

ISSN (En Línea):
2961-2764

Vol. 2
Num. 1

Distribución
Gratuita



REVISTAS LATINOAMERICANA DE CIENCIAS AGRARIAS



Enero Junio
2024

Sembrando conocimiento, cosechando innovación.

Explorando los avances científicos que cultivan el futuro en
Ciencias Agrarias.

revistas.peruvianscience.org/index.php/rzca



PERUVIAN
SCIENCE
EDITORIAL

Sembrando conocimiento, cosechando innovación: Explorando los avances científicos que cultivan el futuro en Ciencias Agrarias

Vol. 2, N° 1 – Junio 2024

La **Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias** es una revista de publicación semestral de acceso abierto, editada por Peruvian Science. Dedicada a la difusión científica de artículos originales, de revisión, inéditas, de autores de universidades, instituciones de investigación, organismos oficiales, empresas. El criterio principal para la publicación es que el manuscrito debe contener ideas originales y significativas que conduzcan a una mejor comprensión del campo agrícola. Los artículos centrados en los diferentes cultivos deberán ser de interés para una amplia audiencia y los métodos empleados dan como resultado una mejora sustancial sobre las técnicas y enfoques establecidos existentes. El idioma puede ser español, inglés y/o quechua. La revista busca a partir de las publicaciones promover el desarrollo de la investigación en el sector agrícola.

Edición: Junio – 2024

ISSN (en línea): 2961-2764

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú

N° 2023 - 07404

© CENTRO EDITORIAL PERUVIAN SCIENCE S.A.C.

Dirección:

Mza. E Lt. 7 Urb. Santa Fe de Naranjal

San Martín de Porres

Lima, Perú

peruvianscience.org



Editor en Jefe

Ing. Ana Lizeth Luna Abarca

Equipo Editorial

Ing. David Saravia Navarro

Mg. Hector Cantaro Segura

Dr. Armando Vasquez Matute

Mg. Wilmer Aquino Minchan

Mg. Francisco Andrés Villalobo
Brunello

Blga. Ana Belén Espinoza Jara

Comité Científico Internacional

PhD. Fred William Chu Koo

Dr. Liberato Cervantes Martínez

Dr. Andrés Ultreras Rodríguez

Dr. Mario Ben-Hur Chuc
Armendáriz

Ing. Luciano Pérez Valadez

Mg. Jhon Dany Castañeda
Requejo

Mg. Neiba Yadira Echeagaray
Solorza

Ing. Kennedy Zela Uscamayta

Asistente Editorial

Steven Alessandro Contreras De La Cruz

Equipo de apoyo Editorial

Ing. Ebed Guerra Borda

Ing. Christian Raúl Linares Coronado

Lic. Benjamin Gregorio Alejos Cuchura

Lic. Oliver Rosman Quispe Huillca

Bach. Celedonio Roberth Llanos Llanos

Índice

Presentación	1
Artículos:	
Técnicas de aplicación de fertilizantes en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Valle de Santa, Ancash	3
Efecto de los acaricidas para el control de araña marrón en palto en Valle de Chao	15
Evaluación de distintas coberturas vegetales en una plantación de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) clon CCN-51	30
Agricultura biodinámica: remineralización del suelo mediante pulpo de roca y fijación biológica de nitrógeno	47
Efecto de sexo y peso al nacer en cuyes de raza Perú durante época seca en INIA-ILLPA	67



REVISTA LATINOAMERICANA DE CIENCIAS AGRARIAS

Sembrando conocimiento, cosechando innovación: Explorando los avances científicos que cultivan el futuro en Ciencias Agrarias.

Estimados lectores y colaboradores

Es un honor para mí asumir el rol de editora en jefe de la Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias. En este volumen y número, titulado “El campo es una forma de vida: detrás de cada alimento está el trabajo de su gente”, rendimos homenaje a todas las personas que desempeñan arduamente su labor en el campo día tras día. En este mes de junio, celebramos dos fechas importantes en nuestro país: el Día del Campesino y el Día del Ingeniero Agrónomo. Ambos grupos están comprometidos en aprovechar los recursos agronómicos que poseemos y en contribuir al desarrollo sostenible.

Con la revista y nuestras publicaciones, buscamos fomentar la investigación, la innovación y la colaboración entre expertos y profesionales en esta apasionante área. Juntos, seguiremos sembrando conocimiento y cosechando soluciones para un futuro más próspero en las ciencias agrarias.

El campo es más que tierra y cultivos; es una forma de vida. Detrás de cada alimento que llega a nuestras mesas, hay un arduo trabajo realizado por agricultores, científicos, técnicos y comunidades rurales.

Las temáticas que abordaremos Volumen 2 y Número 1, es lo siguiente:

Fitopatología: Investigaciones referente a las enfermedades de las plantas, sus causas, síntomas y métodos de control para garantizar la salud de los cultivos.



Sembrando conocimiento, cosechando innovación: Explorando los avances científicos que cultivan el futuro en Ciencias Agrarias.

Nutrición Vegetal: Trabajos sobre la nutrición de las plantas, los nutrientes esenciales y cómo optimizar su absorción para mejorar la productividad agrícola.

Fitomejoramiento: Se realizan análisis a las técnicas de mejora genética de cultivos, selección de variedades y adaptación a condiciones cambiantes.

Agroecología: Investigaciones de prácticas agrícolas sostenibles, conservación del suelo, biodiversidad y manejo integrado de plagas.

Agradezco a todos los autores y revisores que hacen posible esta publicación, así como a nuestra comunidad de lectores.

Ing. Ana Lizeth Luna Abarca

Editor en Jefe





Técnicas de aplicación de fertilizantes en maíz (*Zea mays*
L.) en el Valle de Santa, Ancash
Fertilizer application techniques in corn (*Zea mays* L.) in the
Santa Valley, Ancash

Keyler Liniker Villanueva Gómez

0000-0001-6458-2319

Universidad San Pedro

Cita en APA: Villanueva, K. (2024). Técnicas de aplicación de fertilizantes en maíz (*Zea mays* L.) en el Valle de Santa, Ancash. *Revista Latinoamericana De Ciencias Agrarias*, 2(1), 3-14.



Resumen

La investigación aborda la fertilización en los campos agrícolas del valle Santa, enfocándose en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). El objetivo fue obtener información clara sobre las técnicas utilizadas y los factores que influyen en la elección de estas técnicas. Se investigaron las técnicas de aplicación de fertilizantes en el maíz en el valle Santa - Ancash, respaldado por revisiones bibliográficas sobre el tema. La metodología incluyó la elaboración de un cuestionario basado en objetivos específicos para identificar la técnica más utilizada y los factores influyentes en su elección. Tras recolectar las encuestas, se realizaron gráficos con los resultados obtenidos de la población dedicada al cultivo de maíz.

En el valle Santa utilizan cuatro técnicas de fertilización: voleo, tronqueo, faja y fertirriego. Las más empleadas son tronqueo, también conocido como sembrado, y faja, conocida como tubo. El principal factor que influye en la elección de la técnica es el costo, tanto del fertilizante como de la mano de obra, mientras que los factores agronómicos son secundarios en la actualidad.

Palabras claves: fertilización, técnicas, maíz, Valle del Santa, factores.

Abstract

The research addresses fertilization in the agricultural fields of the Santa Valley, focusing on corn (*Zea mays* L.). The objective is to obtain clear information on the techniques used and the factors that influence the choice of these techniques. Fertilizer application techniques on corn in the Santa Valley - Ancash were investigated, supported by literature reviews on the subject. The methodology included the elaboration of a questionnaire based on specific objectives to identify the most used technique and the influential factors in their choice. After collecting the surveys, graphs were made with the results obtained from the population dedicated to corn cultivation.

Four fertilization techniques are used in the Santa Valley: broadcasting, threshing, mulching and fertigation. The most commonly used are "tronqueo", also known as "sembrado", and "faja", also known as "tubo". The main factor influencing the choice of technique is the cost of both fertilizer and labor, while agronomic factors are currently secondary.

Keywords: fertilization, techniques, corn, Santa Valley, factors.



Introducción

Actualmente existen varios métodos de aplicación de fertilizantes: al voleo, sembrado, tronqueado, entre otros. A pesar de que los agricultores tienen una forma definida de fertilizar, cada método debería de presentar resultados diferentes en los rendimientos netos de cosecha. Como resultado, un método ineficiente puede estar causando pérdidas económicas (García, 2017).

Cuanto más gruesa sea la textura del suelo, tanto más fácilmente aparecen los síntomas de quemadura, especialmente en períodos de sequía. Esto es debido a que las sales en exceso, no sólo los contenidos en el suelo sino también aquellas provenientes de la localización concentrada de los abonos minerales cerca de las semillas o de las raíces, aumentan considerablemente la presión osmótica ocasionando diversos fenómenos fisiológicos: disminuye la absorción de agua por las plantas, reduce el porcentaje de germinación de semillas, ocasiona daños por quemadura no sólo en las raíces sino también en la parte aérea, impide el desarrollo normal de las plantas, eleva el nivel del punto de marchitez y otros coeficientes hídricos (Villagarcía & Aguirre, 2014).

Generalmente las cantidades de fertilizantes se aplican de manera fraccionada, principalmente el nitrógeno. Se recomienda la aplicación de todo el fertilizante fosforado y potásico a la siembra, junto con el 20 - 30 % del nitrógeno. Una forma usual de aplicación es volear la mezcla del fertilizante para luego incorporarlo al suelo al momento del pase de la rastra. En siembras manuales, los pequeños agricultores pueden aplicar el fertilizante al momento del pase de la yunta al mismo tiempo que distribuyen la semilla, evitando un contacto directo con el fertilizante. Otra forma común de aplicar fertilizante es a las dos semanas después de la siembra, cuando las plántulas están con dos a tres hojas verdaderas (V2- V3), sembrándolo al pie de la planta (5 - 10 cm de la planta) o a lo largo del surco, a chorro corrido, incorporándolo con un aporte ligero. Existen diversas formas para aplicar el fertilizante, y dependen de la manera en que se maneje la preparación del terreno y la siembra. Es importante asegurar que el suelo tenga suficiente humedad para que el fertilizante pase a la solución del suelo y esté disponible para las plantas (INIA, 2020).

La aplicación de abonos orgánicos y/o fertilizantes en cantidad suficiente y adecuadamente balanceados harán que las plantas tengan buen crecimiento y desarrollo, toleren o resistan el ataque de enfermedades, no se tumben y tengan menor competencia por nutrientes con las malezas. Para calcular la cantidad de nutrientes y micronutrientes que se aplicará por hectárea, se recomienda realizar el análisis del suelo, cuyos resultados indicará que nutrientes y en qué cantidades disponible tiene el suelo (Jara, 2014).

La primera fertilización se puede realizar a máquina al momento de la siembra, o a palana cuando la planta tiene 04 hojas completamente extendidas, esto ocurre generalmente a los 08 días después de la siembra. La fertilización nitrogenada no debe exceder de 80 unidades. También es importante utilizar como mínimo 01 t/ha de guano de pollo o compost, mezclado con los fertilizantes químicos (Agrobanco, 2010).

Se determinó la velocidad de infiltración y resistencia mecánica del suelo. Al final de cada ciclo, se evaluó el rendimiento de grano y sus componentes. Al aplicar la dosis tradicional de fertilización a través del riego por goteo y dosificada por etapa fenológica y con labranza de conservación se incrementó 35% el rendimiento de maíz en relación con la fertilización al suelo, riego por gravedad y labranza tradicional. Se obtuvieron las curvas de extracción de NPK, herramienta básica para realizar una adecuada fertilización, acorde a las necesidades del cultivo por etapa fenológica (Martínez, y otros, 2014).

La dosificación del abonamiento se realizó en 2 particiones de nitrógeno siendo 50 y 50 %, realizado de la siguiente forma: la primera aplicación se realizó en el estado fenológico, al observarse 03 hojas en la planta (30 de septiembre del 2011) y la segunda aplicación al estado fenológico, al observarse 07 hojas en la planta. En la dosificación de 3 particiones de nitrógeno se fraccionaron en 20%, 40% y 40% de dosis de nitrógeno, la primera y segunda partición coinciden con las aplicaciones anteriormente mencionadas y la última dosis para este caso se aplicó al estado fenológico, al observarse 12 hojas en la planta (De la cruz, 2016).

El maíz, es un cultivo de alto rendimiento en grano y por esta razón sus requerimientos nutricionales son altos, en comparación a otros cultivos. La fertilidad del suelo, es el conjunto de componentes físicos, químicos y biológicos que deben asegurar que las plantas tengan el ambiente adecuado para su normal desarrollo. Algunos requerimientos, como el clima y el tipo de suelo, dependen de la naturaleza; mientras que muchos otros dependen de la actividad humana, y de la manera en cómo son manejados los resultados. En consecuencia, una buena fertilidad del suelo significa asegurar a las plantas condiciones físicas adecuadas, y un suministro oportuno y adecuado de agua y nutrientes, que permita la máxima expresión del potencial genético productivo de las variedades e híbridos. En tal sentido, es de vital importancia conocer el potencial de rendimiento del híbrido o de la variedad que se quiere sembrar, y conocer la fertilidad del terreno en el que se va a sembrar (INIA, 2020).

Se denomina sistema de riego tecnificado, al conjunto de elementos que permiten que la aplicación del agua y los fertilizantes al cultivo sea en forma eficiente, localizada, con una frecuencia adecuada, en cantidades estrictamente necesarias y en el momento oportuno. Esta aplicación, se hace mediante una red de tuberías (de conducción y distribución de PVC o polietileno), laterales de riego (mangueras o cintas), con emisores o goteros, con diseños técnicos que entregan pequeños volúmenes de agua periódicamente, en función de los requerimientos hídricos del cultivo y de la capacidad de retención del suelo (Ramos & Báez, 2013).

Cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O), puede ser llamado fertilizante. Fertilizantes fabricados industrialmente son llamados fertilizantes minerales. La presentación de los fertilizantes minerales es muy variada. Dependiendo del proceso de fabricación, las partículas de los fertilizantes minerales pueden ser de muy diferentes



tamaños y formas: gránulos, píldoras, perlados, cristales, polvo de grano grueso compactado o fino. La mayoría de los fertilizantes es provista en forma sólida. Los fertilizantes líquidos y de suspensión son importantes principalmente en América del Norte (IFA, 2020).

En el proceso de la fertilización agrícola en el Perú y en el mundo dicho proceso se realiza solamente utilizando el sentido común, comprando fertilizantes preparados como Urea, Fosfatos entre otras y en base a la experiencia se procede a la fertilización del terreno considerando el tipo de cultivo. Sin embargo, esto no es lo más adecuado y se podría estar haciendo una inversión que no justifique la productividad del terreno, teniendo en cuenta que los costos de los fertilizantes son cambiantes y la disponibilidad de los recursos también está sujeto a la disponibilidad los mismos en el mercado y aún más que se debe pensar en obtener la máxima productividad como la mínima inversión (Esmelin, 2011).

De las diferentes formas de aplicación de fertilizantes en cultivos extensivos y praderas principalmente se encuentra la de aplicación al voleo. Esta técnica de fertilización consiste en distribuir de modo uniforme la dosis previa de abono sobre el total de la superficie a fertilizar, antes o después de la siembra. La aplicación al voleo de un abono puede ser de forma manual o con máquina fertilizadora. Una vez repartido, este fertilizante puede ser incorporado al terreno mediante arado, disquera, rastras... o simplemente dejado en superficie o cobertura. La aplicación al voleo de un abono puede ser de forma manual o con máquina fertilizadora. Una vez repartido, este fertilizante puede ser incorporado al terreno mediante arado, disquera, rastras... o simplemente dejado en superficie o cobertura (AEFA, 2017).

La fertirrigación es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos. Resulta un método de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas de riego localizado (goteo), aunque también se usa, en menor medida, en sistemas de riego por aspersión (equipos pivote y cobertura total). La diferencia principal entre estos sistemas es que en el riego localizado no se moja toda la superficie, mientras que esto sí sucede en riego por aspersión (SIAR, 2015).

El objetivo general para el trabajo de investigación fue determinar las técnicas de aplicación de fertilizantes en maíz (*Zea mays* L.) en el valle Santa - Ancash. Para lo cual contamos objetivos específicos como el Identificar la técnica de fertilización más utilizada en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el valle Santa - Ancash. Determinar los factores que influyen en la utilización de una técnica para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el valle Santa - Ancash.

Metodología

La presente investigación fue del tipo descriptiva, se aplicó un diseño no experimental bajo un enfoque mixto. La muestra del estudio propuesto fue conformada por 130 agricultores del valle de Santa, provincia de Santa, departamento de Áncash. La ejecución de la recolección de datos se llevó a cabo mediante una encuesta conformada por 9 preguntas planteadas con la finalidad de profundizar en cada uno de los objetivos de la investigación aplicada.

En cuanto al instrumento que se utilizó en la prueba piloto de la investigación, es el cuestionario de encuestas de acuerdo con la técnica de encuestas, para poder obtener los datos necesarios de esta investigación, los ítems planteados son dicotómicos, es decir cumplen como respuesta solamente dos valores (SI y NO), que a continuación se menciona. Las cuales fueron validados por expertos, así mismo, se utilizó la confiabilidad según Kuder Richardson KR20.

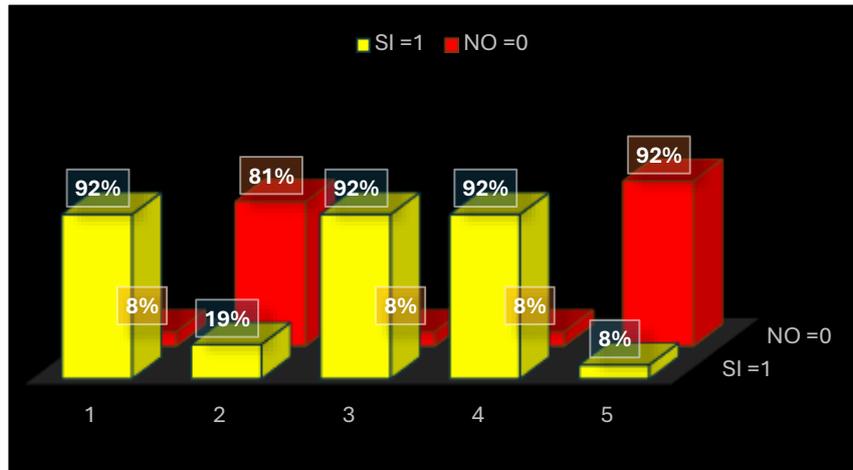
Encuesta dirigida a los agricultores

INDICADORES (Marcar con una aspa o X para la respuesta correspondiente)	Si	No
1. Conoce que existen diferentes técnicas de fertilizar el cultivo de maíz (voleo, tronqueo, faja, fertirriego).		
2. Utiliza la fertilización por voleo.		
3. Utiliza la fertilización por tronqueo (sembrado o puñado).		
4. Utiliza la fertilización por tubo o fajas.		
5. Utiliza la fertilización por fertirriego.		
6. La técnica que usted emplea para fertilizar se debe un motivo de costos.		
7. En relación a la pendiente y el tipo de suelo, programa usted la frecuencia de fertilizar en el cultivo de maíz.		
8. Encontró diferencias en las distintas técnicas de fertilización en el cultivo de maíz.		
9. En el cultivo de chala y maíz usted emplea una diferente técnica de fertilización.		

Fuente: Elaboración Propia

Resultados

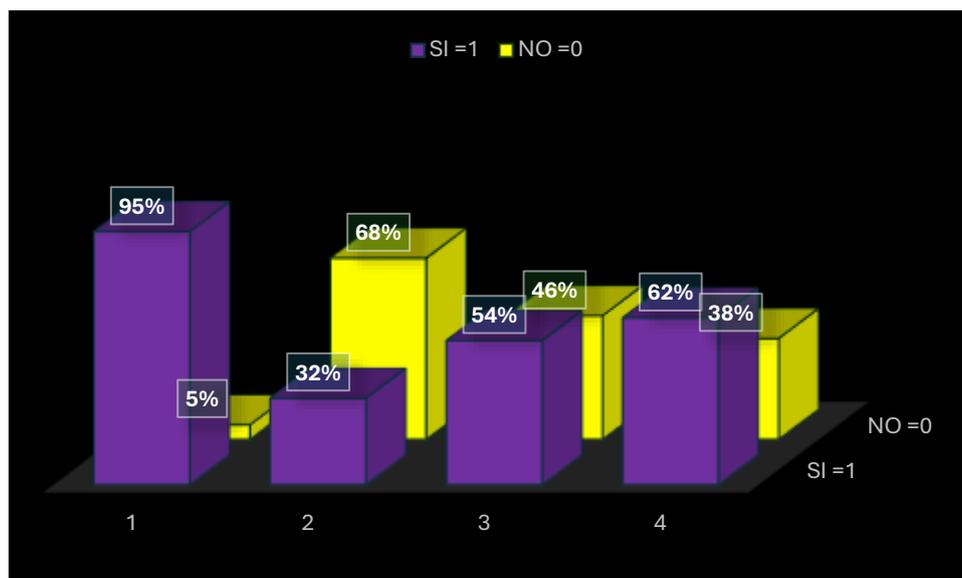
Figura 1



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 1 se aprecia los resultados con relación a identificar la técnica de fertilización más utilizada en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el valle Santa – Ancash, dentro de ello el 92% indica que conoce que existen diferentes técnicas de como fertilizar el cultivo de maíz, en cuanto a la fertilización por voleo solo tiene conocimiento el 19%; de igual manera el 92% afirma que utilizan la fertilización por tronqueo (sembrado o puñado, de igual manera el 92% afirma que utiliza la fertilización por tubo o faja; y un grupo de agricultores conformada del 8% de la población utiliza la fertilización por fertirriego.

