



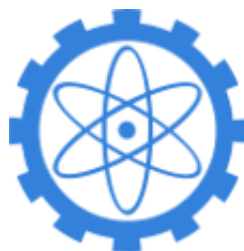
Ciencia y Práctica

Asociación de Consultores y Profesionales Ambientales y Forestales del Perú
Año 1 | Número 2 | Julio 2021 | www.acopaf.site/ojs3
ISSN: 2710-2408



ASOCIACIÓN DE CONSULTORES Y PROFESIONALES AMBIENTALES Y FORESTALES DEL PERÚ

Revista Ciencia y Práctica



Revista Ciencia y Práctica ©
Volumen 1 Nro. 2 Año 2021
ISSN 2710-2408

Editado por:
Asociación de Consultores y Profesionales Ambientales y
Forestales del Perú - ACOPAF
Av. Roca y Bologna n° 251 (501) Miraflores, Lima, Perú.

Editor

Rafael Ramírez Arroyo

Comité asesor

Héctor Enrique Gonzáles Mora
Jorge Chávez Salas
Alejandro Mendoza Rojas
Ignacio Lombardi Indacochea

Comité editorial

Mónica Chamorro Mejía
Kathia Broce Mack
Marco Marticorena Quevedo
Sara Talledo Hernández

Créditos:
Imagen de la portada NASA.GOV

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2021-09507

Publicado en web: www.acopaf.site

Revista Ciencia y Práctica

Volumen 1, Nro. 2	Año 1	2021
-------------------	-------	------

INDICE – CONTENTS

Editorial		2
ARTÍCULOS		
Contaminación por plomo en el cultivo de beterraga (<i>Beta vulgaris</i>) en dos sistemas de producción en Carapongo, Chosica	<i>Karina Tena, José Cuellar</i>	3
Análisis de la superposición del mapa de superficie agrícola con áreas de importancia para la biodiversidad en 10 departamentos del Perú	<i>Manuel Rodríguez, Pedro Talledo</i>	13
Comparación de técnicas instrumentales para la determinación de vitamina C en frutas cítricas	<i>Adrián Ayala, Carolle Rohim, Nedys Ramos, Ana Luzcando, Irene Ortega.</i>	40
Factores que inciden en la erosión hídrica	<i>Virginia Alvarado</i>	57
Impacto del programa "Donante Power" en la donación voluntaria de sangre del Perú: en el contexto de la pandemia del covid-19.	<i>Lizbeth Pérez, Martín Magallanes, Shelah Cango, Angely Martínez, Ana Tiparra, Katherine Zúñiga, Lisset Ramos, Sheyla Arevalo, Valentino Laura, Eckert Pizarro.</i>	69

EDITORIAL

Nos complace presentar este número, el cual contiene un estudio sobre la beterraga, producto agrícola de importante consumo y la contaminación con plomo a la que puede estar sujeta; siendo este un importante aporte al conocimiento de la calidad ambiental.

La biodiversidad está presente en esta publicación, a través de un análisis sobre un problema latente en nuestra realidad nacional, que falta ser resuelto técnica y políticamente, como es la búsqueda de tierra para cultivo enfrentada a la conservación de nuestra biodiversidad.

En esa misma línea, presentamos un valioso aporte a identificar los factores que principalmente afectan una de las formas de erosión más recurrentes en nuestro país, como es la erosión hídrica.

Finalmente, dos artículos vinculados con aspectos fundamentales de la salud humana; un estudio sobre la determinación de la tan valiosa vitamina C en frutas cítricas y una investigación donde se analiza la siempre presente necesidad de donación de sangre dentro del contexto tan grave como el de la pandemia COVID 19.

Nuestra Revista Ciencia y Practica agradece a los autores que han colaborado en este número por su valioso aporte a nuestra sociedad.

