\\_2013.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/150/1/Semilleros_arroz_2013.pdf)

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Programa Nacional de Investigación en Arroz de la Estación Vista Florida del INIA. (2016). Nueva variedad de arroz para la costa peruana INIA 513-La Puntilla. Recuperado de [http://www.inia.gob.pe/wp/investigacion/INIA\\_513.pdf](http://www.inia.gob.pe/wp/investigacion/INIA_513.pdf)

Koblenz, B., Tischer, S., Rücknagel, J. & Christen, O. (2015). Influence of biogas digestate on density, biomass and community composition of earthworms. *Ind. Crops Prod.*, 66, 206–209.

## **MAPAS**

Centro Cartográfico de Huánuco . (2002). Mapa político de Perú. Escala 1:250.000 [Mapa]. Huánuco : Centro Cartográfico de Huánuco .

## **Con DOI**

Schiraldi, G. R. (2001). The post-traumatic stress disorder sourcebook: a guide to healing, recovery, and growth. doi:10.1036/1007139372

Larrauri, A., Savulescu, C., Jiménez-Jorge, S., Pérez-Breña, P., Pozo, F., Casas, I., ... De Mateo, S. (2011). Influenza pandemic (H1N1) 2009 activity during summer 2009. Effectiveness of the 2008-9 trivalent vaccine against pandemic influenza in Spain. *Gaceta Sanitaria*, 25(1), 23-28. doi:10.1016/j.gaceta.2010.06.010

### **Con URL**

Ingersoll, E. (1885). *The crest of the continent: a summer's ramble in the Rocky Mountains and beyond*. Recuperado de <http://www.gutenberg.org/ebooks/43020>

Fernández, M. (2000). De las linotipias a la comunicación digital: los restos del nuevo periodismo local. *Historia y comunicación social*, 5, 203-220. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=619068&orden=1&info=link>

American Psychological Association. (2016). *APA Style*. Recuperado de <http://www.apastyle.org/index.aspx>

### **REFERENCIAS CONSULTADAS**

<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1053>

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_serial&lng=es&pid=0122-8706&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_serial&lng=es&pid=0122-8706&nrm=iso)

<http://dx.doi.org/10.18004/investig.agrar.2019.j>

### **RECOMENDACIONES RESPECTO A TABLAS FIGURAS, NORMAS DE ESTILO**

#### **TABLAS:**

Se presentan en secuencia de acuerdo con el texto, numeradas consecutivamente. Su nombre debe ser descriptivo y se escribe **SOBRE** la tabla. Con mayúscula inicial en la palabra Tabla y la primera letra del título, excepto los nombres propios. **ASIMISMO considerar que dentro de la tabla:** Cada columna lleva su propio título, con mayúscula inicial, sin abreviaturas. Las notas explicativas y la fuente documental se escriben como pie de tabla. Al referirse a ellas dentro del texto se nombran en minúscula y con su respectivo número, tabla 1, etc., (no usar las palabras anterior o siguiente).

## **FIGURAS:**

Comprende y se nombra de esa manera a los siguientes:

**A LOS GRÁFICOS, DIBUJOS, ESQUEMAS, DIAGRAMAS DE FLUJO, DIAGRAMAS DE FRECUENCIA, BARRAS, FOTOS Y MAPAS** y además se enumeran consecutivamente (Figura 1, Figura 2, etc.). El nombre de cada figura se escribe **DEBAJO** de la misma; con mayúscula inicial en la palabra Figura y la primera letra del título, excepto los nombres propios. Las **notas explicativas y la fuente documental** se escriben como pie de la figura. Fotografías y mapas, sean originales o escaneadas, deben enviarse en formato digital de compresión JPG (o JPEG), preferiblemente con una resolución de 600 x 600 dpi (mínimo 300 dpi). **LAS GRÁFICAS** serán bidimensionales; las líneas de las curvas de color negro, punteadas o continuas. Al referirse a ellas dentro del texto no usar las palabras anterior o siguiente, sólo nombrarlas en minúscula con su respectivo número (Figura 1, etc.)

## **NORMAS DE ESTILO**

- El texto se escribe en Procesador de textos Word Diseño de Pagina, Márgenes : regular o normal.
- Redactar en voz activa (Se evaluaron dos métodos, y no: dos métodos fueron evaluadas); en impersonal, es decir, tercera persona del singular (Ej. Se evaluó, Se determinó, Se encontró,).
- En cuanto a los tiempos verbales, el uso común es el **pasado** para la **introducción, procedimientos metodologías y resultados**; y el tiempo presente para la discusión.
- Los nombres comunes deben ir acompañados del nombre científico.
- Los nombres científicos se escriben igual en cualquier idioma: así: Familia (Brassicaceae), Género especie ( *Brassica oleracea* , la primera vez, y en las siguientes veces se redacta como *B. oleracea* ).
- El significado de las siglas y abreviaturas debe citarse por extenso cuando se mencionan por primera vez en el texto.
- Los símbolos no llevan punto ni plural ni mayúscula: 30 kg, 12 m, 4 m, 100 m

- Entre el valor numérico y el símbolo se deja un espacio: 28 g (no 28g),  $p > 4$  (no  $p>4$ ); excepto para los signos: %, +, - (estos dos últimos cuando indican positivo y negativo). Ejemplos: 96%, +38, -25.
- En una serie de medidas, el símbolo va al final: hileras a 2, 4 y 10 m (excepto para el signo de porcentaje, que se escribe siempre pegado al número: 1%, 26% y 35%).
- La barra oblicua (/) es un signo lingüístico que en uno de sus usos significa “por”: dos flores/planta, 3 aplicaciones/día, 20 L/día, 8 frutos/tallo, 20 tubérculos/planta. Uno de sus usos no lingüísticos es expresar los cocientes de magnitudes y unidades de medida: 60 km/h, 20 m<sup>3</sup>/s, 15 °C/h.
- En español, los decimales se separan con coma (,).
- Cuando el símbolo se deriva de un nombre propio: °C, grados Celsius).
- Las unidades de medida deben convertirse al sistema métrico decimal.
- Las cursivas o itálicas se usan para los nombres científicos, nombres de libros y palabras en idioma extranjero.
- Los nombres de los libros se escriben en cursivas y con mayúscula inicial (excepto nombres propios que cumplen su propia norma).
- La **negrita** se usa para los títulos; los nombres de figuras; los nombres de tablas y los títulos de sus respectivas columnas.
- Los títulos y los nombres de figuras y tablas no llevan punto final

## HUÁNUCO-PERÚ