Figura 2: Factores que influyen en la utilización de una técnica para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)



Fuente: Elaboración Propia

En la **figura 2**, se puede apreciar los resultados obtenidos con relación a los factores que influyen en la utilización de una técnica para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), para ello en la pregunta 6 el 95% de encuestados aseguró que realiza la utilización de técnicas para disminuir costos; por otro lado, el 32% de agricultores, toma en cuenta la relación la pendiente y el tipo de suelo, por el cuál programan la frecuencia de fertilizar, ante las diferentes técnicas utilizas el 54% de los agricultores encontraron diferencias en las diversas técnicas de fertilización en el cultivo de maíz; por consiguiente el 62% señala que en el cultivo de chala y maíz, las técnicas que se emplean son diferentes.

Discusiones

En la presente investigación se logró identificar la técnica de fertilización más utilizada en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el valle Santa - Ancash, dado que la importancia de identificar la técnica que se emplea en la zona es un aporte en cuanto a la estrategia nutricional para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) coincide con León Alcántara (2016), quien menciona que se deben realizar un estudio en los suelos de costa a fin de poder determinar la estrategia de manejo más adecuada para el cultivo del maíz.

Por otro lado, los resultados de la encuesta predominan que el factor económico es el principal influyente en las técnicas de aplicación, coincidiendo con Martínez Gamiño, y otros (2014) que investigaron sobre el efecto del fertirriego y labranza de conservación en propiedades del suelo y el rendimiento de maíz; en dicho trabajo determinan que el fertirriego logro incrementar la relación beneficio costo en maíz, ya que produjeron incrementos significativos en el rendimiento de grano, rastrojo y forraje verde para ensilado.

Conclusiones

Luego de haber realizado el trabajo de investigación se concluye que, existen varias técnicas de fertilización en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), principalmente esta la más primitiva que viene ser la técnica de fertilización por voleo, esta técnica es empleada en algunas oportunidades como para realizar un desmanche informal sin tener las medidas adecuadas sobre la fertilización, segundo tenemos la técnica de tronqueo que también recibe los nombres de puyado; sembrado, esta técnica es más utilizada en valle de santa en la primera fertilización, como tercera técnica nos topamos con la de fajas que también es conocido con el nombre de tubo; botado, esta técnica se emplea mayormente en la segunda y tercera etapa de fertilización y por ultimo tenemos a la técnica de fertilización de fertirriego, esta es la menos utilizada por las mismas condiciones privilegiadas del valle Santa.

Con relación a los factores que influyen en la utilización de una técnica para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el valle Santa – Ancash, se concluye que el principal factor será el económico ya sea en contexto de la utilización de utilización de la técnica, pero también la mano de obra y del precio de los insumos en este caso los fertilizantes, los demás factores son agronómicos, pero estos no son tan influyentes o determinantes.

Referencias

AEFA. (2017). *Aplicación al voleo*. Obtenido de Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes: <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/aplicacion-al-voleo>

Agro Rural. (2018). *Manual De Abonamiento Con Guano De Las Islas*. Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - AGRO RURAL, Dirección de Abonos. Lima-Perú: Digital Print Service E.I.R.L. Obtenido de <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf>

Agrobanco. (2010). *Manejo Integrado De Maiz Amarillo Duro*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica De Extensión Y Proyección Social . Mocán – Casa Grande – Ascope –La Libertad - Peru: Agrobanco. Recuperado el 09 de 12 de 2021, de https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/MAD/MANEJO_INTEGRADO_DE_MAIZ_AMARILLO_DURO.pdf

Allen, J. L. (2017). “*Sistema De Riego Tecnificado En El Cultivo De Vid (Vitis vinifera L.)*”. Trabajo Monográfico para optar el Título de: Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina , Facultad De Agronomía, Lima - Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2984/F06-A44-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arévalo de Gauggel, M. C. (2009). *Manual de Fertilizantes y Enmiendas*. Escuela Agrícola Panamericana, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria., El Zamorano, Honduras, Centroamérica. Recuperado el 25 de 11 de 2021, de

https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf

De la cruz, J. C. (2016). *Fraccionamiento De Nitrógeno En Dos Densidades De Siembra De Maíz Amarillo Duro (Zea Mays L.) En La Localidad De La Molina*. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad De Agronomía, Lima. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1961/F01-C794-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Esmelin, N. A. (2011). *Optimización Difusa En La Fertilización Agrícola*. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencia e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”, Huaraz – Ancash - Perú. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1693/Tesis%20doctoral%20Nikin-pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, R. O. (2017). *Evaluación De Cuatro Métodos De Aplicación De Fertilizantes En El Cultivo De Frijol Phaseolus vulgaris L.* Universidad De San Carlos De Guatemala, Centro Universitario De Oriente, Chiquimula, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10404/1/19%20A%20TG-2964-2384-GarciaSosa.pdf>

ICTA. (Diciembre de 2013). Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. *Recomendaciones Técnicas Para El Cultivo De Maíz En La Región Del Polochic*. Obtenido de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/Recomendaciones%20maiz,%20region%20del%20Polochic,%202013.pdf>

IFA. (2020). *Los fertilizantes y su uso*. Asociación Internacional de Fertilizantes , IFA. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

Infoagro (Ed.). (07 de 09 de 2016). *Infoagro*. (Infoagro, Productor, & Infoagro) Obtenido de ¿Cuál es la mejor forma de aplicar fósforo al suelo?: <https://mexico.infoagro.com/cual-es-la-mejor-forma-de-aplicar-fosforo-al-suelo/>

INIA. (Abril de 2020). Manual Técnico Del Cultivo De Maíz Amarillo Duro. (D. S. Eliana Alviárez Gutierrez, Ed.) *Manual Técnico Del Cultivo De Maíz Amarillo Duro*. Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1057>



- INTA EEA Marcos Juárez. (Julio de 2018). *Maiz Actualización 2018*. (O. Callegari, Ed.) *Informe de Actualización Técnica en línea N° 11, 11, 28,62,69*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_maiz_actualizacion2018_eeamj.pdf
- Jara, W. (2014). *Manejo Integrado Del Cultivo Y De Las Plagas Del Maíz*. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA., Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz de la Estación Experimental Agraria Andenes del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Cusco. Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/112>
- Lao, C. P. (2013). *Asistencia Técnica Dirigida En "Fertilización En El Cultivo Del Maiz Amarillo Duro"*. UNALM, Extencion Y Promocion Social UNALM. Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque: Agrobanco. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/023-b-mad.pdf>
- León Alcántara, W. D. (2016). *Manejo de la fertilización de maíz (Zea mays L.) en el Valle Santa Catalina*. Tesis para optar el título de: Ingeniero Agronomo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad De Ciencias Agrarias, Trujillo. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2423/1/REP_ING.AGRON_WILSON.LE%c3%93N_MANEJO.FERTILIZACI%c3%93N.MA%c3%8dZ.ZEA.MAYS.L.VALLE.SANTA.CATALINA.pdf
- Loli Figueroa, O. (2013). *Fertilización En El Cultivo De Papa*. UNALM - Universidad Nacional Agraria La Molina, Extención Y Proyección Social - UNALM. Huanquite - Paruro - Cusco - Perú: Agrobanco. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032-g-papa.pdf>
- Martínez Gamiño, M., Jasso Chaverria, C., Osuna Ceja, E. S., Reyes Muro, L., Huerta Díaz, J., & Figueroa Sandoval, B. (2014). *Efecto del fertirriego y labranza de conservación en propiedades del suelo y el rendimiento de maíz*. Mexico. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000600003&lng=es&tlng=es.
- Ramos Ramos, M., & Báez Rivera, D. (2013). *Diseño Y Construcción De Un Sistema De Riego Por Aspersión En Una Parcela Demostrativa En El Cantón Cevallos*. Tesis

De Grado de Ingeniero De Mantenimiento, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Mecánica, Riobamba – Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2677/1/25T00208.pdf>

SIAR. (Junio de 2015). *Fertirrigación*. Universidad de Castilla-La Mancha, Ciencias Agrarias. Castilla: Universidad de Castilla-La Mancha. Obtenido de <http://crea.uclm.es/siar/publicaciones/files/HOJA11.pdf>

UF/IFAS. (Junio de 2013). *Interpretación del Contenido de la Humedad del Suelo para Determinar Capacidad de Campo y Evitar Riego Excesivo en Suelos Arenosos Utilizando Sensores de Humedad*. University of Florida -Institute of Food And Agricultural Sciences, Departamento de Ciencias del Suelo y del Agua. Gainesville - Florida: Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas. Obtenido de <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/AE/AE49600.pdf>

Villagarcía, S., & Aguirre, G. (2014). *Manual De Uso De Fertilizantes Para Las Condiciones Del Perú*. LIMA: Fondo Editorial - UNALM. 2014.



Efecto de los acaricidas para el control de araña
marrón en palto en Valle de Chao
Effect of acaricides for the control of brown spider mite
on avocado in Chao Valley

Irene Huamán Reyes

0000-0002-7740-931X

Universidad San Pedro

Cita en APA: Huamán, I. (2024). Efecto de los acaricidas para el control de araña marrón en palto en Valle de Chao. *Revista Latinoamericana De Ciencias Agrarias*, 2(1), 15-29.



Resumen

Diversos estudios han evaluado la eficacia de diferentes acaricidas en el control del ácaro marrón (*Oligonychus punicae*) en cultivos de palto (*Persea americana* var. 'Hass'). Se ha observado que, tras 20 días de aplicación, ocurre una reinfestación del ácaro, lo que subraya la necesidad de un monitoreo constante para un control efectivo. La Abamectina ha demostrado una reducción del 99.54% de la población de *Oligonychus yothersi* a los 7 días, superando a otros tratamientos como Cyhexatin y Chlorfenapyr. Spirodiclofen ha mostrado alta eficacia en todos los estadios del ácaro, y Maxtrin 0.5 SL ha alcanzado una eficiencia del 74.8% a los 28 días post-aplicación. Acequinocyl y Spiromesifen lograron eliminar completamente los ácaros en 3-4 días. Barazide y Ubertop se han identificado como altamente eficaces y sin efectos fitotóxicos. Además, etoxazole, fenpyroximate y milbemectin han mostrado una residualidad efectiva de 14 a 35 días. El aceite de girasol ha sido destacado por su 100% de mortalidad. La agresividad del ácaro bajo condiciones cálidas y su ciclo biológico corto refuerzan la necesidad del uso de acaricidas para mantener la calidad del cultivo. *Oligonychus punicae* es una plaga clave en Latinoamérica, afectando significativamente la productividad del palto.

Palabras clave: oligonychus punicae, acaricidas, eficacia, cultivo del aguacate, control de plagas.

Abstract

Several studies have evaluated the efficacy of different acaricides in the control of the brown mite (*Oligonychus punicae*) in avocado (*Persea americana* var. 'Hass'). It has been observed that, after 20 days of application, reinfestation of the mite occurs, which underlines the need for constant monitoring for effective control. Abamectin has shown a 99.54% reduction of the *Oligonychus yothersi* population after 7 days, outperforming other treatments such as Cyhexatin and Chlorfenapyr. Spirodiclofen has shown high efficacy on all stages of the mite, and Maxtrin 0.5 SL has reached an efficiency of 74.8% at 28 days post-application. Acequinocyl and Spiromesifen achieved complete elimination of mites in 3-4 days. Barazide and Ubertop have been identified as highly effective and without phytotoxic effects. In addition, etoxazole, fenpyroximate and milbemectin have shown an effective residual of 14 to 35 days. Sunflower oil has been noted for its 100% mortality. The aggressiveness of the mite under warm conditions and its short life cycle reinforce the need for the use of acaricides to maintain crop quality. *Oligonychus punicae* is a key pest in Latin America, significantly affecting avocado productivity.

Key words: oligonychus punicae, acaricides, efficacy, avocado crop, pest monitoring.



Introducción

La eficacia de diferentes acaricidas en el control del ácaro marrón (*Oligonychus punicae*) en cultivos de palto (*Persea americana* var. 'Hass') ha sido objeto de numerosos estudios. Se ha observado que, tras la aplicación de estos productos, existe un período crítico de aproximadamente 20 días después del cual se puede experimentar una reinfestación del ácaro. Esto destaca la importancia crucial de mantener un monitoreo constante de las poblaciones de ácaros para implementar estrategias de control oportunas y efectivas.

La Abamectina ha demostrado ser altamente eficaz, logrando reducciones significativas en la población de *Oligonychus yothersi* en comparación con otros acaricidas. Por otro lado, el Spirodiclofen ha mostrado ser efectivo en todos los estadios del ácaro marrón. Maxtrin 0.5 SL ha sido evaluado con resultados prometedores, alcanzando una buena eficacia después de 28 días de aplicación. Otros acaricidas como Acequinocyl y Spiromesifen han demostrado una capacidad rápida para eliminar completamente los ácaros en pocos días.

La necesidad de controlar eficazmente *Oligonychus punicae* radica en su ciclo biológico corto y su capacidad para impactar negativamente en la productividad y calidad de los frutos de palto, especialmente bajo condiciones climáticas favorables.

Se ha observado que, además de los productos mencionados, Barazide y Ubertop han destacado por su eficacia sin provocar efectos fitotóxicos significativos en el cultivo. Etoxazole, fenpyroximate y milbemectin también han mostrado una buena residualidad, manteniendo su efectividad durante períodos prolongados después de la aplicación.

El aceite de girasol ha sido identificado como otro agente efectivo, logrando altos porcentajes de mortalidad en poblaciones de ácaros. Estos estudios reafirman la importancia crítica de seleccionar y aplicar acaricidas adecuados para el control efectivo de *Oligonychus punicae* en cultivos de palto, mitigando así los impactos negativos en la producción agrícola.

La prevalencia y agresividad del ácaro marrón en condiciones climáticas favorables subraya la necesidad continua de investigaciones y estrategias de manejo integrado de plagas para mantener la salud y productividad de los cultivos de palto.

La investigación sobre el control de *Oligonychus punicae* es crucial no solo para mitigar pérdidas económicas en cultivos de palto, sino también para promover prácticas agrícolas sostenibles y seguras. La variabilidad en la eficacia de los acaricidas observada en diferentes estudios resalta la necesidad de adaptar las estrategias de manejo de acuerdo con las condiciones específicas de cada cultivo y región.

Estos estudios subrayan la importancia de un enfoque integrado que combine el uso eficaz de acaricidas con prácticas de monitoreo constante y técnicas de manejo cultural. La resistencia de *Oligonychus punicae* a los acaricidas y su capacidad para causar daños

significativos en los cultivos de palto refuerzan la necesidad de desarrollar estrategias de control efectivas y sostenibles.

La adaptación de las prácticas de manejo a las condiciones específicas del cultivo y la región es crucial para maximizar la eficacia de los tratamientos y minimizar el impacto ambiental. La investigación continua en este campo es fundamental para enfrentar los desafíos emergentes y asegurar la seguridad alimentaria y la viabilidad económica de los productores de palto a nivel global.

En conclusión, la gestión integrada de *Oligonychus punicae* en cultivos de palto requiere un enfoque holístico que considere aspectos biológicos, agronómicos y ambientales. Las investigaciones actuales y futuras desempeñarán un papel crucial en la evolución de estrategias efectivas y sostenibles para el control de esta plaga, asegurando así la salud y productividad a largo plazo de los cultivos de palto.

Además de la eficacia, es fundamental considerar aspectos como la seguridad ambiental y la resistencia del ácaro a largo plazo. La continua investigación y desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de los acaricidas son fundamentales para enfrentar estos desafíos y garantizar la sustentabilidad de la producción de palto a nivel global.

En resumen, los estudios revisados proporcionan una visión integral de los acaricidas disponibles y sus aplicaciones en el control de *Oligonychus punicae*. Sin embargo, se requieren más investigaciones para optimizar las estrategias de manejo y garantizar una producción de palto eficiente y sostenible en un contexto cambiante de condiciones climáticas y presión de plagas.

Metodología

Esta investigación realizó un enfoque cuantitativo, que describe un modelo preestablecido para evaluar el efecto de tres acaricidas agrícolas en el control de araña marrón (*Oligonychus punicae*) en palto (*Persea americana* Mill) en valle de Chao, mediante indicadores y estadística. Tipo aplicada, debido a que se planteó un problema establecido, conocido, y estudiado anteriormente, no se necesitó crear ninguna teoría o variable y es una investigación que se realizó mediante conceptos o teorías que ya han sido creadas y que fueron aplicadas a la realidad del efecto de acaricidas agrícolas en el control de (*Oligonychus punicae*) en palto (*Persea americana* Mill) en valle de Chao. Los atributos del efecto de tres acaricidas agrícolas en el control de (*Oligonychus punicae*) en palto (*Persea americana* Mill) en valle de Chao.

Se realizó una investigación sistemática y empírica, donde la variable dependiente (Efecto sobre *Oligonychus punicae* en cultivo de palto) fue manipulada mediante la aplicación de una variable independiente (Acaricidas para el control de *Oligonychus punicae*). Se necesitó de la experimentación para observar y modificar el problema, es decir, para analizar

y comparar el porcentaje de mortalidad de los ácaros *Oligonychus punicae*, con la aplicación de acaricidas, en campo sobre el cultivo de palto (*Persea americana* Mill).

La población estuvo representada por todas las plantas del área experimental, teniendo un total de 187 árboles de cultivo de palto variedad Hass, de 4 años de edad en etapa fenológica de descanso.

La muestra estuvo representada por cinco árboles por unidad experimental, teniendo una totalidad de 75 plantas muestreadas, de las cuales se consideró tres hojas por cada planta, donde se evaluó, huevos, ninfas y adultos de araña marrón en el cultivo de palto.

Se utilizó cuatro acaricidas con dosis referidos según ficha técnica de cada producto, para el control de poblaciones de araña marrón en el cultivo de palto con un testigo absoluto, como se muestra a continuación en la **tabla 1**.

Tabla 1: *Tratamiento aplicados en el experimento*

Tratamientos	Dosis (L/cil)
T0 Testigo absoluto	sin aplicación
T1 Abamectina	0.250 (L/cil)
T2 Bifenizate	0.100 (L/cil)
T3 Fenpyroximate	0.200 (L/cil)
T4 Matrine	0.250 (L/cil)

Fuente: *Elaboración propia*

Las técnicas que se utilizará en el proyecto de investigación será la observación acompañada de fichas evaluación, para poder evaluar y registrar los parámetros del porcentaje de severidad de la plaga y el grado de eficacia del tratamiento, para su posterior, toma de datos y análisis de estos.

Para el presente estudio se empleó el Diseño de Bloques completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones, con un total de 15 unidades experimentales.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + P_x + E_{jk}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado en la unidad experimental.

β_i = Factor de dosis.

P_x = Repeticiones.

μ = Media general del experimental.

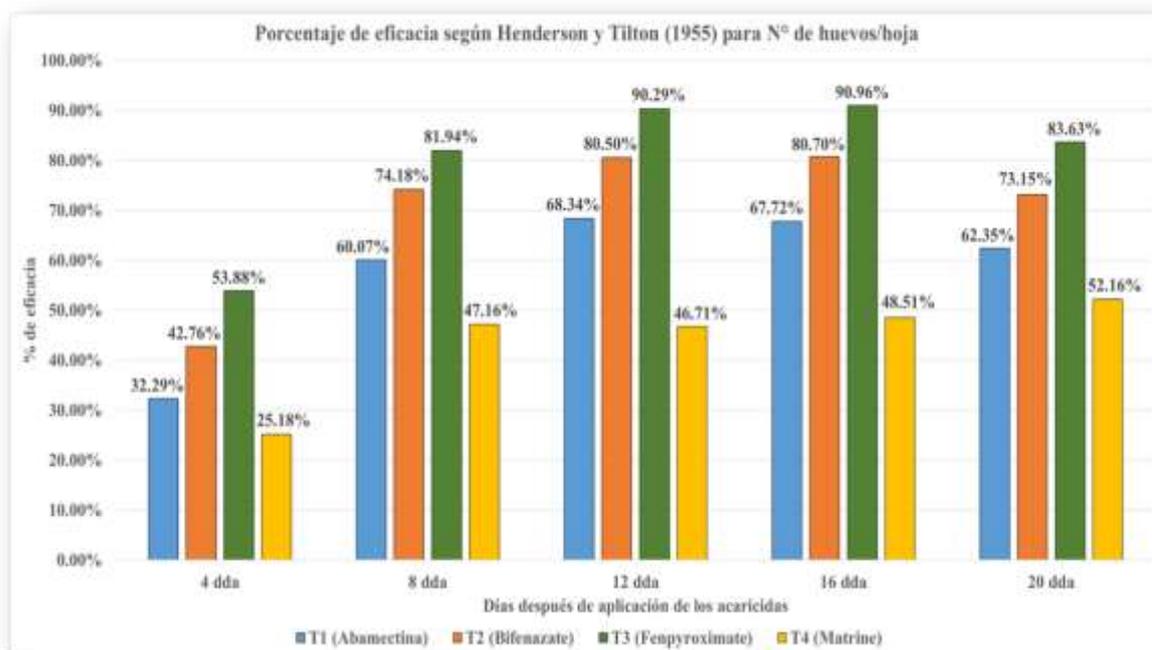
E_{ij} = Efecto del error.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA), a un nivel de confiabilidad del 95%, así mismo se realizó la prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos en estudio a un nivel de probabilidad de 0.05%. Para dichos análisis se utilizó el software estadístico InfoStat. Previo a realizar el análisis de varianza se procedió a realizar transformaciones de datos a $\sqrt{x+1}$, debido a que no se tuvo distribución normal y varianzas homogéneas de los datos y para determinar el % de eficacia de los acaricidas se utilizó la fórmula matemática de Henderson y Tilton (1955).