Lima, 31 de Julio del 2021

Dr. Rafael Ramírez Arroyo

Editor de la Revista Ciencia y Practica

CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CULTIVO DE BETERRAGA (*Beta vulgaris*) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN CARAPONGO, CHOSICA CORCONA – HUAROCHIRÍ

LEAD CONTAMINATION IN THE CULTIVATION OF BETERRAGA (*Beta vulgaris*) IN TWO PRODUCTION SYSTEMS IN CARAPONGO-CHOSICA

Karina Elizabeth Tena¹, José Eloy Cuellar Bautista²

<https://doi.org/10.52109/cyp2021216>

¹ Ing. Ambiental, Universidad César Vallejo.

² Departamento de Manejo Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina

REGISTROS

Recibido el
08/05/2021
Aceptado el
25/07/2021
Publicado el
31/07/2021



PALABRAS CLAVE

Carapongo,
Contaminación,
Beterraga, Plomo,
Estándares de
Calidad Ambiental,
Codex

KEYWORDS

Carapongo, Rímac
River, pollution,
horticultural crops,
beets, production
systems, lead,
Environmental
Quality Standards,
Codex.

RESUMEN

El presente estudio evaluó los sistemas de producción convencional y orgánico de beterraga (*Beta vulgaris*), regadas con aguas de la cuenca baja del río Rímac. Se midieron los niveles de plomo (Pb) en agua y suelo al inicio y final del cultivo, así como en la parte comestible de la planta. Los resultados arrojaron que las concentraciones del Pb en el agua estuvieron dentro y sobre los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por la norma vigente nacional. Las concentraciones en el suelo superaron los ECA. Finalmente, las concentraciones en la parte comestible, cosechada a los 75 días, estuvieron entre 0.211 a 0.224 mg/kg para el cultivo convencional y 0.247 a 0.342 mg/kg para el cultivo orgánico, reportando este último un valor más alto que el cultivo convencional. En ambos sistemas la concentración de Pb superó el límite máximo permisible para productos de consumo, establecido en el Codex Standard 193-1995 para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos, que es de 0.1mg/kg. Concluyéndose que, a pesar de que son sistemas de producción diferentes, el contenido de Pb supera los límites máximos permitidos, lo que podría atribuirse a la fuente de agua que arrastra Pb y por reacciones a nivel de sustancias húmicas, favoreciendo una mayor acumulación en el sistema orgánico.

ABSTRACT

The present study evaluated conventional and organic production systems of beet (*Beta vulgaris*), irrigated with water from the lower basin of the Rímac River. Lead (Pb) levels were measured in water and soil at the beginning and end of cultivation, as well as in the edible part of the plant. The results showed that Pb concentrations in the water were within and above the Environmental Quality Standards (EQS) established by the current national standard. Concentrations in the soil exceeded the EQS. Finally, concentrations in the edible part, harvested at 75 days, ranged from 0.211 to 0.224 mg/kg for the conventional crop and 0.247 to 0.342 mg/kg for the organic crop, the latter reporting a higher value than the conventional crop. In both systems the Pb concentration exceeded the maximum permissible limit for consumer products, established in the Codex Standard 193-1995 for contaminants and toxins in food and feed, which is 0.1mg/kg. It was concluded that, despite the fact that they are different production systems, the Pb content exceeds the maximum permissible limits, which could be attributed to the water source that carries Pb and by reactions at the level of humic substances, favoring a greater accumulation in the organic system.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Rímac es una de las cuencas hidrográficas más importantes del país, atraviesa la capital, desempeñando un rol vital como fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano, agrícola y energético, existiendo en ella cinco centrales hidro eléctricas, (MINAM, 2010). La cuenca del río Rímac soporta un amplio rango de actividad minera la que es particularmente intensa en las zonas altas y en la zona central, como en la subcuenca de Santa Eulalia. Es una de las principales fuentes de agua para la producción agrícola en zonas al este de Lima que practican la agricultura, grandes áreas de cultivos que en su mayoría son de tipo hortícola.

La contaminación del río Rímac, también se genera por los vertimientos de aguas residuales de las diferentes municipalidades que durante muchos años atrás, drenan con grandes cantidades de sustancias potencialmente tóxicas y nocivas como: heces, orina, tintes industriales, insumos químicos, metales pesados y residuos sólidos, demostrando el alto grado de contaminación que presenta. Entre ellos, los elementos más tóxicos para el hombre son los metales pesados, como el hierro (Fe), plomo (Pb), cadmio (Cd) y aluminio (Al), debido a las actividades mineras en cuenca alta y en grandes cantidades de industrias de manufacturas y textiles aledañas al río (INEI, 2013).