Resultado

Los porcentajes de eficacia de los acaricidas en estudio a los 4, 8, 12, 16 y 20 días después de la aplicación (DDA), para la variable número de ninfas/hoja de araña marrón, donde evidenció que el T3: Fenpyroximate (0.200 L/cil) registró el mejor control de ninfas/hoja con 99.07% de eficacia hasta los 12 días después de la aplicación (DDA), mostrando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 95.08% y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 91.59% de eficacia, en segundo lugar, fue para el T2: Bifenazate (0.100 L/cil), mostrando 92.13% de eficacia hasta los 12 días después de la aplicación (DDA), mostrando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 87.87% de eficacia y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 83.58% de eficacia, en tercer lugar, lo obtuvo el T1: Abamectina (0.250 L/cil) con 84.97% y 82.26% de eficacia hasta los 8 y 12 días después de la aplicación (DDA), evidenciando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 76.90% de eficacia y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 73.74% de eficacia, sin embargo, en cuarto lugar lo obtuvo el T4: Matriline (0.250 L/cil) con 79.29% y 72.30% de eficacia hasta los 8 y 12 días después de la aplicación (DDA), mostrando que se redujo a 64.49% de eficacia a los 16 días después de la aplicación (DDA) y a los 20 días después de la aplicación (DDA) con 65.93% de eficacia, siendo inferior en cuanto a control de número de ninfas/hoja, frente a todos los acaricidas en estudio.

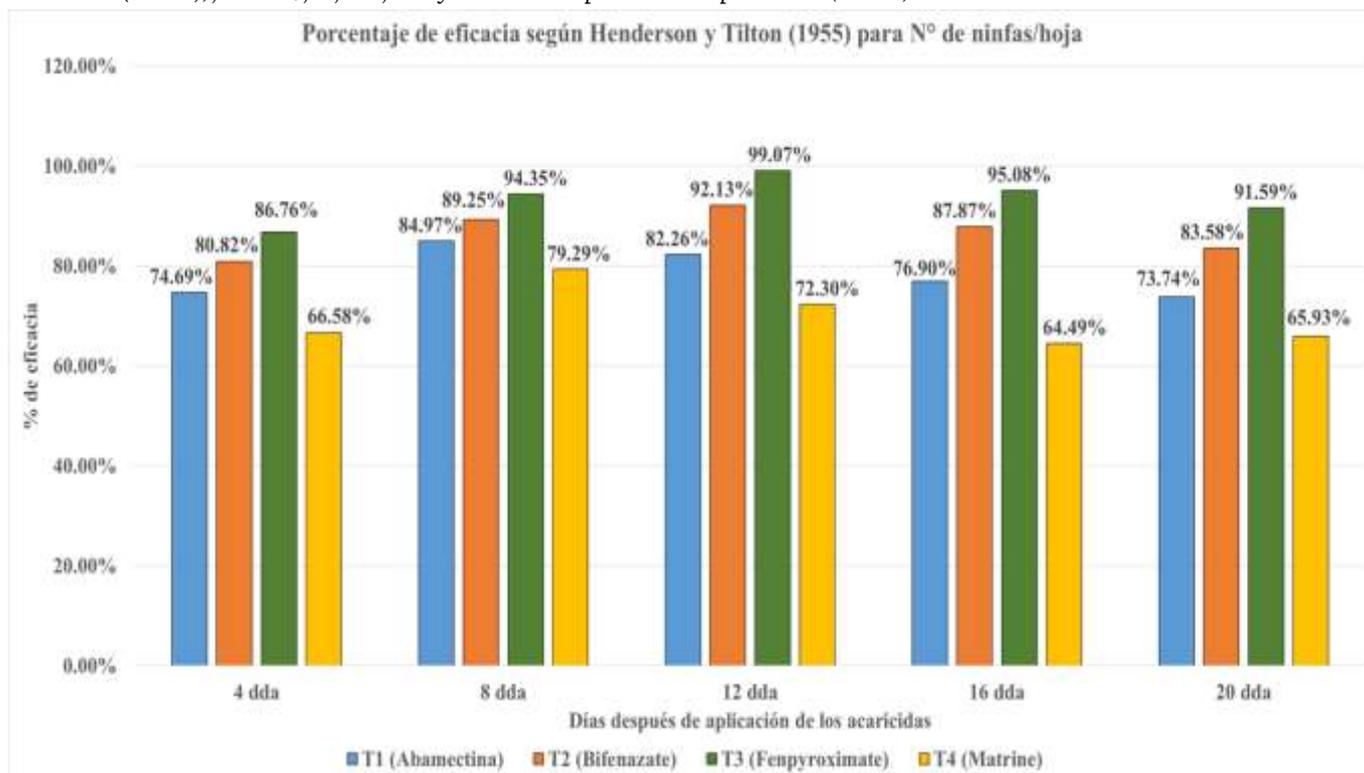
Figura 1: Porcentaje de eficacia para número de huevos/hoja de araña marrón (*O. punicae* (Hirst)), a los 4, 8, 12, 16 y 20 días después de la aplicación (DDA) de los acaricidas en estudio.



Fuente: *Elaboración propia*

Los porcentajes de eficacia de los acaricidas en estudio a los 4, 8, 12, 16 y 20 días después de la aplicación (DDA), para la variable número de ninfas/hoja de araña marrón, donde evidenció que el T3: Fenpyroximate (0.200 L/cil) registró el mejor control de ninfas/hoja con 99.07% de eficacia hasta los 12 días después de la aplicación (DDA), mostrando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 95.08% y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 91.59% de eficacia, en segundo lugar, fue para el T2: Bifenazate (0.100 L/cil), mostrando 92.13% de eficacia hasta los 12 días después de la aplicación (DDA), mostrando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 87.87% de eficacia y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 83.58% de eficacia, en tercer lugar, lo obtuvo el T1: Abamectina (0.250 L/cil) con 84.97% y 82.26% de eficacia hasta los 8 y 12 días después de la aplicación (DDA), evidenciando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 76.90% de eficacia y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 73.74% de eficacia, sin embargo, en cuarto lugar lo obtuvo el T4: Matrine (0.250 L/cil) con 79.29% y 72.30% de eficacia hasta los 8 y 12 días después de la aplicación (DDA), mostrando que se redujo a 64.49% de eficacia a los 16 días después de la aplicación (DDA) y a los 20 días después de la aplicación (DDA) con 65.93% de eficacia, siendo inferior en cuanto a control de número de ninfas/hoja, frente a todos los acaricidas en estudio.

Figura 2: Porcentaje de eficacia para número de ninfas/hoja de araña marrón (*O. punicea* (Hirst)), a los 4, 8, 12, 16 y 20 días después de la aplicación (DDA) de los acaricidas en estudio.



Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de eficacia de los acaricidas en estudio a los 4, 8, 12, 16 y 20 días después de la aplicación (DDA) para la variable número de adultos/hoja de araña marrón, donde evidenció que el T3: Fenpyroximate (0.200 L/cil) registró el mejor control de adultos/hoja con 99.71% de eficacia hasta los 12 días después de la aplicación (DDA), mostrando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 91.25% y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 83.33% de eficacia, en segundo lugar, fue para el T2: Bifenazate (0.100 L/cil), mostrando 96.41% de eficacia hasta los 12 días después de la aplicación (DDA), evidenciando que, a los 16 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 86.73% de eficacia y a los 20 días después de la aplicación (DDA) a 78.57% de eficacia, en tercer lugar, lo obtuvo el T1: Abamectina (0.250 L/cil) con 93.23% de eficacia a los 8 días después de la aplicación (DDA), evidenciando que, a los 12 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 86.39% de eficacia, a los 16 días después de la aplicación (DDA) a 79.53% de eficacia y a los 20 días después de la aplicación (DDA) se redujo a 72.43% de eficacia, mientras que, en cuarto lugar lo obtuvo el T4: Matrine (0.250 L/cil) con 89.49% de eficacia hasta los 8 días después de la aplicación (DDA), mostrando que se redujo a 79.98% de eficacia a los 12 días después de la aplicación (DDA), a los 16 días después de la aplicación (DDA) a 73.58% de eficacia y a los 20 días después de la aplicación (DDA) con 68.36% de eficacia, siendo inferior en cuanto a control de número de adultos/hoja, frente a todos los acaricidas en estudio.

Discusión

Para número de huevos/hoja, mostró que el T3: Fenpyroximate (0.200 L/cil) registró el menor promedio con 1.58 huevos/hoja hasta los 16 DDA con 90.96% de eficacia, mientras que a los 20 DDA evidenció 3.36 huevos/hoja, reduciéndose el porcentaje de eficacia a 83.63%, en segundo lugar, lo obtuvo el T2: Bifenazate (0.100 L/cil) con 3.16 huevos/hoja hasta los 16 DDA con 80.70% de eficacia y a los 20 DDA obtuvo un promedio de 5.16 huevos/hoja, donde obtuvo 73.15% de eficacia, en tercer lugar, lo obtuvo el T1: Abamectina (0.250 L/cil) con 4.56 huevos/hoja con 68.34% de eficacia hasta los 12 DDA, mientras que, a los 16 DDA se evidenció un promedio de 5.29 huevos/hoja con 67.72% de eficacia y a los 20 DDA obtuvo 7.24 huevos/hoja con 62.35% de eficacia, presentándose reducción de la eficacia de la Abamectina y en cuarto lugar lo obtuvo el T4: Matrine (0.250 L/cil) con 9.31 huevos/hoja hasta los 20 DDA con 52.63% de eficacia, siendo inferior para el control de huevos de araña marrón en el cultivo de palto frente a los demás tratamientos en estudio donde se aplicaron los acaricidas en estudio en su investigación evaluó la efectividad de cuatro acaricidas para el control de *Oligonychus punicae* en el cultivo de palto variedad Hass, donde emplearon Etoxazol (0.06 L/cil.), Fenpropathrin (0.15 L/cil.), Cyhexatin (0.08 L/cil.) y Bifenazate (0.08 L/cil.). obteniendo que el Etoxazole fue el acaricida que demostró mayores días de control (63 días), seguido del Fenpropathrin (30 días), Cyhexatin (25 días) y Bifenazate (18 días), reduciendo significativamente las poblaciones de araña marrón en el cultivo de palto.

Según los resultados obtenidos para la variable número de ninfas/hoja, mostró que el T3: Fenpyroximate (0.200 L/cil) registró el menor promedio con 0.09 ninfas/hoja hasta los 12 DDA con 99.07% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 0.67 ninfas/hoja con 95.08% de eficacia y a los 20 DDA evidenció 1.31 ninfas/hoja, reduciéndose el porcentaje de eficacia a 91.59%, en segundo lugar, lo obtuvo el T2: Bifenazate (0.100 L/cil) con 0.69 ninfas/hoja hasta los 12 DDA con 92.13% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 1.51 ninfas/hoja con 87.87% de eficacia y a los 20 DDA mostró 2.36 ninfas/hoja, donde se redujo el porcentaje

de eficacia a 83.58% , en tercer lugar, lo obtuvo el T1: Abamectina (0.250 L/cil) con 1.40 ninfas/hoja hasta los 8 DDA con 84.97% de eficacia, a los 12 DDA obtuvo 1.67 ninfas/hoja con 82.26% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 3.09 ninfas/hoja con 76.90% de eficacia y a los 20 DDA mostró 4.04 ninfas/hoja, donde se redujo el porcentaje de eficacia a 73.74% y en cuarto lugar, lo obtuvo el T4: Matrine (0.250 L/cil) con 1.98 ninfas/hoja hasta los 8 DDA con 79.29% de eficacia, a los 12 DDA obtuvo 2.67 ninfas/hoja con 72.30% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 4.87 ninfas/hoja con 64.49% de eficacia y a los 20 DDA mostró 5.38 ninfas/hoja, donde se redujo el porcentaje de eficacia a 65.93%, siendo inferior para el control de ninfas frente a los demás tratamientos en estudio donde se aplicaron los acaricidas en estudio.

Por otro lado, Tamay (2019), en sus estudios para el control de araña marrón (*Oligonychus punicae*), en el cultivo de palto, donde empleando productos orgánicos

obtuvieron como resultados que tuvo control sobre poblaciones de individuos móviles de araña marrón, los productos que mejor control tuvieron fueron: Maxtrin y Pro Phyt.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable número de adultos/hoja, mostró que el T3: Fenpyroximate (0.200 L/cil) registró el menor promedio con 0.04 adultos/hoja hasta los 12 DDA con 99.71% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 1.69 adultos/hoja con 91.25% de eficacia y a los 20 DDA evidenció 3.56 adultos/hoja, reduciéndose el porcentaje de eficacia a 83.33%, en segundo lugar, lo obtuvo el T2: Bifenazate (0.100 L/cil) con 0.56 adultos/hoja hasta los 12 DDA con 96.41% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 2.58 adultos/hoja con 86.73% de eficacia y a los 20 DDA mostró 4.60 adultos/hoja, donde se redujo el porcentaje de eficacia a 78.57% , en tercer lugar, lo obtuvo el T1: Abamectina (0.250 L/cil) con 1.00 adultos/hoja hasta los 8 DDA con 93.23% de eficacia, a los 12 DDA obtuvo 2.02 adultos/hoja con 86.39% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 3.82 adultos/hoja con 79.53% de eficacia y a los 20 DDA mostró 5.69 adultos/hoja, donde se redujo el porcentaje de eficacia a 72.43% y en cuarto lugar, lo obtuvo el T4: Matrine (0.250 L/cil) con 1.60 adultos/hoja hasta los 8 DDA con 89.49% de eficacia, a los 12 DDA obtuvo 3.07 adultos/hoja con 79.98% de eficacia, a los 16 DDA obtuvo 5.09 adultos/hoja con 73.58% de eficacia y a los 20 DDA mostró 6.73 adultos/hoja, donde se redujo el porcentaje de eficacia a 68.36%, siendo inferior para el control de adultos frente a los demás tratamientos en estudio donde se aplicaron los acaricidas en estudio (ver Anexo 17). Resultados que difieren con los estudios que realizó Jaimes y León (2020), para el control de poblaciones de *Oligonychus punicae*, emplearon tres acaricidas (Matrine, Etoxazole y Abamectina), donde obtuvieron como resultados que, el Matrine obtuvo 74.8% de eficacia, Etoxazole obtuvo 72.97% de eficacia y Abamectina con 56.87% de eficacia para el control de *Oligonychus punicae* en el cultivo de palto. En tal sentido Moreno (2018), en sus estudios obtuvo que, para controlar araña roja utilizó Abamectina a 200 mL/cil, donde obtuvo como resultados que, a los 3 DDA obtuvo 73.76% de eficacia; a los 8 DDA obtuvo 67.03% de eficacia y a los 11 DDA un 63.95 % de eficacia, el cual redujo significativamente las poblaciones de araña roja.

Asimismo, Garay (2021), demostró que la araña marrón es un acaro de la familia Tetranychidae que se puede controlar con otros ingredientes activos como estrategia de rotación para evitar generar resistencia, debido a que empleado Abamectina (250 ml/cil), Chlorfenapyr (100 ml/cil) y Cyhexatin (150 ml/cil) se puede tener entre 99.54 hasta 95.55% de eficacia para el control de poblaciones de araña marrón en el cultivo de palto. Por ende, se afirma que, empleando Bifenazate (0.100 L/cil) y Fenpyroximate (0.200 L/cil), se tendrá mayor control para araña marrón en el cultivo de palto y se puede emplear dentro del programa de manejo integrado para controlar araña marrón.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos sobre la efectividad de los acaricidas en el control de la población de araña marrón (*Oligonychus punicae* (Hirst)) en el cultivo de palto, se concluye que la aplicación del ingrediente activo Fenpyroximate a dosis de 0.200 L/cil, tuvo mayor efecto significativo en la reducción de las infestaciones de araña marrón en las hojas del palto, desde una población inicial de 12.24 huevos, 7.24 ninfas y 10.24 adultos, descendió a 1.58 huevos, 0.67 ninfas y 1.69 adultos en un lapso de 16 días después de la aplicación (DDA), mientras que, a los 20 días después de la aplicación se observó la disminución del porcentaje de eficacia donde se observaron incrementos de la población de ácaros en sus diferentes estadios con valores de, 3.36 huevos, 1.31 ninfas y 3.56 adultos.

Los mayores porcentajes de eficacia logrados después de la aplicación de los acaricidas se obtuvo con el ingrediente activo Fenpyroximate a dosis de 0.200 L/cil, a los 16 días después de aplicado (DDA) con 90.96% para huevos y a los 12 días para ninfas con 99.07% y adultos con 99.71% de eficacia, seguido de la aplicación de Bifenazate a dosis de 0.100 L/cil, quien obtuvo los mayores valores a los 16 días para huevos con 80.70% de eficacia y a los 12 días para ninfas con 92.13% de eficacia y adultos con 96.41% de eficacia.

La Abamectina a dosis de 0.250 L/cil, obtuvo respuesta a la aplicación para el control de ninfas y adultos a los 8 días después de aplicado el producto, reduciendo la población en ninfas con 84.97% y adultos con 92.23% de eficacia, sin embargo, la eficacia se redujo a partir de los 12 días después de la aplicación, con repoblación paulatina de ácaros del tratamiento en estudio.

El Matriline a dosis de 0.250 L/cil, obtuvo los menores valores de eficacia en todo el periodo de estudio, siendo mayor la eficiencia a los 8 días para ninfas con 79.29% de eficacia y adultos con 89.49% de eficacia, respectivamente, sin embargo, a partir de los 12 días se tuvo reinfestación de la plaga y por ende reducción del porcentaje de eficacia.

Referencias

- Alvarado, J. (2018). *Evaluación de tres acaricidas en el control de Oligonychus punicae en Persea americana Miller variedad Hass en el proyecto de irrigación Olmos, Lambayeque – 2018*. Tesis para optar en título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5398/RIOSON%20JES%C3%9AS%20HUERTA%20IBARRA.pdf?sequence=1>
- Carranza. (2020). *Efecto de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae sobre adultos y ninfas de Oligonychus sp. en condiciones de laboratorio*. Tesis para optar el



- título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/1314>
- Llanto (2022). *Efecto de tres acaricidas en el control de Oligonychus yothersi EN EL Cultivo de palto (persea americana mill) en cifounheval 2021*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7824/TAG00953LI728.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garay, D. (2021). *Efecto de tres acaricidas en el control de arañita (oligonychus sp.) en plantaciones de palto (persea americana mill) en el cifo-unheval, 2020*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7143/TAG00907G21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huerta, J. (2021). “*Efecto del spirodiclofen sobre poblaciones de arañita marrón (oligonichus punicae hirst), en palto (persea americana mill) variedad fuerte, en barranca*”. tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5398/RIOSON%20JES%C3%9AS%20HUERTA%20IBARRA.pdf?sequence=1>
- INTAGRI S.C. (2020). *Manejo Integrado de Ácaros en Aguacate*. Artículo . Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/manejo-integrado-de-acaros-en-aguacate>.
- López, J. (2022). *Eficacia de cuatro acaricidas para el control de Oligonychus punicae (Hirst), en palto (Persea americana M.), en condiciones de Barranca*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional de Barranca. Obtenido de <https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/159/Tesis%20Joaquin%20Elmer%20Lopez%20Rimac.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Montana. (2019). *ficha tecnica de Marcador*. Obtenido de https://www.corpmontana.com/wp-content/uploads/2019/11/Ficha_Tecnica_MARCADOR.pdf
- SOLAGRO. (2019). *Características principales de la arañita marrón* . Obtenido de <https://solagro.com.pe/blog/en-que-se-diferencia-la-aranita-marron-oligonychus-punicae-vs-aranita-roja-tetranychus-sp/>

- Tamay, Y. (2019). *Productos biológicos y su efecto en el control de Oligonychus punicae (Acari: Tetranychidae) en el cultivo de palto*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4963/BC-3774%20TAMAY%20RAMIREZ%20DE%20LA%20CRUZ%20DE%20LA%20CRUZ.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Álvarez, Á. (2020). *Efectividad Biológica de tres plaguicidas en el control de Oligonychus punicae en aguacate de Coatepec Harinas, Estado de México*. tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/3319/AAMLR01.pdf?sequence=1>
- Begazo, A. (2019). *Manejo de cultivo de palta (persea americana mill cv. hass) para exportación en la empresa agrícola pampa baja sac. -*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/28e0f8ac-826f-4193-b1bc-b9b2db7f2534/content>
- Chávez, R. (2020). *Fluctuación poblacional de Oligonychus punicae Hirts (Acari: Tetranychidae), y predadores en Persea americana Mill. “palto”, provincia de Virú, La Libertad, 2016*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://docplayer.es/214315991-Universidad-privada-antenor-orrego.html>
- Escobedo, J. (2017). *Eficiencia de tres productos químicos sobre poblaciones del acaro marrón Oligonychus punicae Hirst (Acari tetranychidae) en palto variedad Hass, en Chao, La Libertad*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2424>
- García, M. (2019). *Evaluación de aceites vegetales como alternativa de control para araña roja (tetranychus urticae koch, 1836) en cactáceas ornamentales*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/3332/VIGMRN00.pdf?sequence=1>

- Leyva, J., & Mocarro, G. (2018). *“Fluctuación poblacional de los principales insectos fitofagos en el cultivo de palto (persea americana mill) var. “hass” en la etapa de fructificación, distrito de olmos (lambayeque)”*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Obtenido de https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9313/Leyva_Mar%C3%ADn_Jes%C3%BAs_Alberto_y_Olazabal_Mocarro_Gerardo_Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- AGRARIA.PE. (2023). *En el valle de Nepeña Áncash: plaga de arañita roja afecta cultivos de palto*. Obtenido de Agromoquegua.gob.pe: https://www.agromoquegua.gob.pe/noticia_83_2023.html
- ECURED. (2018). *Acaricidas*. Obtenido de Ecured: <https://www.ecured.cu/Acaricidas>
- EDUCALINGO. (2022). *acaricida*. Obtenido de <https://educalingo.com/es/dic-es/acaricida>
- INTAGRI. (2019). *Manejo Integrado de Ácaros en Aguacate*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/manejo-integrado-de-acaros-en-aguacate>
- JACTO. (2021). *Pesticidas: definición, tipos y cómo usarlos correctamente*. Obtenido de Artículo de Jacto: <https://bloglatam.jacto.com/pesticidas/>
- PHYTOMA. (2023). *Las poblaciones de la araña marrón aumentan en los cultivos de aguacate de Granada*. Obtenido de <https://www.phytoma.com/noticias/noticias-de-actualidad/las-poblaciones-de-la-arana-marron-aumentan-en-los-cultivos-de-aguacate-de-granada>
- PSI. (2018). *Control Químico*. <http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Control-Quimico.pdf>.
- SARABIA. (2022). *Ácaros y acaricidas*. Obtenido de blog Exclusivas Sarabia: <https://sarabia.eu/productos/fitosanitarios/acaricidas/>
- SOLAGRO. (2019). *¿En qué se diferencia la Arañita marrón y la arañita roja?* Obtenido de Blog : <https://solagro.com.pe/blog/en-que-se-diferencia-la-aranita-marron-oligonychus-punicae-vs-aranita-roja-tetranychus->



Evaluación de distintas coberturas vegetales en una
plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51
Evaluation of different vegetative covers in a cocoa plantation
(*Theobroma cacao* L.) clone CCN-51

Pedro Dario Cedeño Loja

[0009-0002-3665-3524](mailto:pedro.cedeno@uni.edu.ec)

Universidad Técnica Estatal de
Quevedo, Ecuador

Andrés Fernando Ramírez Cruz

[0000-0003-3758-7952](mailto:andres.ramirez@uni.edu.ec)

Instituto Superior Tecnológico Ciudad
de Valencia, Ecuador

Jayson Overman Montaña Quintero

[0009-0003-8401-4775](mailto:jayson.quintero@uni.edu.ec)

Universidad Técnica Luis Vargas Torres,
Ecuador

Nelson Camilo Gallo Ibañez

[0000-0002-8069-1504](mailto:nelson.gallo@uni.edu.ec)

Instituto Superior Tecnológico Ciudad
de Valencia, Ecuador

Johnny Enrique Novillo Celleri

[0000-0002-0314-3336](mailto:johnny.novillo@uni.edu.ec)

Universidad Técnica Estatal de
Quevedo, Ecuador

Mercy Karina Mendoza Zambrano

[0009-0002-7589-8110](mailto:mercy.mendoza@uni.edu.ec)

Instituto Superior Tecnológico Ciudad
de Valencia, Ecuador

Erick Alberto Eguez Enriquez

[0000-0002-7071-4645](mailto:erick.eguez@uni.edu.ec)

Universidad Técnica Estatal de
Quevedo, Ecuador

Cita en APA: Cedeño, P., Ramírez, A., Montaña, J., Gallo, N., Novillo, J.,
Mendoza, M. y Eguez, E. (2024). Evaluación de distintas coberturas vegetales
en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51. *Revista
Latinoamericana De Ciencias Agrarias*, 2(1), 30-46.



Resumen

Este estudio se desarrolló en la “Finca La Ponderosa” ubicada en el recinto “Las Lolos”, del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador, y tuvo por objeto evaluar distintas coberturas vegetales en una plantación de cacao clon “CCN-51, en base a la utilización de tres tipos de leguminosas y gramíneas. El cultivo principal fue una plantación de 13 años de edad de cacao, el mismo que permitió analizar las condiciones químicas-físicas que genera dicho cultivo en relación la erosión y empobrecimiento del suelo. Las leguminosas utilizadas fueron: maní forrajero, frejol vigna y pasto saboya. La metodología experimental usada fue campo, primero se realizó un análisis de suelo para determinar las condiciones físicas y químicas del suelo; luego se aplicaron cuatro tratamientos, los mismos que se ejecutaron con cinco repeticiones, esto permitió evaluar las coberturas del suelo en un tiempo aproximado de tres meses. Los resultados obtenidos fueron que el tratamiento con pasto saboya, fue el mejor tratamiento en índice de cobertura y superficie de cobertura. En relación a las condiciones físicas no hubo diferencias significativas mientras que en el análisis químico se evidenció el aumento de zinc y la disminución de cobre en el suelo.

Palabras claves: *T. cacao*, superficie de cobertura, índice de cobertura, suelo, características físicoquímicas.

Abstract

This study was carried out at "Finca La Ponderosa" located in "Las Lolos", Quevedo cantón, Los Ríos province, Ecuador, and its objective was to evaluate different plant covers in a cocoa plantation clone "CCN-51", based on the use of three types of legumes and grasses. The main crop was a 13-year-old cocoa plantation, which allowed analyzing the chemical-physical conditions generated by this crop in relation to soil erosion and soil impoverishment. The legumes used were: fodder peanuts, vigna beans and savoy grass. The experimental methodology used was field, first, a soil analysis was carried out to determine the physical and chemical conditions of the soil; then four treatments were applied, which were executed with five replications, this allowed evaluating the soil covers in an approximate time of three months. The results obtained were that the treatment with savoy grass was the best treatment in terms of coverage index and surface coverage. In relation to the physical conditions there were no significant differences, while in the chemical analysis there was an increase in zinc and a decrease in copper in the soil.

Keywords: *T. cacao*, cover area, cover index, soil, physical-chemical characteristics.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.), cuya mazorca da origen al chocolate a través del procesamiento de sus almendras secas (almendras),(Guadalupe & Barros, 2020), es ampliamente cultivado en el Ecuador con cerca de 378520 ha, que corresponde a 54000 unidades de producción, las cuales corresponden en un 90% a pequeños propietarios, mismos que representan alrededor del 65% de la producción nacional, y que han permitido el posicionamiento del Ecuador como el séptimo productor mundial de cacao, con un volumen de 89036 toneladas métricas anuales (Morales et al., 2018).

Entre las variedades de cacao más comunes en el Ecuador destaca el clon CCN-51; material conocido por su alta productividad y ampliamente cultivado en provincias como: Guayas, Sucumbíos, Manabí y Los Ríos, misma que alberga aproximadamente el 39.26% del cacao CCN-51 a nivel nacional (Moreno et al., 2020).

Es preciso destacar que, si bien en esta última provincia gran parte de los agricultores y sus familias viven por tradición del cultivo de cacao, no han explorado posibles opciones de ingresos para mejorar su economía y preservar sus suelos (Piza, 2018), llevando un manejo empírico, sin la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para evitar la erosión. En este sentido, es preciso destacar que existen restricciones o factores limitantes del suelo en lo que respecta al desarrollo del cacao. El suelo queda expuesto al sol, al viento y a la lluvia lo que conlleva a un proceso de erosión (Anecacao, 2018).

Por otra parte, las malezas también pueden ocasionar graves daños económicos, ya que compiten por el agua y los nutrientes reduciendo su potencial productivo. Sin embargo, la cobertura vegetal se muestra como una alternativa para contrarrestar la presencia de malezas y prevenir problemas de erosión, ya que interfiere en la germinación y supervivencia de las plántulas de ciertas malezas (Gomes et al., 2021). Asimismo, es capaz de inhibir efectos negativos sobre el suelo, como el arrastre de la capa superficial rica en materia orgánica (Carvalho & Teixeira, 2021), por parte del agua y el viento permitiendo mantener las propiedades físicas, químicas del mismo.

En virtud a lo anterior, esta investigación tuvo por objeto evaluar distintas coberturas y determinar la de mejor efecto en un cultivo de cacao clon CCN-51, ubicada en el recinto Las Lolas, del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos-Ecuador, para así generar nuevas alternativas de producción agrícola, con un manejo ecológico sustentable y sostenible para los agricultores.

Método

Ubicación y condiciones del lote experimental

La investigación se efectuó en la “Finca La Ponderosa” (Figura 1) propiedad del Ing. Pedro Adolfo Cedeño Aguirre, localizada en el recinto “Las Lolas” ubicado en el km2 la



vía Quevedo - San Carlos, provincia de Los Ríos-Ecuador, con ubicación geográfica de 1°2'21" S, 79°25'14" W, a una altura de 73 msnm. La investigación se desarrolló desde el mes de mayo hasta el mes de agosto de 2021. La temperatura máxima promedio es de 32.3°C, y la mínima promedio es de 18.8 °C (INAMHI, 2021). El clima de la zona es tropical húmedo, con temperatura promedio de 24.5°C, con precipitación de 2229.6 mm.

Figura 1: Ubicación geográfica de la “Finca La Ponderosa”, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, año 2021



Fuente: Google Maps.

En relación con la plantación de cacao CCN-51 establecida en la “Finca La Ponderosa” con una edad de 13 años, es decir un cacao adulto en producción, con una altura promedio de plantas de 2.5 metros. En relación a los troncos eran rectos, las hojas alargadas y hojas de color verde claro.

Manejo de la investigación

Las coberturas evaluadas fueron de: frejol, maní forrajero y pasto saboya.

Frejol

Las plantas de frejol fueron sembradas en un almacigo de 10 m de largo por 1 m de ancho y 0.15 m de profundidad, luego se procedió al riego para finalmente tapar el almacigo con un plástico negro que ayudó al proceso de germinación. El frejol germinado se trasplantó en campo a una distancia de 0.60 x 0.60 m.

Maní forrajero

Se seleccionaron estolones semi-joven, cada estolón consto de seis nudos, con una longitud aproximada de 20 cm de longitud y con raíces de 5 cm. La siembra del estolón se realizó de forma horizontal cubierto por tierra en su totalidad a una distancia de 0.60 m entre planta y a 0.60 m entre hilera.

Pasto Saboya

La siembra de pasto saboya se realizó por medio de cepas vigorosas de una altura aproximada de 30 cm, se sembraron las matas del pasto saboya a una distancia de 0.60 x 0.60 m.

Por otra parte, previo al desarrollo de la investigación se evaluaron las condiciones física-químicas del suelo de la finca mediante un análisis de suelo, cuyas muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis de suelos, plantas y aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en donde se pudo observar un pH de 6.6 (prácticamente neutro), materia orgánica de 1.8% (baja) y un suelo con 24% arena, 28% de limo y 48% de arcilla catalogándose como un suelo arcilloso (Oxisol).

La clasificación de estos suelos en este orden, y por ende a nivel de suborden y Gran Grupo, debe considerarse provisional debido a la escasez de datos de laboratorio específicos para determinar sus propiedades tóxicas. Basándonos en los análisis disponibles, se ha propuesto de manera tentativa el suborden Ortox y el Gran Grupo Haplortox. Entre las características más destacadas de los suelos identificados se encuentran: alta porosidad, textura muy friable, generalmente arcillosos, límites de horizonte difusos, alto grado de desbasificación y muy baja saturación de bases (USDA, 2014).

En la **Tabla 1** se muestran los niveles de los macronutrientes y micronutrientes presentes en la muestra.

Tabla 1: Fertilidad química del suelo de la parcela experimental. Datos correspondientes a abril de 2021

Macronutrientes						Micronutrientes				
NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
(ppm)	(ppm)	(Meq 100mL ⁻¹)	(Meq 100mL ⁻¹)	(Meq 100mL ⁻¹)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
12	13	1.04	9	1.7	5	8.4	17.2	89	19.9	0.33

Fuente: *Elaboración Propia.*

Diseño experimental

Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), compuesto de cuatro tratamientos y tres replicas. Las variables en evaluación fueron sometidas al análisis de varianza, donde se utilizó la Prueba de Tukey al nivel de probabilidad del 5% para la separación de medias a fin de establecer qué tratamiento ofreció mejores condiciones para las variables en estudio. El software RStudio fue la herramienta que se utilizó para el análisis estadístico de los datos. La descripción de los tratamientos figura en la Tabla 2.



Tabla 2: Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Cacao - Maní (<i>Arachis pintoi</i> K.) al 15 %.
T2	Cacao - Frejol (<i>Vigna unguiculata</i> L.) al 15%.
T3	Cacao - Pasto saboya (<i>Panicum maximum</i> J.)
T4	Cacao (Testigo 1)

Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLES EVALUADAS

VARIABLES DE COBERTURA VEGETAL

a) Índice de cobertura

Para medir la cobertura vegetal se utilizó un RPA (Phantom 4 v.2), que permitió la captura de fotografías y evidenciar la cantidad de superficie vegetal, con una resolución de imagen de 16.84 MP y un cuadrante de 1m², con ayuda del software de distribución libre CobCal 2.1. Se calculó el porcentaje de cobertura vegetal utilizando la técnica de colorimetría para determinar tanto el porcentaje como la superficie en cm² de la cobertura. Se seleccionaron uno o dos colores representativos del cultivo (por ejemplo, dos tonos de verde para las hojas, o un verde y un amarillo para hojas y flores, respectivamente) y un color adicional que representa el suelo o las áreas que no deben incluirse en el cálculo. Este color adicional es opcional, pero su uso es recomendable.

b) Producción de materia seca

Para la producción de materia seca, se tomó una muestra de 200 g de hojas frescas de frejol, maní y pasto saboya. La muestra fue enviada al laboratorio de análisis de suelos, plantas y aguas de la EETP del INIAP. En el laboratorio se colocaron las hojas frescas en la estufa de ventilación forzada por un lapso de tiempo de entre 48 y 72 horas a 60 °C, hasta que tuvieron un peso constante. Para calcular el porcentaje de materia seca se utilizó la metodología de Camino et al., (2012).

$$M.S = \frac{PF}{PS} * 100$$

En donde:

M.S: Materia seca (%)

PF: Peso Fresco (g)

PS: Peso Seco (g).



Condiciones físicas del suelo

a) Humedad gravimétrica del suelo

Al final de la evaluación, se recogieron muestras de suelo de la parcela neta de cada tratamiento y repetición. Utilizando una excavadora, las muestras se obtuvieron a una profundidad de 30 cm, luego se pesaron y se colocaron en una estufa a 105 °C durante 24 horas para obtener su peso seco. La humedad se determinó utilizando el método gravimétrico recomendado por Henríquez y Cabalceta (1999) y se expresó como un porcentaje aplicando la fórmula siguiente (Henríquez et al., 2011).

$$Hg = \frac{(P_{SH} - P_{SS})}{P_{SS}} * 100$$

En donde:

Hg: Porcentaje gravimétrico de agua (%)

PSH: Peso del suelo húmedo (g)

PSS: Peso del suelo seco (g)

b) Densidad Aparente

Se determinó la densidad aparente utilizando el método del cilindro descrito por Henríquez y Cabalceta (1999). Para ello, se tomaron muestras de suelo de una profundidad de 0 a 30 cm dentro de la parcela neta, empleando un cilindro de muestreo. Cada caja debe prepararse previamente para poder destarar, luego se identificó cada caja metálica de acuerdo a los tratamientos. Luego, se llevaron las muestras al laboratorio y se pesó cada caja con el suelo (muestras). Finalmente se colocaron en estufa, por el lapso de 24 horas a 105 °C para determinar el peso seco (Chinchilla et al., 2011). Finalmente, se procedió a sacar las cajas de la estufa y se procede a pesar, permitiendo obtener el peso de la caja más el suelo seco.

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{P_{SS}}{Vt}$$

En donde:

PSS: Peso del suelo seco (gr)

Da: Densidad aparente (g.cm-3)

Vt: Volumen total de suelo (cm3)

Condiciones químicas del suelo

Al iniciar y finalizar de la investigación, con barreno se tomaron 12 submuestras de suelo por tratamiento y repeticiones, a una profundidad de 30 cm. Se identificó y se procesó en el laboratorio para los análisis químicos de macro y micro nutrientes, materia orgánica. El contenido de macro y micronutrientes en el suelo se determinó siguiendo la metodología

establecida por el laboratorio de análisis de suelo del INIAP. Se utilizó una solución extractante de Olsen modificada, y el análisis de N y P se realizó mediante el método colorimétrico; mientras que K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn fueron analizados usando métodos apropiados para cada elemento (Tayupanta & Tamayo, 1994).

Resultados

Coberturas Vegetales

Índice de cobertura, Superficie cubierta y Materia seca

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos a los 90 días de establecidas las coberturas vegetales para las variables índice de cobertura, superficie cubierta y materia seca ($P \leq 0.05$).

Al evaluar el índice de cobertura se pudo observar que el T3 y T2 presentaron mayor índice de cobertura con un promedio de 6.04 % y 5.10% respectivamente, el T1 fue el que menor índice promedio presentó con 3.18 % (Tabla 3). De manera semejante a lo constatado en el índice de cobertura, se obtuvo que, a los 90 días hay mayor superficie de cobertura en el T3 con 302.34 $\text{cm}^2.\text{m}^{-2}$ y en el T2 con 255.36 $\text{cm}^2.\text{m}^{-2}$, el T1 presentó la superficie cubierta más baja con un promedio de 159.06 $\text{cm}^2.\text{m}^{-2}$ (Tabla 3).

Para la variable materia seca se observó que el mejor promedio fue T1, con un promedio de 36.00 % seguido del T3 con 25.00 % y el T2 presentó el menor promedio con 14.66 %, por último, el T4 no presentó cobertura vegetal.

Tabla 3: Índice de cobertura, superficie cubierta y materia seca de las coberturas vegetales para los T1:(*Arachis pintoi* K.), T2:(*Vigna unguiculata* L.), T3:(*Panicum máximum* J.)

Tratamientos	I.C (%)	S.C ($\text{cm}^2.\text{m}^{-2}$)	M.S (%)
T1	3.18 ab	159.06 ab	36.00 a
T2	5.10 a	255.36 a	14.66 c
T3	6.04 a	302.34 a	25.00 b
T4	0.00 b	0.00 b	0.00 d

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. P.C: Porcentaje Cubierto, S.C: Superficie Cubierta, M.S: Materia Seca, M: Media. Los promedios con letras diferentes presentan diferencia estadística significativas según la prueba de Turkey ($P \leq 0.05$).

Propiedades Físicas del suelo

Humedad gravimétrica y Densidad aparente

Se observó en la humedad gravimétrica no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en estudio ($P>0.05$). La humedad gravimétrica del suelo presentó variaciones de 21.00 a 30.66 % y un promedio de 26.33 %.

Se observaron valores mínimos del T2, T3 y T4 con los siguientes promedios 21.00, 27.66 y 26.00 %, respectivamente, los registros más altos se mostraron con el T1 con un promedio de 30.66 % de humedad (Tabla 4).

En cambio, se observaron diferencias significativas para la densidad aparente entre tratamientos ($P\leq 0.05$). Al comparar la densidad aparente el T1, T3 y T4 presentaron mayor densidad con promedios de 1.18 g.cm³, 1.16 g.cm³ y 1.14 g.cm³ respectivamente. El tratamiento T2 presentó el menor valor promedio con 1.03 g.cm³ de densidad aparente (Tabla 4).

Tabla 4: Humedad gravimétrica y Densidad aparente en T1:(*Arachis pintoi* K.), T2:(*Vigna unguiculata* L.), T3:(*Panicum máximum* J.) y T4:(testigo).