La producción de hortalizas se realiza a nivel nacional, siendo la zona central de mayor producción, puesto que tiene grandes beneficios por el clima, tipo de suelo, frutos, legumbres y otros vegetales. Esta actividad agrícola se caracteriza por aspectos como: el tamaño de los productos, el tiempo de cosecha, el uso intensivo de mano de obra, altos costos de producción, mercado, carencia de tecnología apropiada entre otros. (Muñoz y Portillo.2009). Este tipo de producción hortícola es realizada en su mayoría por pequeños y medianos productores, que cumplen un papel importante como proveedores a los principales centros de abasto. La horticultura presenta diversos productos, que se diferencian por el cómo se llegan consumir, es decir, las hortalizas se presentan como frutos, tubérculos, hojas, legumbres entre otras. En Carapongo se producen todo tipo de hortalizas, actividades de producción mensual y de pocas ganancias, que se distribuyen en toda zona (INIA, 2013). La Producción que más se realiza son de tipo hoja como es el huacatay, espinaca, albahaca, lechuga, hierbas aromáticas, entre otras; puesto que su proceso de producción demora menos tiempo (1 mes y medio), además se utiliza menos productos de tipo orgánico e inorgánico, para la fertilización de los suelos.

La beterraga (*Beta vulgaris*), es tal vez la más importante hortaliza cultivada en el área de estudio, puesto que se cosecha para consumo en fresco, diferenciándose de la demás producciones de hortalizas, por presentar características propias en todo su proceso productivo como; tiempo de cosecha, entre 75 a 90 días para ser consumido, características propias en el requerimiento de insumos para el abono de los suelos en la siembra y los tiempos de regado dependiendo de la estación de verano o invierno. Teniendo como evidencia la producción de forma diaria, durante

todos los meses del año, con la única diferencia que este dependerá, de la demanda del producto.

Los metales pesados más comunes y ampliamente distribuidos como contaminantes ambientales son el plomo (Pb), Cadmio (Ca), mercurio (Hg) y el metaloide arsénico (As). Sin embargo, los metales en las plantas, como en otros seres vivos son esenciales, ya que son componentes estructurales o catalizadores de los procesos bioquímicos de los organismos. Por otro lado, las actividades humanas vierten sobre los recursos de suelo y agua, grandes cantidades de estos elementos, generando excesos por acumulación de Cd, Hg, Ni y Pb, entre otros en menos cantidades, afectando así las relaciones de las plantas y otros organismos, lo cual origina toxicidades en los ecosistemas. (Juárez, 2006). En general, estos metales no son biodegradables y, por consiguiente, pueden acumularse en órganos vitales del cuerpo humano, produciendo efectos tóxicos o nocivos de lo que lo consumen. La mayoría de los metales entran a la cadena alimentaria principalmente a través de los cultivos que absorben del agua con que se riegan, siendo estas aguas altamente contaminadas. Estos metales pesados también pueden aparecer en los suelos agrícolas de forma natural, de modo que su presencia puede no ser, en principio, un indicativo de contaminación antrópica. Sin embargo, el sistema agrario puede verse afectado por contaminación de metales pesados, ya que las actividades humanas desarrolladas en las proximidades de estos suelos y las mismas prácticas agrícolas pueden modificar los ciclos biogeoquímicos de estos elementos (Micó, 2005). Dichas actividades pueden aportar concentraciones elevadas de metales pesados, que pueden quedar retenidos en el suelo o introducirse en la red alimentaria a través del agua de bebida y/o cultivos contaminados.