Tratamientos	H. G (%)	D.A (g.cm ³)
T1	30.66	1.14 a
T2	21.00	1.03 b
T3	27.66	1.18 a
T4	26.00	1.16 a

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. H.G: Humedad Gravimétrica, **D.A:** Densidad Aparente, **M:** Media. El no presenta diferencia estadística según la prueba de Tukey ($P>0.05$). A igual el promedio con letras diferentes presenta diferencia estadística significativa según la prueba de Tukey ($P\leq 0.05$).

Propiedades químicas del suelo

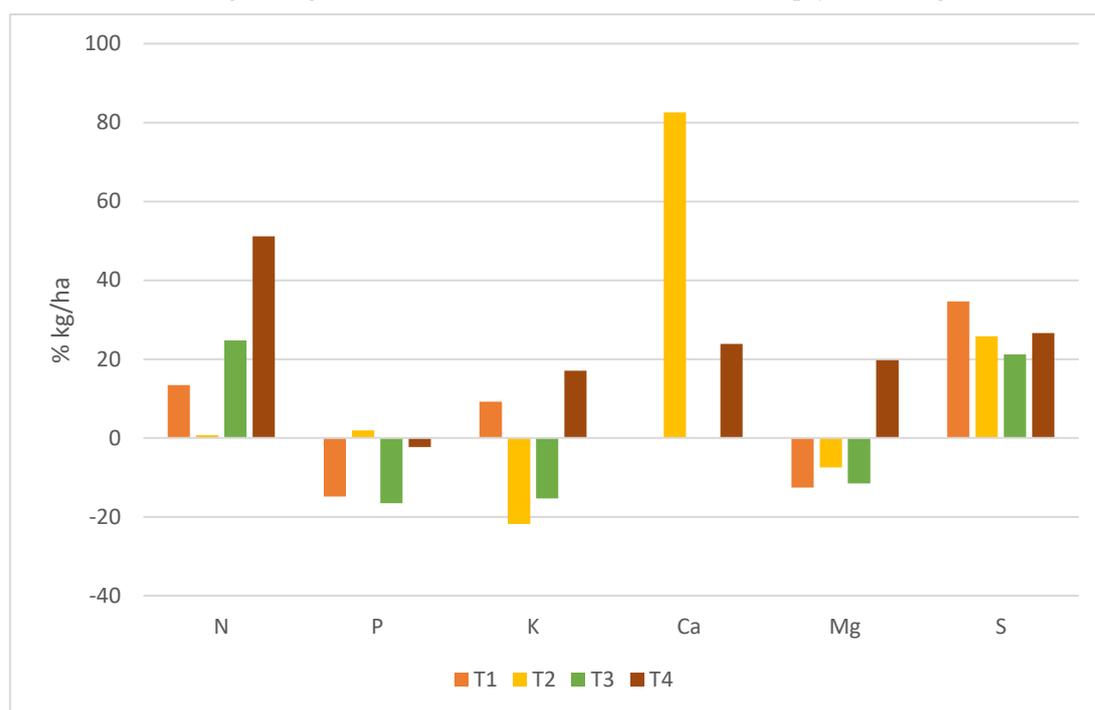
Análisis del suelo macronutrientes

Al realizar los análisis químicos en el laboratorio no se observaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de cobertura y sin cobertura ($P>0.05$) respecto a la cantidad de macronutrientes en el suelo a una profundidad de 30 cm a los 90 días.

Como se observa en la Figura 2, al finalizar la investigación en promedio hay un aumento en el contenido del elemento Nitrógeno (N) de 22.49 kg. ha⁻¹.

Al analizar el elemento fósforo (P) se evidencia que existió disminución con un promedio de 7.97 kg.ha⁻¹. En relación al elemento Potasio (K), se determina deficiencia de potasio de 2.72 kg.ha⁻¹. El elemento Calcio (Ca), registra un incremento, observándose un promedio de Ca en 26.60 kg.ha⁻¹. Analizando el elemento Magnesio (Mg), se registró pérdida en un promedio de 2.9 kg.ha⁻¹. Finalmente, se verificó un aumento de la concentración del elemento Azufre (S), el promedio general de S es 27.03 kilogramos por hectárea.

Figura 1: Análisis del suelo macronutrientes de las coberturas vegetales T1:(*Arachis pintoi* K), T2:(*Vigna unguiculata* L.), T3:(*Panicum máximum* Jacq) y T4:(testigo).



Fuente: Elaboración Propia.

Análisis del suelo micronutrientes

Al analizar los micronutrientes del suelo, se evidenció que zinc (Zn), cobre (Cu) y manganeso (Mn) registraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P \leq 0.05$) (Figura 3).

Por otro lado, similar a lo ocurrido con los macronutrientes no constataron diferencias significativas al finalizar la investigación para los micronutrientes hierro (Fe) y boro (B), observándose en promedio un aporte de 375.08 kg.ha⁻¹ de Fe y 0.59 kilogramos por hectárea (Figura 3).

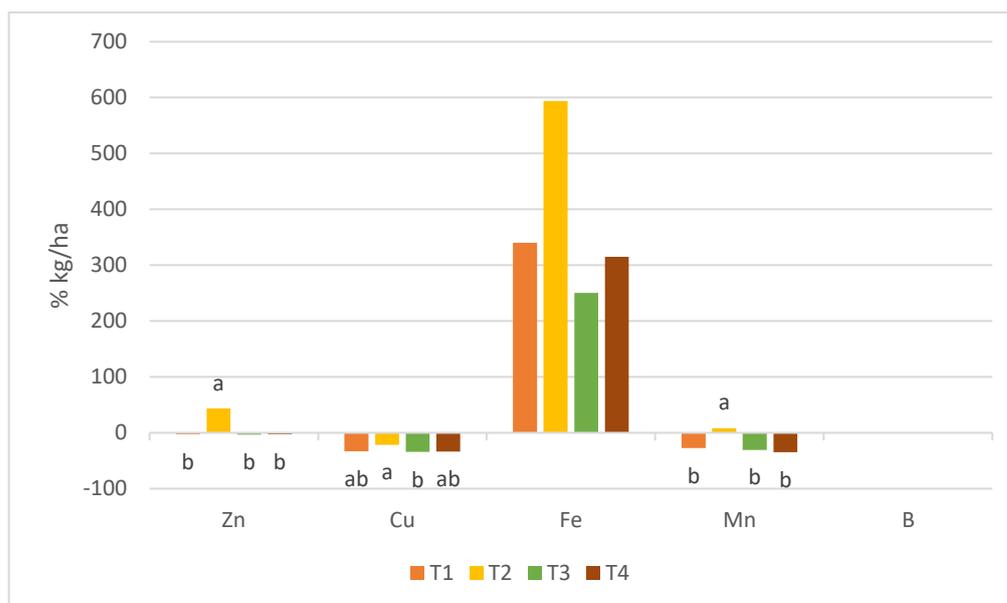
Existió disminución del elemento Zn en T1 de 2.72 kg.ha⁻¹, T3 de 3.25 kg.ha⁻¹ y T4 de 2.7 kg.ha⁻¹, además se observó que el tratamiento que incremento la cantidad de Zn presente en el suelo fue T2 con 43.32 kilogramos por hectárea (Figura 3).

Evaluación de distintas coberturas vegetales en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51

Al evaluar el elemento cobre (Cu) se constató una disminución para todos los tratamientos siendo el T2 que registró las menores pérdidas promedio (Figura 3).

En cuanto al Manganeso (Mn) se observó una disminución en el T1 de 27.29 kg.ha⁻¹, T3 de 30.44 kg.ha⁻¹ y T4 de 34.66 kg.ha⁻¹; por último, el T2 aumentó la cantidad de nutriente en 8.24 kilogramos por hectárea.

Figura 2: Análisis del suelo micronutrientes de las coberturas vegetales T1:(*Arachis pintoi* K.), T2:(*Vigna unguiculata* L.), T3:(*Panicum máximum* J.) y T4:(testigo).



Fuente: Elaboración Propia.

Discusiones

La cobertura vegetal permite el control de malezas, la conservación de la humedad del suelo, y reduce la erosión (Zhou et al., 2008). Una de las consideraciones que manifiesta Tuesta-Pinedo et al., (2017) para seleccionar una cobertura, se considera el tiempo o la rapidez con la que cubre y protege la superficie del suelo, con el objetivo de reducir el crecimiento de vegetación espontánea, proteger el suelo de la erosión y disminuir la lixiviación de nutrientes.

En un estudio realizado para controlar malezas por Catari (2005) el frejol presentó un índice de cobertura de 58.4% a los 60 días. Sin embargo, en la presente investigación la cobertura de frejol no superó el 10%. Gaibor (2013) a los 110 días con *Panicum m.*, tuvo un porcentaje de cobertura de 6.90 % que está en concordancia con los resultados alcanzados en la presente investigación. Los registros para los índices de cobertura y superficies cubiertas no fueron favorables para un buen control de la erosión y de malezas, este comportamiento podría atribuirse a que el cacaotal es viejo restringiéndose el ingreso de la cantidad óptima de luz para conseguir el crecimiento óptimo de las coberturas (Nie

et al., 2021), también podría deberse a la distancia de siembra, la cual no fue la adecuada, Hansen et al.,(2021) recomienda para coberturas vegetales distancias iguales o menores a 0.60 m entre surco y 0.40 m entre planta.

Los resultados de materia seca (MS) del maní forrajero obtenidos se asemejaron a los alcanzados por Castelán et al.,(2004) con valores entre 50 y 62% sin variaciones significativas a lo largo del ciclo de crecimiento. *Arachis p.* por sus características aporta a la materia orgánica del suelo a través de la biomasa o materia seca, fundamental para mantener y/o mejorar la estructura y fertilidad de un suelo, como lo reportan Abinandan et al.,(2019)

Los resultados obtenidos para humedad de suelo parecen estar influenciados por la ausencia de precipitaciones durante el tiempo que duró la investigación. Similares resultados se han obtenido en otros estudios realizados por Toala (2015) donde se encuentra que la humedad del suelo estuvo entre el 20 y 40 % para todas las coberturas vegetales estudiadas. Sobre esto Anzules et al., (2018) indica que una de las ventajas de la cobertura vegetal es la retención de la humedad. En consecuencia, al aumentar la humedad, se crean condiciones favorables para el desarrollo de organismos que funcionan como agentes de control natural, como los hongos entomopatógenos y antagonistas, así como un hábitat adecuado para depredadores(Pérez, 2017). La falta de agua en el suelo ralentiza el movimiento de nutrientes hacia las raíces, para lo cual se coincide con las consideraciones emitidas por Radulovich (2009) donde afirma que la medición mediante el indicador humedad gravimétrica es oportuna para medir el contenido de agua del suelo, puesto que es una herramienta esencial para manejar la agricultura.

No se observaron grandes diferencias en la densidad aparente del suelo, porque como lo menciona Martín et al., (2017) para que existan cambios importantes debe trascurrir un largo tiempo en el cual exista la descomposición y mineralización de la materia seca que aportan las coberturas vegetales. Los análisis sugieren que la densidad aparente no está en función de las coberturas vegetales sino en función de la textura de suelo, siendo que un suelo de textura arcillosa tiene menor la densidad aparente (Salamanca & Sadeghian, 2005). Se considera que la densidad aparente del suelo es un buen indicador del grado de compactación. Esto significa que una mayor densidad aparente reduce el espacio poroso de mayor tamaño, conocido como espacio poroso no capilar, el cual es esencial para la infiltración, aireación y como factor indirecto de crecimiento edáfico de las plantas (Noguera et al., 1992). Además, las teorías de Flores y Alcalá (2010) señalan que la densidad aparente también permite evaluar la facilidad de penetración de las raíces en el suelo, predecir la transmisión de agua, transformar los porcentajes de humedad gravimétrica del suelo en términos de humedad volumétrica y, por ende, calcular la lámina de agua en el suelo.

Para macronutrientes, contrariamente a lo observado en las investigaciones realizadas por Jarecki et al.,(2018) y Tóala (2015) se evidencia que las coberturas no aportaron un incremento en reserva de carbono en el suelo y tampoco a su fertilidad, en parte, esto podría



atribuirse a que la liberación de minerales (nutrientes) está influenciada por la cantidad y tipos de residuos vegetales generados por las coberturas, además depende del tiempo de descomposición, factores climáticos, carga microbiana, entre otros (Kornecki & Price, 2019).

En relación al aporte que brinda el uso de cobertura vegetales, Puertas et al., (2008) afirma que los cultivos muestran un crecimiento promedio más rápido y contienen una mayor cantidad de nutrientes en comparación con otras especies, debido a que las coberturas vegetales promueven el aporte del nitrógeno atmosférico, lo que induce a eliminar los fertilizantes nitrogenados.

A diferencia de lo observado por Name y Villarreal (2004) la fijación de Cu, Zn y Mn no se presentó por la materia seca aportada por las coberturas vegetales, sino que los altos contenidos de Cu, Zn y Mn en el suelo se explican por la materia orgánica aportada de la hojarasca del cacao (Asigbaase et al., 2021) lo que concuerda con la literatura revisada, que indica que en suelos donde abunda la materia orgánica existe mayor fijación de Cu, Zn y Mn (Moreira & Moraes, 2019). De acuerdo a lo que manifiesta Zabala (2012) citado por Bobadilla y Rincón (2008), hay otros factores que pueden influir en la fijación del cobre, como el pH del suelo. Cuando el pH desciende por debajo de 5, la fijación del cobre se ve principalmente afectada por elementos metálicos como Fe, Mn y Al. Por otro lado, el mismo autor indica que cuando el pH del suelo supera los 7, aumenta la disponibilidad de zinc.

Conclusiones

Vigna unguiculata L. y *Panicum máximum* J., presentaron el mayor índice de cobertura, así como la mayor superficie de cobertura en el área de estudio a los 90 días de establecidas las coberturas vegetales. De las tres coberturas vegetales *Arachis pinto* K. produjo el mayor porcentaje de materia seca.

En el análisis de densidad aparente, la cobertura vegetal *Vigna unguiculata* L. presentó menor densidad con 1.03 gr.cm^{-3} , lo que quiere decir que el área en estudio conservó la porosidad sin aumentar la compactación del suelo, facilitando la entrada de las raíces en el suelo, así como la capacidad de predecir la distribución de la lámina de agua en el suelo.

En propiedades químicas del suelo, en relación con los micronutrientes, se observó aumento de zinc y manganeso en la cobertura de *Vigna unguiculata* L., por el contrario, disminuyó la cantidad de cobre con el uso de coberturas vegetales, la menor pérdida de cobre se obtuvo con la cobertura *Vigna u.*

Referencias

- Abinandan, S., Subashchandrabose, S., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. (2019). Soil microalgae and cyanobacteria: the biotechnological potential in the maintenance of soil fertility and health. *Critical Reviews in Biotechnology*, 39, 1-18. <https://doi.org/10.1080/07388551.2019.1654972>
- Anecacao. (2018). Anecacao tradición e innovación (pp. 1-40). <https://anecacao.com/wp-content/uploads/2023/07/17.-REVISTA-ANECACAO-EDICION-17-FINAL.pdf>
- Anzules, V., Soria, N., & Basantes, E. (2015). Evaluación correlacional de la asociación cacao-leguminosas en la sostenibilidad del cacao (*Theobroma cacao* L.), en Santo Domingo de los Tsáchilas. *Aporte Santiaguino*, 17(2), 263-273. <https://doi.org/10.32911/as.2017.v10.n1.178>
- Anzules, V., Soria, N., & Basantes, E. (2018). Evaluación correlacional de la asociación cacao-leguminosas en la sostenibilidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santo Domingo de los Tsáchilas. *Revista Ciencia*, 17(2), 263-273. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/522/430>
- Asigbaase, M., Dawoe, E., Sjoergersten, S., & Lomax, B. (2021). Decomposition and nutrient mineralisation of leaf litter in smallholder cocoa agroforests: a comparison of organic and conventional farms in Ghana. *Journal of Soils and Sediments*, 21, 1010-1023. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02844-4>
- Bobadilla, C., & Rincón, S. (2008). Aislamiento y producción de bacteria fosfato solubilizadoras a partir de compost obtenido de residuos de plaza [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8433/tesis130.pdf?sequence=1>
- Carvalho, R., & Teixeira, A. (2021). Avaliação da erosão dos solos na bacia hidrográfica do rio pequeno, paraty-Rj. *Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais*, 12(1), 23-41. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v12i0.1060>
- Castelán, M., Ciotti, E., Tomei, C., & Hack, C. (2004). Efecto de dos frecuencias de desolición sobre el rendimiento de materia seca y valor nutritivo de dos accesiones de *Arachis pintoi*. *Agrotecnia*, 12, 14-17. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/agr/article/view/451>
- Catari, F. (2005). Control del sujo (*Imperata cylindrica*) con cobertura vegetal de tres leguminosas, metodos quimico y manual en terreno no cultivo en la Provincia Larecaja, La Paz [Universidad Mayor de San Andres]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11592/T-935.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Evaluación de distintas coberturas vegetales en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51

- Chinchilla, M., Alvarado, A., & Mata, R. (2011). Capacidad de las tierras para uso agrícola en la subcuenca media-alta del río Pirrís, Los Santos, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 35(1), 109–130. <https://doi.org/10.15517/rac.v35i1.6689>
- Flores, L., & Alcalá, J. (2010). Manual de procedimientos analíticos (pp. 1–56). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://docplayer.es/6383660-Manual-de-procedimientos-analiticos-fisica-de-suelos.html>
- Gaibor, S. (2011). Comportamiento agronomico y valoración nutricional de la asociación de kudzu tropical (*Pueraria phaseloides*) con pasto saboya (*Panicum maximun*) y pasto brachiaria decumbens (*Brachiaria decumbens*) [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d32243ef-da3c-4c28-84c2-0d76f4e1fa20/content>
- Gomes, P., da Silva, C., Ferreira, S., Félix, R., de Oliveira, I., Pires, A., Martins, M., da Rosa, J., & Espírito, A. (2021). Coberturas vegetais na entressafra de culturas afetando o banco de sementes de plantas daninhas. *Research, Society and Development*, 10(6), 1–10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.16057>
- Guadalupe, J., & Barros, R. (2020). A importância histórica, socioeconômica e ambiental da cacauicultura para o estado de Rondônia. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11(2), 314–332. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.002.0030>
- Hansen, W., Wollny, J., Otte, A., Eckstein, R., & Ludewig, K. (2021). Invasive legume affects species and functional composition of mountain meadow plant communities. *Biological Invasions*, 23, 281–296. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02371-w>
- Henríquez, C., & Cabalceta, G. (1999). Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola (1a ed). Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Henríquez, C., Ortiz, O., Largaespada, K., Portugués, P., Vargas, M., Villalobos, P., & Gómez, D. (2011). Determinación de la resistencia a la penetración, al corte tangencial, densidad aparente y temperatura en un suelo cafetalero, Juan Viñas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 35(1), 175–184. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v35n1/a10v35n1.pdf>
- INAMHI. (2021). Boletín climático Anual del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. <https://www.gob.ec/inamhi>
- Jarecki, M., Grant, B., Smith, W., Deen, B., Drury, C., VanderZaag, A., Qian, B., Yang, J., & Wagner, C. (2018). Long-term trends in corn yields and soil carbon under



- diversified crop rotations. *Journal of Environmental Quality*, 47(4), 635–643.
<https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0317>
- Kornecki, T., & Price, A. (2019). Management of high-residue cover crops in a conservation tillage organic vegetable on-farm setting. *Agronomy*, 9(10), 1–14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy9100640>
- Martín, M., Reyes, M., & Taguas, F. (2017). Estimating soil bulk density with information metrics of soil texture. *Geoderma*, 287, 66–70.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.09.008>
- Morales, F., Carrillo, M., Ferreira, J., Peña, M., Briones, W., & Albán, M. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 11(1), 63–69. <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.131>
- Moreira, A., & Moraes, L. (2019). Soybean response to copper applied to two soils with different levels of organic matter and clay. *Journal of Plant Nutrition*, 42(18), 2247–2258. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1655039>
- Moreno, C., Molina, I., Miranda, Z., Moreno, R., & Moreno, P. (2020). La cadena de valor de cacao en Ecuador: Una propuesta de estrategias para coadyuvar a la sostenibilidad. *Bioagro*, 32(3), 205–214.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7901982>
- Nie, T., Dong, G., Jiang, X., & Lei, Y. (2021). Spatio-temporal changes and driving forces of vegetation coverage on the loess plateau of Northern Shaanxi. *Remote Sensing*, 13(4), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/rs13040613>
- Noguera, N., Peters, W., Clavero, T., & Casanova, A. (1992). Efecto de la compactación del suelo sobre la producción de forraje en pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq). *Revista de La Facultad de Agronomía*, 9, 97–108.
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/download/25939/26565/>
- Pérez, G. (2017). Influencia de la erosión eólica sobre la productividad de suelos del sureste español [Universidad de Almería]. <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=6mwTAEbizpg%3D>
- Piza, P. (2018). Producción, comercialización y rentabilidad de un vivero de cacao en la parroquia San Carlos del cantón Quevedo, 2017 [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6af06706-a1e0-4290-89a4-923b07e7b83a/content>
- Puertas, F., Arévalo, E., Zuñiga, L., Alegre, J., Loli, O., Soplín, H., & Baligar, V. (2008). Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un

- Evaluación de distintas coberturas vegetales en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51
suelo de trópico húmedo en la amazonía peruana. *Ecología Aplicada*, 7(1), 23–28.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a04v7n1-2.pdf>
- Radulovich, R. (2009). Método gravimétrico para determinar in situ la humedad volumétrica del suelo. *Agronomía Costarricense*, 33(1), 121–124.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43612054010>
- Salamanca, A., & Sadeghian, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 56(4), 381–397.
<https://doi.org/10.23840/agehrd.2009.41.1.191>
- Tayupanta, J., & Tamayo, M. (1994). Estudio de suelos en la microcuencia de las quebradas El Pugru y Saguanchi en lotes de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (pp. 1–21).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5145/1/iniapsc96.pdf>
- Tuesta, Á., Trigozo, E., Cayotopa, J., Arévalo, E., Arévalo, C., Zúñiga, L., & Leon, B. (2017). Optimización de la fertilización orgánica e inorgánica del cacao (*Theobroma cacao* L.) con la inclusión de *Trichoderma* endófito y Micorrizas arbusculares. *Revista Tecnología En Marcha*, 30(1), 67–78. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i1.3086>
- USDA. (2014). Claves para la taxonomía de suelos (12a ed). USDA.
<https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Spanish-Keys-to-Soil-Taxonomy.pdf>
- Vélez, A. (2012). Efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero. *Cutuglahua, Pichincha* (Vol. 12) [Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2036/1/T-UCE-0004-38.pdf>
- Villarreal, J., & Name, B. (2003). Dinámica biológica y de nutrientes en un utisol con diferente cobertura vegetal. *Ciencia Agropecuaria*, 13, 59–80.
<http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/333/271>



Agricultura biodinámica: remineralización del suelo
mediante pulpo de roca y fijación biológica de
nitrógeno

Biodynamic agriculture: soil remineralization through rock
octopus and biological nitrogen fixation

Cristiano De Angelis

0000-0002-8025-7871

SKEMA Business School, Francia

Cita en APA: De Angelis, C. (2024). Agricultura biodinámica: remineralización del suelo mediante pulpo de roca y fijación biológica de nitrógeno. *Revista Latinoamericana De Ciencias Agrarias*, 2(1), 47-66.



Resumen

El historiador indigenista Luis E. Valcárcel sostiene que la civilización andina "había convertido un país inoperante para la agricultura en país agrícola, en un esfuerzo tremendo que no desaparece durante todo el dominio español y que tampoco ha desparecido hoy. Hay, pues, un vínculo muy riguroso entre el Perú Antiguo y el Perú Actual. Una de las técnicas utilizadas para re-mineralizar o solo implica la asociación de dosis intermedias de polvo de roca con dosis mayores de estiércol de ganado. Otra estrategia bien aceptada en la literatura para mejorar la producción de alimentos es la fijación biológica de nitrógeno en rizobios, que ocurre principalmente en la raíz o el tallo y es inducida por bacterias presentes en las leguminosas. Proporcionando una nueva perspectiva a la literatura existente, este artículo presenta un modelo Cultura - Conocimiento - Inteligencia - CCI que explica el impacto de la cultura en el conocimiento y la inteligencia y luego comprende cómo convencer a los agricultores a ser más independientes a través de cooperativas agrícolas que buscan el largo plazo. El estudio concluyó que la agricultura biodinámica inca es necesaria para que los pequeños agricultores estén abiertos a aprender prácticas agrícolas modernas, cooperativas y lenguaje comercial.

Palabras Claves: agricultura familiar, cooperativas, educación ambiental, gestión del conocimiento, inteligencia organizacional, polvo de roca.

Abstract

The indigenous historian Luis E. Valcárcel maintains that the Andean civilization "had converted a country inoperative for agriculture into an agricultural country, in a tremendous effort that did not disappear during the Spanish dominion and that has not disappeared today. There is, therefore, a very rigorous link between Ancient Peru and Present Peru. One of the techniques used to re-mineralize or only involves the association of intermediate doses of rock dust with higher doses of cattle manure. Another well-accepted strategy in the literature to improve food production is biological nitrogen fixation in rhizobia, which occurs mainly in the root or stem and is induced by bacteria present in leguminous plants. Providing a new perspective to the existing literature, this article presents a Culture - Knowledge - Intelligence - CCI model that explains the impact of culture on knowledge and intelligence and then understands how to convince farmers to become more independent through agricultural cooperatives that aim for the long term. The study concluded that Inca biodynamic agriculture is necessary for small farmers to be open to learn modern farming practices, cooperatives and business language.

Keywords: family farming, cooperatives, environmental education, knowledge management, organizational intelligence, rock dust.

Introducción

El aporte a la agricultura biodinámica es el modelo Cultura - Conocimiento - Inteligencia - ICC y se sugiere como modelo la cultura Inca. Para no abandonar la técnica el trabajo trae dos novedades que están teniendo éxito en la agricultura brasileña: el polvo de roca, especialmente cuando se mezcla con compost orgánico, y Fijación biológica de nitrógeno - FBN en rizobios, dos temas muy importantes en la mejora de la calidad de los nutrientes del suelo. Para este intercambio de conocimientos y experiencias entre agricultores, el trabajo comparte mejores prácticas y sugiere la creación de cooperativas agrícolas.

Perú, con raíces de la cultura Inca, puede ser ejemplo de una nueva forma de trabajar en la agricultura familiar: LA BIODINÁMICA. Por lo tanto, el texto revisa la literatura sobre qué es la agricultura biodinámica en términos de creación, desarrollo y propuesta y cómo se relaciona con la cultura Inca, y cómo ayudaría a cambiar los valores, creencias y supuestos (cultura) de los agricultores familiares para ser menos dependientes de fertilizantes químicos y de sistemas de riego muy sofisticados y costosos.

Roland (2020) destaca que en los últimos años se ha desarrollado una nueva y vibrante literatura sobre la economía de la cultura. Una gran parte de esa literatura examina los efectos de los valores y creencias culturales en los resultados económicos (crecimiento, instituciones, opciones de fecundidad, participación de la mujer en la población activa...). Más difícil es comprender los orígenes de las distintas culturas. La literatura existente sobre los orígenes de la cultura pretende comprender el papel de determinadas variables históricas en rasgos culturales concretos.

En el libro "Buscando un Inca: Identidad y Utopía en Los Andes", de Flores Galindo hay una reflexión muy importante sobre los incas:

"Ningún europeo podría escribir en los mismos términos sobre Grecia y Roma. Friedrich Katz advierte una diferencia notable entre aztecas e incas. En México no se encontraría una memoria histórica equivalente a la que existe en los Andes. No hay una utopía azteca. El historiador indigenista Luis E. Valcárcel sostiene que la civilización andina "había convertido un país inoperante para la agricultura en país agrícola, en un esfuerzo tremendo que no desaparece durante todo el dominio español y que tampoco ha desperdiciado hoy. Hay, pues, un vínculo muy riguroso entre el Perú Antiguo y el Perú Actual".

El famoso Qhapaq Ñan o Camino Inca es comúnmente visto como una "vasta red para la adquisición, gestión, movimiento y protección de mano de obra" (Hyslop, 1984), convirtiéndose en "el símbolo omnipresente del imperio a través de los Andes" (Hyslop, 1990) símbolo del imperio en todos los Andes" (Hyslop, 1990).

De acuerdo con Milla Batres (1981) lo andino como civilización, se ha desarrollado independientemente de otros focos de civilización. Tal desarrollo civilizacional tiene gran

relevancia para una ciencia social, ya que no hay muchos casos en la historia de la humanidad. López e Aguilar (2015) explican que los incas eran profundos conocedores de su ambiente geográfico y del “cielo”, el hombre antiguo peruano supo del movimiento de los astros y, por ello, aprendió de la predicción del tiempo. Supo, así, del momento de la siembra y la cosecha, de períodos de lluvia y agua o de sequía y de escasez. Por eso mismo, practicó la rotación de los cultivos por dos razones fundamentales:

- a) Para no “cansar” a la tierra o pacha mama y agotarla y hacerla improductiva.
- b) Porque no todos los cultivos florecen en un mismo tiempo; hay períodos agrícolas favorables a papas, otros a maíz, frijol, algodón, etc.

Así los cultivos rotaron, no siempre se sembró lo mismo; así, también, las faenas y el “barbecho” fueron distintos. Esto permitió al hombre antiguo disponer de variedad de productos alimenticios en las diferentes épocas del año.

Aprende que cada uno de estos pisos tiene una característica que le permitirán un asentamiento y cultivo diferencial; así, mientras en los valles interandinos cultivaron la papa, la oca, el olluco; en los valles costeros cultivaron el camote, el ají, el pallar, el frijol, en tanto -que los pisos altos cordilleranos servirán de pastales al igual que las lomas costeras.

Los camélidos, especialmente la llama, sería la principal especie que domesticó, junto a ello existirían algunas aves y también el perro que ya le acompañó en sus faenas cortas o largas. Pero lo interesante es indicar que esta domesticación le aseguró el alimento porque se convirtió en pastor de los animales que antes cazaba. De hecho, el desarrollo de la civilización incaica se basó en la agricultura familiar. Sin embargo, hoy en día la agricultura familiar está atravesando dificultades en el Perú por varias razones, entre ellas:

1. Hay una falta de educación básica en el campo de la agricultura familiar y, como resultado, se podría suponer que los agricultores tienen conocimientos limitados sobre prácticas agrícolas, como nuevos sistemas de riego y compensaciones con alternativas a la producción de fertilizantes.
2. Falta de acceso de los agricultores al conocimiento y la experiencia concentrados en los institutos de investigación.
3. La incapacidad de los agricultores para alentar a los jóvenes a permanecer en las zonas rurales sin acceso a la universidad.
4. Baja disponibilidad y uso de semillas agrícolas.
5. Muy pocos ejemplos de diversificación y reciclaje de cultivos.
6. Muy pocas cooperativas e instituciones de formación.
7. Falta de nuevos mecanismos para que los agricultores se comuniquen con los bancos de inversión y los comerciantes, ya que la economía se basa en las familias y, por tanto, los agricultores no están familiarizados con el lenguaje empresarial.

8. Los agricultores se muestran reacios a tomar préstamos formales porque no saben cómo completar la documentación, porque no han recibido ninguna oferta o porque no tienen historial crediticio y la falta de diseño de un sistema de seguro agrícola viable.

Este artículo propone un modelo Biodinámico para la agricultura familiar en Perú basado en un modelo teórico para dilucidar las relaciones entre la cultura (valores, creencias y suposiciones), conocimiento (información contextualizada) y la inteligencia (interpretación y aplicación de este conocimiento). Se pretende que este modelo, denominado aquí Modelo de Cultura, Conocimiento e Inteligencia (CCI), sirva como punto de partida para futuros trabajos aplicados y empíricos en el diseño de proyectos biodinámicos en el sector de la agricultura familiar.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera. Además de esta introducción y conclusiones, la sección 1 analiza la Cultura Inca y Cooperativismo. La sección 2 informa sobre remineralización del suelo mediante polvo de roca y fijación biológica de nitrógeno. La sección 3 comparte la metodología adoptada en el trabajo. La sección 4 comparte el modelo Cultura - Conocimiento - Inteligencia - CCI y en la sección 5 construye el modelo de agricultura biodinámica basado en la cultura Inca, combinando los diversos elementos teóricos recogidos a lo largo de las secciones anteriores.

Antecedentes teóricos

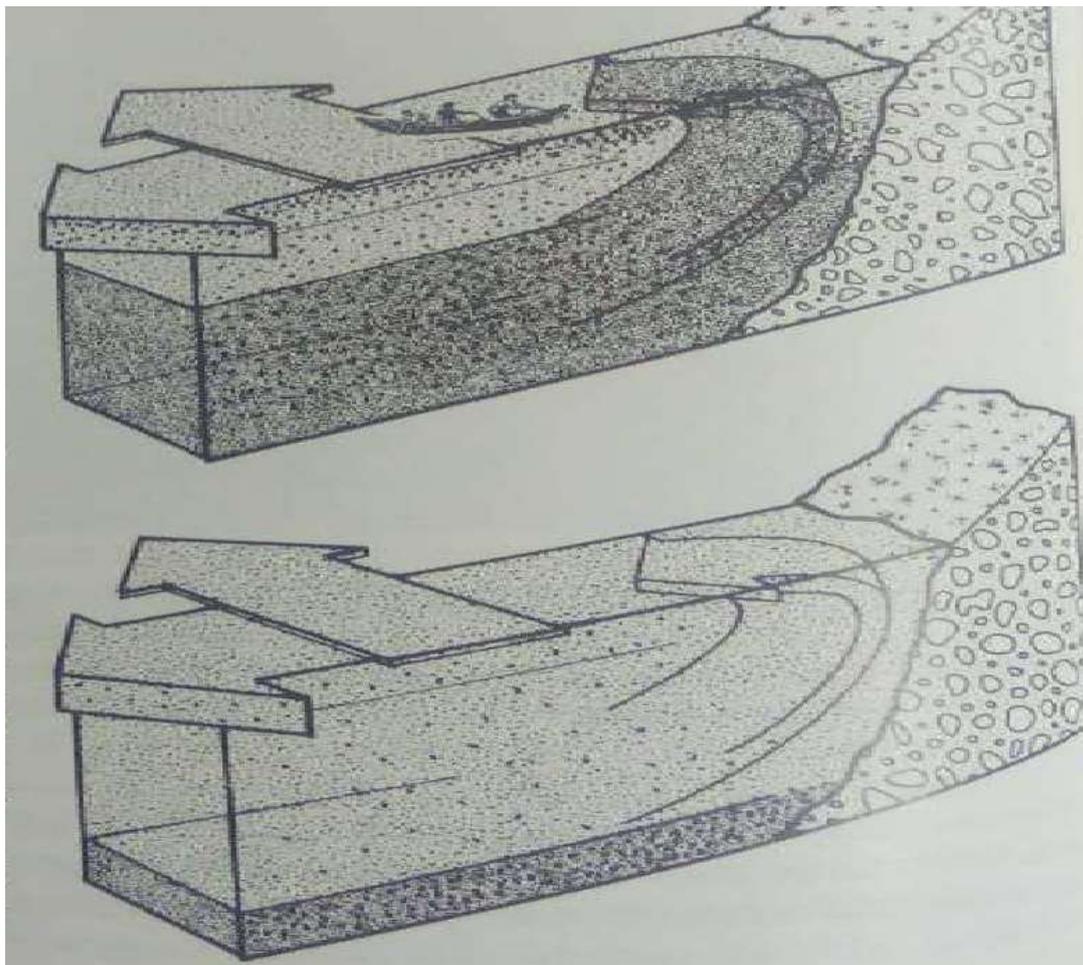
Cultura Inca y Cooperativismo: base principal de la agricultura biodinámica

De acuerdo con el Instituto Portugués del Mar y de la Atmósfera (2023) el fenómeno de La-Niña, opuesto a El-Niño, corresponde al enfriamiento anómalo de las aguas superficiales del Océano Pacífico Central y Oriental, formando lo que comúnmente se conoce como una "piscina de agua fría" en dicho océano. Se trata de un fenómeno natural que produce fuertes cambios en la dinámica general de la atmósfera, alterando el comportamiento climático. Los vientos alisios son más intensos que la media climatológica y las aguas más frías, que caracterizan el fenómeno, se extienden en una franja de 10° de ancho a lo largo del ecuador, desde la costa peruana hasta los 180° de longitud en el Pacífico Central. Hay una intensificación de la presión atmosférica en el Pacífico Central y Oriental en relación con la presión atmosférica en el Pacífico Occidental.

En el sur, sequías, oleajes anómalos en la costa, aparición de plagas y alteración en el ciclo de cultivos agrícolas.

Wolf y Fahrbach (1998) explican en profundidad la topografía del suelo cambiante durante y después de El Niño.

Figura 1: Esquema del cambio de las condiciones de afloramiento frente a la costa peruana, de condiciones normales (arriba) hacia condiciones normales (abajo)



Fuente: Basado en una gráfica original por R. T. Barber publicado en Canby, 1984

El agua superficial, caliente y pobre en nutrientes, se separa del agua de fondo, fría y rica en nutrientes (especialmente fosfatos, nitratos y también silicatos). Durante El Niño esta termoclina se profundiza, y el afloramiento transporta solo aguas calientes y pobres en nutrientes a la superficie.

Después de El Niño, cuando ya no llueve y la vegetación se seca, aumenta el peligro de incendios. Todas las dificultades impuestas por El Niño a la agricultura muestran la importancia de una nueva forma de hacer agricultura: la agricultura biodinámica.

De hecho, una excelente alternativa a la agricultura industrial, también en declive debido a la excesiva mecanización, la manipulación química y el uso de herbicidas, así como al desprecio por la conservación del medio ambiente, es la agricultura biodinámica.

Perú, con raíces de la cultura Inca, puede ser ejemplo de una nueva forma de trabajar en la agricultura familiar: LA BIODINÁMICA. Por lo tanto, el texto revisa la literatura sobre qué es la agricultura biodinámica en términos de creación, desarrollo y propuesta y

cómo se relaciona con la cultura Inca, y cómo ayudaría a cambiar los valores, creencias y supuestos (cultura) de los agricultores familiares para ser menos dependientes de fertilizantes químicos y de sistemas de riego muy sofisticados y costosos.

Palacios (2020) destaca que la agricultura biodinámica tiene en cuenta tanto el contexto material como el espiritual de la producción de alimentos y trabaja tanto con influencias terrestres como cósmicas. La influencia de los ritmos planetarios en el crecimiento de las plantas y los animales, en lo que respecta al poder de maduración de la luz y el calor, se gestiona programando los tiempos de cultivo con un calendario astronómico. Todos los principios de la agricultura orgánica se aplican a la agricultura y ganadería, jardinería y silvicultura biodinámicas.

La agricultura biodinámica va un paso por delante de la agricultura ecológica porque adopta un enfoque holístico, ecológico y ético de la agricultura, la jardinería, la alimentación y la nutrición, y es una forma de vivir, trabajar y relacionarse con la naturaleza y las vocaciones agrícolas basada en prácticas de sentido común, la conciencia de la singularidad de cada paisaje y el desarrollo interior de cada persona y, en consecuencia, de todos los practicantes dentro de la comunidad.

Los cultivos se utilizan para diversos fines, incluidos alimentos para humanos, piensos para animales, biocombustibles y otros productos no alimentarios (Cassidy et al., 2013).

Los cultivos de cobertura también contribuyen a la fertilidad agrícola al agregar diversidad de plantas y brindar vida y sensibilidad al suelo a través del oxígeno y el nitrógeno.

La rotación de cultivos ayuda a equilibrar las necesidades de cada cultivo y permite una diversidad creativa de expresión en el suelo. Juntas, estas prácticas reducen o eliminan la necesidad de importar fertilizantes y permiten que la finca avance hacia el equilibrio y la resiliencia (Zaller, 2004).

Las prácticas de sentido común incluyen: esforzarse por ser autosuficientes en energía, fertilizantes, plantas y animales; estructurar actividades basadas en el trabajo con los ritmos de la naturaleza; utilizar de forma saludable la diversidad de plantas, fertilizantes y animales; abordar el trabajo con seriedad, pulcritud, orden, concentración en la observación y atención al detalle; puntualidad en la realización del trabajo (Paull, 2011).

Campbell y Watson (2012) y Raupp (2001) descubrieron que la mejora del suelo, dentro del enfoque de agricultura biodinámica, se logra mediante una gestión adecuada del humus, por ejemplo, aplicando suficiente estiércol y abono orgánico en el mejor estado de fermentación posible; rotación adecuada de cultivos; buen funcionamiento del suelo; medidas de protección como protección contra el viento; cultivos de cobertura, abonos verdes y cultivos diversificados en lugar de monocultivos; y cultivos mixtos para que las plantas puedan ayudarse y apoyarse entre sí. Las cualidades de los agricultores biodinámicos son muy similares a las de la cultura Inca.

López and Aguilar (2015) señalan que sobre los flancos de las montañas construyeron los andenes o graderías que, hasta hoy, existen y se usan y que es una construcción formal con muros de piedra, con sistemas de riego, con sembríos, es decir, son verdaderas muestras de trabajo colectivo que indican el afán de dominio del hombre sobre el medio como se pueden admirar en Ollantaytambo, en Macchupicchu, Pisac o Yucay.

Rowe estima que la primera fase del incario se inició el año 1200 de la era cristiana, hace 800 años antes del 2000.

Guevara (1961) descubrió que la Cultura Inca fue producto de una amalgama de culturas, todas ellas importantes, partiendo desde el chavinoide cusqueño o Cultura de Chanapata, la Pre Historia Cusqueña paso por diferentes etapas, tales como Ware, Wari, Killke o Inca Inicial para luego terminar con la Cultura Inca.

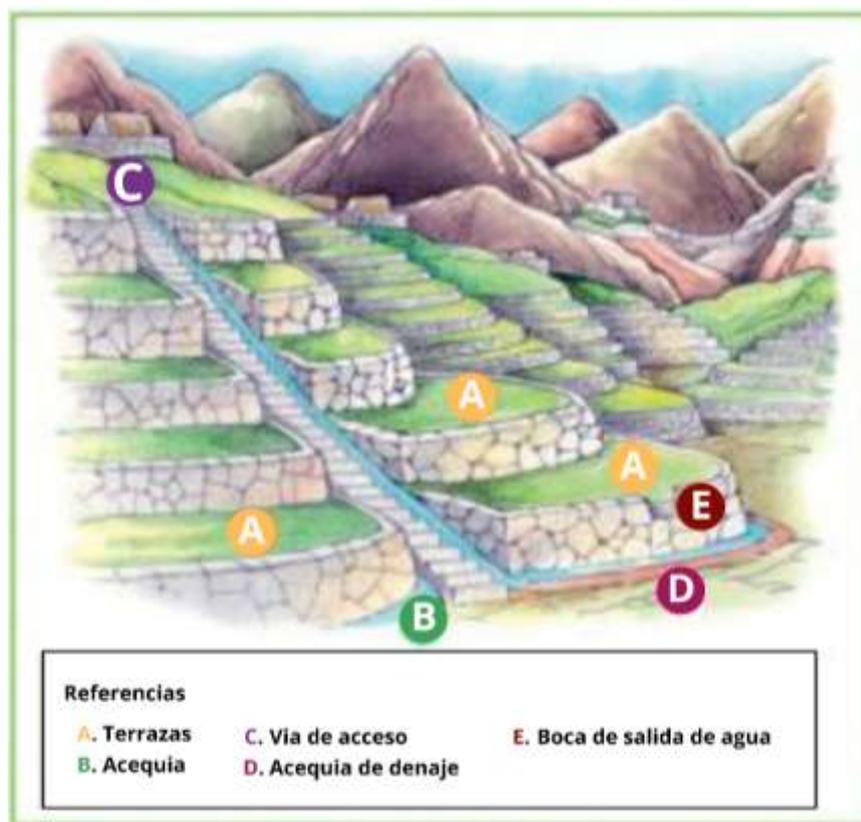
Pineda (2001) señala que entre los incas se estableció una gran comunicación mutua, lo que dio curso a un remarcable intercambio de bienes, saberes y elementos culturales, que de esta manera fueron dando lugar a la aparición del conjunto de las particularidades de la cultura y de la civilización peruana del pasado.

Para conservación de la cosecha, se sometía a estos vegetales a diversos procedimientos que les hacía aptos para su conservación por largos periodos, para cuyo efecto se le mantenía en ambiente fríos y secos, o envueltos en ramas protectoras de los ataques de insectos (la muña, que es un protector incomparable). Los productos que estaban destinados a ser utilizados como semillas recibían tratamientos y cuidados especiales.

En los valles interandinos el hombre del antiguo Perú supo aprovechar el caudal de los ríos, mediante represas o “boca tomas” que captaban el agua y la derivaban por “acequias”, convenientemente construidas y limpiadas por lo menos dos veces al año, hacia los sembríos que se levantaban sobre las faldas de los cerros y las cuencas de los mismos ríos. A veces se valían de “Oconales” para aprovechar las aguas subterráneas y alimentar pequeñas áreas de sembríos. En el área costeña se aprovechó el agua de los ríos de esta región que la derivaron mediante canales y acueductos, hacia los lugares en que se le necesitó.

Salaverry (2018) hizo un estudio muy interesante sobre el modelo de producción Inca en la agricultura de la Quebrada de Humahuaca. Las técnicas agrícolas utilizadas tenían como base la construcción de pisos ecológicos, andenes o terrazas sobre las laderas de las montañas, es decir distintos espacios geográficos o ambientes que variaban con la altura del relieve (**Figura 2**).

Figura 2: Sistemas de cultivo en terrazas



Fuente: Salaverry (2018) *El modelo de producción Inca en la agricultura de la Quebrada de Humahuaca. Elaboración y propuesta de un material educativo interdisciplinario*

Los trabajos de labranza diferían según las condiciones ecológicas, utilizaban el guano como el principal fertilizante y obraron un sistema de canales y acequias para riego que permitía un uso sustentable del agua. En las Yungas empleaban el sistema de la roza y de camellones, basado éste último en la confección de surcos por donde corre el agua y pequeñas lomas donde se plantan las semillas, para la siembra en relieves planos. En los ayllus campesinos se practicaba la minga, es decir una producción comunitaria y su distribución entre todas las familias por partes iguales (Salaverry, 2018).

Galindo (1994) destaca que los miembros del ayllu se consideran parientes entre sí, son, pues, aylluni, es decir, miembros ligados por diversos vínculos, cuya finalidad es la cohesión del grupo y su identificación con los fines que persiguen, esto es, el cultivo en común de la tierra y la participación de los productos que de ella se obtienen.

Esto implica una reciprocidad en el trabajo y una redistribución de productos. Por lo primero se practican las faenas en forma de ayuda mutua, el individuo brinda su trabajo y, en reciprocidad, los restantes miembros de la colectividad le ayudan a él; es una manera de trabajo comunitario. La redistribución de productos implica, a su vez, la opción a que tienen todos los integrantes del ayllu a disponer de todo lo que su colectividad ha usufructuado o cosechado, no de una manera libre que podría derivar en una comunidad primitiva, sino, antes bien, de una manera sistematizada, debidamente organizada ya que esta redistribución corre a cargo del jefe del ayllu, quien a todos brinda las mismas opciones

y oportunidades, a fin de que los productos diversos que la colectividad ha trabajado, puedan ser disfrutados por los integrantes sin establecer prioridades ni preferencias, salvo las derivadas de la estratificación social, jerárquico-administrativa y gubernamental (Galindo, 1994).

Es esencial que Perú comience a realizar más estudios sobre la cultura inca y la agricultura biodinámica para permitir orientar a los agricultores familiares, los principales beneficiarios de este proceso de aprendizaje y la relación beneficiosa para todos: gobierno, el sector privado, los institutos de investigación y las cámaras. de comercio y cooperativas.

Esta comunicación entre investigadores, bancos de desarrollo y agricultores familiares se puede lograr mediante la creación de cooperativas que, además de abordar el tema de la capacitación técnica, brinden apoyo financiero a iniciativas de agricultura familiar. Sin embargo, si bien la creación de cooperativas es una buena solución, es necesario educar a las personas en esto, así como en prácticas de gestión del conocimiento, especialmente en términos de tutoría, mejores prácticas y lecciones aprendidas.

Remineralización del suelo mediante polvo de roca y fijación biológica de nitrógeno en rizobios

Los remineralizantes del suelo pueden provenir de rocas de diferentes orígenes y composiciones químicas. El despedregado es de fundamental importancia para el medio ambiente, para la agroindustria, especialmente para la agricultura familiar, ya que es una actividad con menor riesgo financiero y reduce la dependencia de las importaciones de fertilizantes químicos (Bergman et al., 2011).

El polvo de roca libera nutrientes más lentamente, lo que ofrece ventajas como un mayor tiempo de retención de nutrientes en el suelo en comparación con los fertilizantes químicos (Theodoro & Leonardos, 2006). Además de aumentar la producción agrícola y reducir los costos de producción, evita los impactos ambientales causados por los fertilizantes químicos, como la contaminación del suelo y los recursos hídricos (Silva et al., 2020).

Una de las técnicas utilizadas por Viana, Caetano y Pontes (2021) implica la asociación de dosis intermedias de polvo de basalto con dosis mayores de estiércol de ganado (Camargo et al. 2012). Las técnicas son variadas pero la más efectiva fue el uso de polvo de roca asociado a otro tipo de fertilizante.

Viana, Caetano y Pontes (2021) destacan que el uso del polvo de roca en la agricultura brasileña tiene un gran potencial, pero aún está poco explorado y requiere el desarrollo de nuevas investigaciones y estudios, especialmente evaluando la efectividad agronómica del polvo de roca asociado a la actividad animal.

Theodoro y Leonardos (2006) seleccionaron rocas volcánicas de MATA DA CORDA como los materiales más probables para ser utilizados como fertilizantes de roca en algunos asentamientos. Sus tobas, lavas y tubos eran más ricos en macro y micronutrientes que la

mayoría de las rocas y, además, tienen una amplia distribución (450 km²) en la Sierra Central de Brasil.

Según Theodoro y Leonardos (2006), en todas las zonas los agricultores que llevaron a cabo los experimentos hasta el final fueron inequívocos en reconocer la ventaja de los fertilizantes de roca en relación con los fertilizantes químicos convencionales.

Según Conceição et al. (2022) los diversos beneficios del basalto en polvo se deben a su roca madre, que aporta parte de los macro y micronutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y el reequilibrio del pH del suelo.

Se incubaron suelos de texturas contrastantes (arenosos, p.ej.) con dosis de basalto en polvo durante 90 días y los resultados de la prueba de incubación mostraron que el basalto en polvo aumentó los niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio disponibles hasta veinte veces más que aquellos sin polvo de basalto debido al mantenimiento de propiedades químicas mejoradas en el suelo. En particular, las plantas de maíz y frijol cultivadas en suelos enriquecidos con polvo de basalto produjeron hasta cinco veces más que los cultivos sin el uso de polvo de basalto.

En la misma dirección, otros estudios han demostrado que la aplicación de Polvo de Roca Basal (BRP) mejora significativamente las propiedades químicas del suelo, principalmente la concentración de calcio, magnesio, fósforo y potasio (Curtis et al., 2022; Luchese et al., 2021, Marcuso et al., 2014; Martins et al., 2013,).

El polvo de basalto se destaca entre varios polvos de roca de silicato (PRS). Los basaltos son rocas ricas en silicatos de magnesio (Mg) y hierro (Fe) con un pH básico. Estas rocas también son fuentes de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y varios micronutrientes. esencial para la nutrición de las plantas (Swoboda, Tdoring & Hamer, 2022).

Los resultados beneficiosos prevalecen para las rocas máficas y ultramáficas, como los basaltos y las rocas que contienen nefelina o glauconita. Varias modificaciones de rocas son muy efectivas para aumentar la efectividad agronómica de los SRP. Mejora de la erosión de los polvos de roca de silicato: los SRP también podrían secuestrar cantidades sustanciales de CO₂ de la atmósfera y el suministro de silicio (Si) puede inducir un amplio espectro de resistencia de las plantas al estrés biótico y abiótico. Sin embargo, es importante analizar detenidamente los pros y los contras de utilizar polvo de roca como fertilizante.

Luchese et. al (2023) encontró que el polvo de roca basáltica (BRP), así como la piedra caliza, están asociados con un aumento del pH del suelo (p.ej. Shamshuddin y Fauziah, 2015) y BRP tiende a tener un tiempo de reacción mucho más lento que la piedra caliza, lo que puede ser un beneficio adicional de los polvos de roca a largo plazo.

Sin embargo, es importante considerar cuidadosamente la sobrevaloración del polvo de roca como fertilizante en Brasil, como sugiere la investigación de Viana, Caetano y Pontes (2021). Destacan que el uso del polvo de roca en la agricultura brasileña tiene un gran potencial, pero aún no está bien explorado y requiere el desarrollo de más estudios.



investigaciones y estudios, especialmente evaluación de la efectividad agronómica del polvo de roca asociado al estiércol animal (Viana, Caetano y Pontes, 2021).

Una de las técnicas utilizadas por Viana, Caetano y Pontes (2021) implica la asociación de dosis intermedias de polvo de basalto con dosis mayores de estiércol de ganado. Las técnicas son variadas pero la más efectiva fue el uso de polvo de roca asociado a otro tipo de fertilizante.

La baja tasa de disolución de muchas rocas de silicato es un obstáculo importante para que los polvos de roca de silicato (SRP) se mejoren mediante modificaciones físicas, químicas o biológicas. Las modificaciones físicas incluyen varios métodos de molienda de alta energía para disminuir el tamaño de las partículas y el desorden estructural de los minerales, que se ha demostrado que mejoran significativamente la cinética de disolución (Harley, 2002; Kleiv y Thornhill, 2007). Diez minutos de molienda de alta energía produjeron un polvo de feldespato que mostró velocidades de disolución similares al K₂SO₄ (Priyono y Gilkes, 2008). Las modificaciones biológicas han sido las más investigadas e implican mezclar polvos de roca con microorganismos disolventes de silicatos (MSD) o materiales orgánicos como compost y estiércol. Varios ensayos han demostrado que las bacterias que disuelven silicatos y, en menor medida, los hongos que disuelven silicatos son capaces de aumentar sustancialmente la liberación de nutrientes de los minerales (véanse las revisiones de Basak et al. (2017), Meena et al. (2016), Ribeiro. y otros (2020)). Como los SRP contienen varios nutrientes minerales esenciales excepto N, un compost o estiércol enriquecido con polvo de roca podría, en teoría, proporcionar todos los macro y micronutrientes necesarios (Leonardos et al., 2000). Existe evidencia contrastante de que el proceso de compostaje en sí ya podría aumentar la erosión de las rocas a través de ácidos orgánicos producidos microbiológicamente, temperaturas elevadas y mayores concentraciones de CO₂ (García-Gómez et al., 2002; Li et al., 2020;).

Otra estrategia bien aceptada en la literatura para mejorar la producción de alimentos es la fijación biológica de nitrógeno en rizobios, que ocurre principalmente en la raíz o el tallo y es inducida por bacterias presentes en las leguminosas (Lindstrom & Mousavi, 2019).

De acuerdo con Guo et al. (2023) la fijación biológica del Nitrogenio - FNB es el proceso la nitrogenasa en procariontas convierte el gas dinitrógeno de la atmósfera en amoníaco en condiciones anaerobias/microaerobias a temperatura normal y presión atmosférica.

Aproximadamente el 95% del N presente en el suelo se encuentra en forma orgánica. Sólo aproximadamente la mitad de estos compuestos ya han sido identificados: además del nitrógeno orgánico, existen formas minerales inorgánicas.

La fijación biológica de nitrógeno (BNF) es el proceso mediante el cual el nitrógeno atmosférico (N₂) se convierte en formas que pueden ser absorbidas por la planta, como nitrato (NO₃⁻) y amoníaco (NH₄⁺). Esta fijación la llevan a cabo bacterias fijadoras de nitrógeno que tienen la enzima nitrogenasa encargada de catalizar el N₂. Cuantos más rizobios haya en el suelo, mejor será la fijación biológica de nitrógeno. Además de generar

mayor rendimiento productivo, la fijación de nitrógeno ayuda a recuperar áreas degradadas y mejora la fertilidad del suelo (Embrapa, 2017).

Vieria (2017) explica que la mineralización del nitrógeno orgánico (MNO_r) es un proceso enzimático resultante de la conversión de formas orgánicas de N a formas inorgánicas disponibles para las plantas. Es impulsado por microorganismos heterótrofos, aeróbicos y anaeróbicos, que utilizan residuos vegetales como fuentes de carbono (C), N y energía. Para ser absorbido por los organismos, el N (NO) orgánico primero se descompone en unidades más pequeñas mediante enzimas extracelulares (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Los compuestos resultantes pueden absorberse directamente o mineralizarse a la forma amoniacal [NH₃, amoníaco (forma gaseosa); NH₄⁺, amonio].

Los microorganismos son importantes para muchas de las funciones del suelo. Una de las funciones principales de los microorganismos del suelo es su capacidad para transformar la materia orgánica en materia inorgánica (mineralización) y así proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Además, fijan nitrógeno atmosférico, contribuyen a la agregación de partículas del suelo, y de esta manera contribuyen a la estabilidad de su estructura, degradan pesticidas, producen compuestos que regulan el crecimiento de las plantas y también contribuyen al secuestro de carbono. Además, la interacción entre ellos y las raíces de las plantas puede generar varios beneficios para el crecimiento de las plantas (Brito, 2023).

Lindstrom y Mousavi (2019) destacan que esta fijación simbiótica de nitrógeno utiliza energía solar para reducir el gas inerte N₂ a amoníaco a temperatura y presión normales, y esto es hoy especialmente importante para la producción sostenible de alimentos.

Se ha informado que los endófitos de las plantas y las bacterias que habitan la rizosfera mejoran la formación de módulos y la tolerancia a los bióticos y abióticos en condiciones controladas (pej., Eganberdieva et al., 2017). Estas rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) representan taxones diversos y en ocasiones se han utilizado con éxito como biofertilizantes. La hidrogenia de los módulos de raíces fijadores de N₂ puede ayudar a alimentar los promotores del crecimiento de las plantas (Schuler y Conrad, 1991).

Metodología de investigación

Este estudio utiliza la metodología de revisión de la literatura de manera integrada para comprender mejor el impacto de la cultura en el conocimiento e inteligencia.

Snyder (2019) afirma que la revisión de la literatura como método de investigación es más relevante que nunca. Las revisiones de la literatura tradicional a menudo carecen de minuciosidad y rigor y se realizan ad hoc, en lugar de seguir una metodología específica.

Este artículo realiza una revisión integradora de la literatura sobre la cultura Inca, polvo de roca, fijación biológica de nitrógeno, cooperativas agrícolas, cultura, conocimiento e inteligencia.



La integración ocurre no sólo en la revisión de la literatura en sí, en la que la intersección entre estos conceptos se demuestra a través de diferentes fuentes, sino también a través del modelo de investigación en el que todos los constructos están presentes.

El modelo cultura, conocimiento e inteligencia

Kroeber (1949) afirma que el hombre sólo se diferencia de los animales gracias a la cultura. Para él el hombre es un ser que está por encima de sus limitaciones orgánicas, la cultura es un proceso acumulativo, es decir, el hombre acumula experiencias y, por tanto, cultura.

En general, los académicos sugieren que los gobiernos deben garantizar que la ciencia esté a la vanguardia de la estrategia para la recuperación económica y el crecimiento económico. Para ellos, la ciencia produce conocimiento y, por tanto, produce innovación, lo que mejora la calidad de vida, la democracia, el crecimiento económico y la capacidad de resolver problemas mayores. Sin embargo, Rothberg y Erickson (2004) sostienen que el conocimiento es estático y, en última instancia, sólo tiene valor si la gente lo utiliza.

Con base en los fundamentos teóricos anteriores, se construye el modelo Cultura-Conocimiento-Inteligencia (CCI), que se muestra en la **Figura 3**.

Las premisas del modelo CCI son:

- I. La cultura está formada por las creencias, valores, supuestos y tradiciones de una sociedad (Shein, 1985)
- II. El argumento central es que, para que la educación tenga éxito en sus tareas, el currículo como su núcleo debe reestructurarse o reformularse en torno a los cuatro pilares del aprendizaje: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser (Nan-Zhao, 2000)
- III. Los tres pilares de la inteligencia son: predicción, estrategia y acción (Rothberg y Erickson, 2004)

Figura 3: Cultura - Conocimiento - Inteligencia



Fuente: Choo (1998)

El modelo CCI está basado en tres hipótesis (**Tabla 1**):

Tabla 1: Supuestos en el modelo CCI

Hipótesis	Fuentes	Resultados
La cultura tiene un impacto positivo en el Conocimiento	Alavi y Leidner (2001), Deal y Kennedy (2002) y Tweed Ledman (2002) sugieren que la forma en que los individuos perciben, organizan y procesan la información y la forma en que se comunican con los demás y la forma en que comprenden, organizan y generar conocimiento y resolver problemas, está relacionado con la cultura.	hipótesis confirmada
La cultura tiene un impacto positivo en la inteligencia	La cultura afecta los comportamientos organizacionales y sociales, cómo actuarán las personas en una situación determinada, como el pensamiento y la toma de decisiones (Schein, 1985).	hipótesis confirmada
El conocimiento (GC) tiene un impacto positivo en la inteligencia	La gestión activa del conocimiento es esencial para permitir un mejor desempeño organizacional, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Liebowitz, 2019).	hipótesis confirmada

Fuente: Source Authors, 2023

Modelo de agricultura biodinámica basada en la cultura Inca

Según Veiga (2022), las ciudades inteligentes surgieron principalmente como resultado de las TIC, pero sin la preocupación de crear condiciones y una cultura que promueva el emprendimiento a través de un enfoque más descentralizado y antropocéntrico y de formas que promuevan la colaboración y la participación comunitaria. con el fin de mejorar la comprensión y abordar la complementariedad de los aspectos político-institucionales,



económicos-empresariales-ambientales y principalmente el aspecto sociocultural, como el compromiso ciudadano.

Esta dificultad para integrar los diferentes aspectos de las relaciones también se da en las zonas rurales y de ahí la importancia de las cooperativas para que florezca la agricultura biodinámica.

Las cooperativas, con el apoyo de la Cámara de Comercio y los institutos de investigación, tienen la tarea de organizar secciones de tutoría y compartir lecciones aprendidas y mejores prácticas, también a través de cursos de capacitación con agricultores para desarrollar e integrar diferentes habilidades: Competencia intelectual (IQ) -Juicio crítico y perspectiva estratégica; Competencia de gestión (CM): comunicación atractiva, gestión de recursos y formación; Competencia Emocional (CE)-Conciencia de uno mismo, resiliencia emocional, influencia y motivación; y Competencia Espiritual (SC): intuición, altruismo, transracionalidad y formas superiores de conocimiento.

Silva y Salanek (2006) identificaron que 60 cooperativas agrícolas mostraron un aumento significativo de ingresos del 130%. Debido a su capacidad para crear y aplicar conocimientos colectivos, las cooperativas han logrado resultados sorprendentes en el proceso de desarrollo local y nacional.

Las cooperativas se han convertido en una clara alternativa para el desarrollo socioeconómico, pero los críticos argumentan que no existe una coherencia metodológica que respalde tal afirmación, por lo que rechazan la pregunta de investigación. Sin embargo, es innegable el gigantesco potencial de las cooperativas para facilitar la creación, desarrollo y acumulación de capital social a través de acciones estratégicas que mejoren la confianza mutua entre los miembros y con ello el intercambio de bienes, conocimientos y experiencias dentro de este entorno colaborativo. Esto es posible gracias a los resultados de la interacción entre cooperativas conformadas por agricultores solidarios y colaborativos con el objetivo común de promover la resiliencia y el crecimiento mutuo de toda la comunidad.

La interacción, la confianza, la definición de objetivos comunes y la estructuración de la red social son aspectos esenciales para comprender el proceso cooperativo y la importancia relativa del capital social para el desarrollo del lugar donde se produce. La idea de crear cooperativas en zonas rurales tiene un enorme potencial para la formación de capital social, ya que promueve acciones que apuntan a congregar no sólo al conjunto de cooperativistas sino también a la comunidad local.

Las cooperativas tienen la función de brindar servicios a sus socios, tales como transferencia de tecnología, asistencia técnica focalizada, préstamo de insumos y maquinaria entre socios, adquisición de insumos, producción de semillas y fertilizantes, procesamiento de otras producciones (almacenamiento y secado), transporte. y marketing.

La creación de cooperativas depende de la educación de los agricultores en este sentido y, como la cultura se basa en familias con un nivel de desconfianza muy alto, es necesario un cambio cultural basado en el colectivismo y las técnicas caseras de la cultura inca. Recientemente ha surgido una novedad para mejorar la calidad del suelo, el polvo de roca, y este modelo de agricultura biodinámica se utiliza como ejemplo para reducir la dependencia de los fertilizantes químicos.

La **Figura 4** muestra el modelo de agricultura familiar biodinámica

Figura 4: Modelo de agricultura familiar biodinámica



Fuente: *Elaboración propia*

Conclusiones

El artículo demostró claramente, a través de las entrevistas y la revisión bibliográfica, que un cambio cultural entre los pequeños agricultores conduciría al uso de buenas prácticas de gestión del conocimiento, especialmente la tutoría, las mejores prácticas y las lecciones aprendidas. El trabajo sugiere el polvo de roca y la fijación biológica del nitrógeno como temas a compartir por los agricultores.

Además, este cambio cultural apoyaría el desarrollo y la aplicación de un plan de asistencia técnica y financiera. Todo esto queda muy claro en el modelo bio dinámico.

Las fincas pequeñas no tienen comunicación con las medianas porque no hay lugar para intercambiar conocimientos y experiencias. Una solución podría ser crear cooperativas para ayudar a los agricultores medianos con el combustible y los costos de funcionamiento, si ayudan a los pequeños agricultores con la preparación del suelo.

El resultado de la Agricultura Biodinámica basada en la cultura inca será la educación de los agricultores y una mejor comunicación, principalmente con el mundo académico y el gobierno, pero también apoyo financiero.

References

- Ackoff, R. (2020). From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3-9. 1989.
- Anang, B.T., & Asante, B.O. Farm household access to agricultural services in northern Ghana. *Heliyon*, 6.
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R.P., Lobell, D.B., and Cammarano, D. (2015) Rising temperatures reduce global wheat production. *Nat. Clim. Change* 5: 143–147.
- Bali, R. K. Nilmini Wickramasinghe, Brian Lehaney. (2009). *Knowledge Management Primer* (Routledge Series in Information Systems).
- Bertolozzi-Caredio, D., Bardají, I., Coopmans, I., Soriano, B., & Garrido, A. (2020). Key steps and dynamics of family farm succession in marginal extensive livestock farming. *Journal of Rural Studies*, 76, 131-141.
- B, Boris BOINCEAN. COȘMAN, S. CHILAT.(2020). S. INTEGRAREA FITOTEHNIEI ȘI ZOOTEHNIEI PENTRU ASIGURAREA DEZVOLTĂRII DURABILE A AGRICULTURII. *Revista ȘTIINȚE AGRICOL*. Available at [Akademos 3_2020_p70-79.pdf](#) (selectia.md) .
- Caloghirou, Yannis & Kastelli, Ioanna & Tsakanikas, Aggelos. (2004). Internal Capabilities and External Knowledge Sources: Complements or Substitutes for Innovative Performance?. *Technovation*. 24. 29-39. 10.1016/S0166-4972(02)00051-2.
- Campbell, W.B., & Ortíz, S.L. (2012). Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Societal Influences. *Issues in Agroecology – Present Status and Future Prospectus*.
- Cassidy, Emily & West, Paul & Gerber, James & Foley, Jonathan. (2013). Redefining Agricultural Yields: from Tonnes to People Nourished per Hectare. *Environmental Research Letters*. 8. 034015. 10.1088/1748-9326/8/3/034015.
- Davenport, Thomas & Prusak, Laurence. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. 10.1145/348772.348775.
- De Angelis, C. T. (2013). A Knowledge Management and Organizational Intelligence Model for Public Sector Administrations. *International Journal of Public Administration*. Issue 36(11). Available at <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01900692.2013.791315> .
- Flores Galindo, A. *Buscando Un Inca. Identidad Y Utopía En Los Andes* [ocr] [1994]
- Gold, A. H., Malhotra, A., & Segars, A. H. (2001). Knowledge management: An organizational capabilities perspective. *Journal of Management Information Systems*, 18(1), 185–214.

- Gutiérrez, J.M., R. Ranasinghe, A.C. Ruane, R. Vautard, N. Arnell, E. Coppola, I. Pinto, D. Ruiz Carrascal, J. Sillmann, and C. Tebaldi. (2021). Annex VI: Climatic impact-driver and extreme indices. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Grubbström et al. (2012). Estonian family farms in transition: a study of intangible assets and gender issues in generational succession *J. Hist. Geogr.*
- Hansen B. D., Leonard E., Mitchell M. C., Easton J., Shariati N., Mortlock M. Y., Schaefer M., Lamb D. W. (2022). Current status of and future opportunities for digital agriculture in Australia. *Crop & Pasture Science*.
- Junquera V., Rubenstein D.I., Grêt-Regamey A. & F. Knaus. (2022). Structural change in agriculture and farmers' social contacts: Insights from a Swiss mountain region. *Agricultural Systems*.
- López, Carlos y Aguilar, Julia (2015, 15 de noviembre). Logros de la economía en la Epoca Pre Inca. *Historia del Perú*. <https://historiaperuana.pe/periodo-autoctono/logros-economia-epoca-pre-inca>
- Mazhar, Fauzia & Jam, Farooq & Anwar, Farooq. (2021). ZINC-ASPARTATE-MEDIATED DROUGHT AMELIORATION IN MAIZE PROMISES BETTER GROWTH AND AGRONOMIC PARAMETERS THAN ZINC SULFATE AND L-ASPARTATE. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 53 (2) 290-310. Available at <http://sabraojournal.org/wp-content/uploads/2021/06/SABRAO-J-BREED-Genet-53-2-290-310-Mazhar.pdf>
- McNamara, C. (1999). *General Guidelines for Conducting Interviews*, Minnesota.
- Miller J, Glassner B. (2004). 'The "inside" and the "outside": finding realities in interviews, in D Silverman (ed.), *Qualitative research: theory, method and practice*, 2nd, Sage, London pp. 125-39. Independence.
- Morseletto, P. (2019). Confronting the nitrogen challenge: Options for governance and target setting. *Global Environmental Change*.
- Nyantakyi-Frimpong, Hanson and Rachel Bezner-Kerr. (2015). "The relative importance of climate change in the context of multiple stressors in semi-arid Ghana." *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions* 32 : 40-56.
- Paull, John. (2011). Attending the First Organic Agriculture Course: Rudolf Steiner's Agriculture Course at Koberwitz. *European Journal of Social Sciences – Volume Number. 21*.
- Raupp, Joachim. (2001). *Manure Fertilization for Soil Organic Matter Maintenance and its Effects Upon Crops and the Environment, Evaluated in a Long-term Trial*.

- Ray DK, West PC, Clark M, Gerber JS, Prishchepov AV, Chatterjee S. (2015). Climate change has likely already affected global food production. *PLoS One*. 31;14(5):e0217148.
- Rosenzweig, C., Jones, J.W., Hatfield, J.L., Ruane, A.C., Boote, K.J., Thorburn, P., Antle, J.M. (2013). The Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP): Protocols and pilot studies, *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 170.
- Rothberg, Helen N. and G. Scott Erickson. (2004). "From Knowledge to Intelligence: Creating Competitive Advantage in the Next Economy."
- Schein, Edgar H. (1985). *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Zaller, Johann.. (2004). Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius* (Polygonaceae): A review. *Weed Research*. 44. 414 - 432. 10.1111/j.1365-3180.2004.00416.x.



Efecto de sexo y peso al nacer en cuyes de raza Perú
durante época seca en INIA-ILLPA

Effect of sex and birth weight in guinea pigs of Peru breed
during the dry season at INIA-ILLPA

Dennis Quispe Condori

0009-0002-1654-7943

Universidad Nacional del Altiplano

Cita en APA: Quispe, D. (2024). Efecto de sexo y peso al nacer en cuyes de raza Perú durante época seca en INIA-ILLPA. *Revista Latinoamericana De Ciencias Agrarias*, 2(1), 67-73.



Resumen

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el efecto del sexo sobre peso al nacimiento de cuyes de la raza Perú en época seca. El estudio se realizó en el centro experimental ILLPA anexo salcedo entre los meses junio a septiembre, se evaluaron un total de 120 cuyes entre machos y hembras. Se pesaron los cuyes en balanza de 0.01g de precisión, en horas de la mañana con el fin de evitar el efecto del alimento. La alimentación de los cuyes se basó en heno de avena más un concentrado con un aporte de 2.5 Mcal y adicionada agua en pocillos de arcillas. No se hallaron diferencias significativas ($P>0.05$) en el peso al nacimiento de cuyes hembra y macho.

Palabras Claves: efecto del sexo, época seca, raza perú.

Abstract

The objectives of this work were to evaluate the effect of sex on birth weight of guinea pigs of the Peru breed in the dry season. The study was carried out at the ILLPA experimental center annex Salcedo between the months of June and September; a total of 120 guinea pigs, including males and females, were evaluated. The guinea pigs were weighed on a scale of 0.01g precision, in the morning in order to avoid the effect of the food. The feeding of the guinea pigs was based on oat hay plus a concentrate with a contribution of 2.5 Mcal and water added in clay wells. No significant differences ($P>0.05$) were found in the birth weight of female and male guinea pigs.

Keywords: effect of sex, dry season, Peru breed

Introducción

El cuy es un animal adaptado a la cultura de los pueblos indígenas de los Andes (Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia), por su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, puede encontrarse en zonas costeras hasta zonas altas de la serranía andina, sirviendo de fuente alimenticia y económica, para las poblaciones humanas asentadas en estas regiones (Rubio et al., 2019; Rubio, 2018).

Los pesos al nacimiento son rasgos de importancia económica ya que presentan correlaciones positivas con el peso a una edad mayor y deben ser considerados en los programas de mejoramiento genético.

Autores como Rodríguez (2023) mencionan que el peso al nacimiento esta influenciado por la estación del año, la edad de la madre, número de parto y el sexo de la cría. Durante el nacimiento y la edad de lactancia los cuyes son muy susceptibles a presentar enfermedades como la neumonía, salmonella y demás enfermedades reportándose de 35 a 61 el porcentaje de mortalidad.

La alimentación juega un papel muy importante en la supervivencia de las crías recién nacidas. Los cuyes pierden el 1.98% de su peso en los dos primeros días de vida (Chauca, 2023) debiéndose a una deshidratación por efecto del cambio del medio del uterino materno nuevo ambiente.

Los machos son los que tiende a obtener mayores pesos en buenas condiciones. El peso al nacimiento está influenciado por el peso de la madre al parto, edad de la madre al parto y edad al destete; además de efectos fijos como estación, año, sexo de la cría y número de parto, entre otros (Rodríguez et al., 2013). Resultados de investigación señalan promedios de peso al nacimiento de 143.5 g en machos y 132 g en hembras, habiendo factores determinantes la edad la madre, nivel de mejoramiento genético, sistema de crianza y ubicación geográfica (Silvia et al., 2017).

El peso al nacimiento es un rasgo maternal que está influido por componentes como peso de la madre al parto, número de parto, estación de parto, efecto genético de líneas y sistema de apareamiento (Rodríguez. et al., 2015).

El peso de camada al nacimiento conjuga los pesos individuales al nacimiento y tamaño de camada al nacimiento, siendo influenciada por la habilidad materna, además de efectos de estación y número de parto de la madre (Aliaga et al., 2009)

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron el de evaluar si existe dimorfismo sexual en machos y hembras esto en época seca.

Metodología

El proyecto se desarrolló en la granja de cuyes perteneciente al instituto nacional de innovación agraria anexo Salcedo, ubicada en el departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Paucarcolla; con coordenadas geográficas Latitud: 15°40'55.53"S y Longitud: 70° 4'31.89"O. Ubicada en la parte Nor-oeste de la ciudad de Puno, al costado Oeste de la carretera asfaltada Puno - Juliaca, en el Km 19, a una altitud de 3829 m.s.n.m.

La recopilación de los datos viene de los meses junio a septiembre de cuyes de la raza Perú. En esos periodos se pesaron los cuyes en balanza de 0.01g de precisión, en horas de la mañana con el fin de evitar el efecto del alimento. La alimentación se basó en heno de avena más un concentrado con un aporte de 2.5 Mcal y adicionada agua en pocillos de arcillas. El alimento balanceado fue elaborado en la misma granja con un aporte de proteína de 15 %.

Para el presente estudio se analizaron un total de 120 datos de pesos de crías al nacimiento, 60 crías hembras y 60 crías macho.

Se utilizó un diseño completamente al azar. Los efectos de las distintas variables fueron analizados mediante un análisis de varianza, prueba de F, prueba de P y prueba de tukey para ver las diferencias estadísticas, mediante el programa InfoStat.

Resultados

La descripción de la variación de las variables evaluadas se muestra en la **Tabla 1** con su respectiva media, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimo y máximo y la prueba de tukey muestra letras con superíndice igual lo cual no es significativo el efecto del sexo sobre el peso al nacimiento. Investigaciones que muestran parecidos resultados se tienen Chauca (1997); Rodriguez (2023).

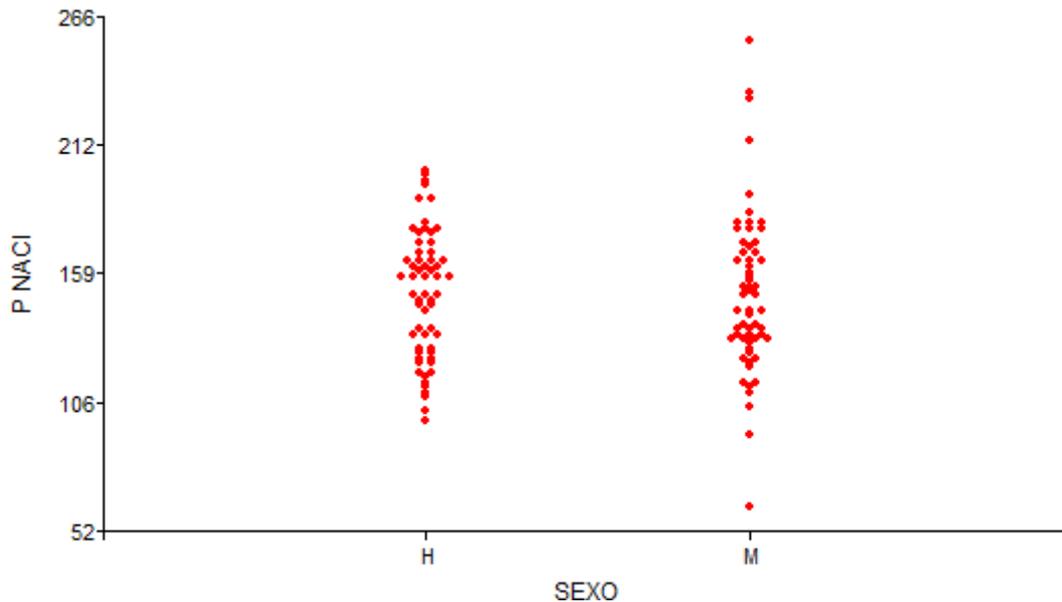
Tabla 1: Estadística descriptiva del peso - nacimiento.

	MACHOS	HEMBRAS
N	60	60
MEDIA	150.77 ^A	150.43 ^A
D.E	33.57	26.48
CV	22.27	17.60
MIN	62	98
MAX	256	202
SUMA DE CUADRADO	1430326	1399172

Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la dispersión de los pesos al nacimiento se muestra en la **Figura 1** en donde se puede observar que la mayor parte de los pesos al nacimiento de machos y hembras están en el promedio, con ligeros pesos mayores en machos.

Figura 1: Dispersión de peso al nacimiento en hembras y machos.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza entre el peso al nacimiento en hembras y machos muestra un $P > 0.05$ lo cual nos indica que no estadísticamente no existe diferencia entre el peso de machos y hembras al nacimiento.

Tabla 2: Análisis de varianza del efecto del sexo.

FUENTE	SC	GL	CM	F	P-Valor	Nivel Sig.
SEXO M Y H	3.33	1	3.33	3.6	0.9519	N.S
ERROR	107851.47	118	914			
TOTAL	107854	119				

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La no existencia de las diferencias entre machos y hembras a que ambos comparten la misma madre y a partir de la segunda semana de edad se observaran el dimorfismo sexual, debido a que los machos tienen mayor capacidad de ganancia de peso. Sumado a eso los cuyes al nacimiento pierden peso con porcentaje de 1.98 % debido al cambio de ambiente.

Conclusión

Al evaluar el efecto del sexo en machos y hembras no se observaron diferencias significativas en el peso al nacimiento en machos y hembras ($P > 0.05$)

Referencias

- Aliaga-Rodriguez, L., Moncayo-Galliani, R., Rico-Numbela, E., & Caycedo-Vallejo, A. (2009). Producción de cuyes. In *Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS)*.
<https://ulibros.com/produccion-de-cuyes-gzkit.html>
- Chauca-Francia, L. (2023). Curso virtual de producción de Cuyes. *INIA*, 137.
- Chauca-Zaldívar, L. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). In *FAO*. *FAO*.
<https://www.fao.org/3/W6562S/w6562s00.htm#TopOfPage>
- Rodriguez-Arroyo, J. O. (2023). Predicción del peso y rendimiento de carcasa y masa muscular en cuyes de la línea colorada en base a sus medidas morfométricas. In *Universidad Nacional del centro del Perú*.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9729/T010_74975114_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez L., H., Gutiérrez R., G., Palomino T., M., & Hidalgo L., V. (2015). Características Maternales al Nacimiento y Destete en Cuyes de la Costa Central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 26(1), 9.
<https://doi.org/10.15381/rivp.v26i1.10941>
- Rodríguez L, H., Palomino T, M., Hidalgo L, V., & Gutiérrez R, G. (2013). Efectos de factores fijos y al azar sobre el peso al nacimiento y al destete en cuyes de la costa central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 24(1), 16-24.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172013000100002&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.pe/pdf/rivp/v24n1/a02v24n1.pdf
- Rubio Arias, P. G. (2018). Estimación de parámetros fenotípicos y genéticos para medidas de carcasas en cuyes (*Cavia pocellus*) del genotipo Cieneguilla [UNALM]. In *Universidad Nacional Agraria La Molina; Escuela De Posgrado Doctorado En Ciencia Animal*.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3599/rubio-arias-pablo-giovanny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rubio, P., Deza, H., Alvaro, J., Castillo, E., & Maldonado, M. (2019). Efecto del sexo, tamaño de camada y número de parto sobre los pesos al nacimiento y al destete de cobayos (*cavia porcellus*) del genotipo cieneguilla. *Produccioncientificaluz.Org*,

XXIX(1).

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/29614>

Silvia, V. C., Ronald, J. A., Amparo, H. C., Felipe, S. M. H., & Fernando, C. C. (2017). Efecto de Tres Tipos de Empadre y Dos Tipos de Alimentación sobre los Índices Reproductivos en Cuyes Criados en la Sierra Peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 28(2), 359-369.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13063>