Las plantas han desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber, translocar y acumular sustancias, sin embargo, algunos metales y metaloides no esenciales para los vegetales son absorbidos, translocados y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos. La fitotoxicidad de los metales pesados se manifiesta particularmente en los suelos ácidos y afecta al crecimiento y la formación de raíces laterales y secundarias. El objetivo de este estudio fue determinar la acumulación total de plomo presente en el fruto de cultivos instalados en el sistema orgánico y convencional de producción de la beterraga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La localidad de Carapongo, distrito Chosica, donde se realizó el estudio, se encuentra ocupada por grandes áreas de cultivo, que en los años 70 solo eran arenales deshabitados y que, durante el transcurso de los años se fue poblando. Al principio la zona se diferenció por presentar grandes áreas de cultivo especialmente de maíz y hortalizas, este último en menor producción por tratarse de suelos no apropiados para la siembra de los diversos tipos de hortalizas. En la actualidad esta

zona se diferencia, por la producción de grandes cantidades de diversas hortalizas, que abastecen a Lima. En el Gráfico N°1 se indica la ubicación de los campos de producción para el cultivo orgánico UTM ZONA 18L-WGS 84 (8672135 S y 701734 E) y cultivo convencional (8672314 S y 701676 E).

Figura 1

Ubicación de los cultivos bajo el sistema convencional y orgánico



Tabla 1

Áreas de cultivo bajo el sistema orgánico y convencional

Puntos	Coordenadas		Nota
	Norte	Este	
Coordenadas del cultivo orgánico			
A	8672311	298309	Vértice
B	8672303	298311	Vértice
C	8672311	298339	Vértice
D	8672320	298338	Vértice
E	8672307	298367	Ingreso de agua
Coordenadas del cultivo convencional			
F	8672316	298261	Vértice
G	8672320	298274	Vértice
H	8672304	298263	Vértice
I	8672306	298275	Vértice
J	8672305	298276	Ingreso de agua

Materiales y Métodos

El material vegetal estuvo compuesto por la semilla de beterraga (*Beta vulgaris*) Hazera Genetic

El experimento consistió en instalar la misma semilla en dos sistemas de producción: S. convencional y S. orgánico, se llevó a cabo entre meses de julio y noviembre de 2013, se establecieron lotes comerciales, con ayuda de los propios agricultores. Para cada uno de los cultivos se demarcó un área experimental respetando los sistemas de producción: en la parcela orgánica se tuvo: largo 28.20 m y ancho 8.20 m, formando una área total de 236.98 m², en el cual presenta 5 surcos separados por 1.37 m. En el S. convencional se tuvo; largo 14 m y de ancho 13 m, formando un área total de 182 m², en cual también presenta características propias como son la formación de 7 surcos separados por 1.40 m. Por otro lado, los dos tipos cultivos están separados por 58m, presentan el mismo tipo de suelo y tienen el mismo medio o canal que abastece agua para el riego. El diseño fue de bloques al azar, con tres repeticiones por muestra.

Se realizó muestreo de suelos, colectados según el protocolo de la guía para muestreo y análisis de suelo (MINEM, 2000). La selección fue al azar, el retiro del suelo se hizo excavando a 0.30 m de profundidad (capa arable), seguido al método de cuarteo, obteniendo 1 k/muestra, con tres repeticiones, realizados antes de la siembra y después de la cosecha, obteniendo un total de 12 muestras. En el caso de las muestras de agua, se colectaron directamente en la entrada de agua (canal de riego) luego al inicio de cada parcela. Tomando 1 l/muestra, al inicio del cultivo, al medio y al final del proceso, según el Protocolo para el monitoreo de la calidad de aguas continentales superficiales (MINAM.2010), obteniendo 9 muestras en total por cada parcela de cultivo, luego se llevaron al laboratorio Envirolab Perú S.A.C, para los análisis de plomo total en el caso del agua para el riego y plomo en el suelo de los cultivos. Para los frutos, se procedió a retirarlos al final de ambos procesos productivos, Los días de muestreo se realizaron durante la primera semana de noviembre. El muestreo consistió en tomar 6 a 7 unidades al azar por muestra, en la etapa final o cosecha del cultivo, requiriendo 1Kg por muestra para el análisis, con sus respectivas repeticiones, luego rotulado (Fecha y hora) y preservado a una determinada temperatura como lo indica en la cadena de custodia del laboratorio SENASA, que fue la entidad encargada de la evaluación.

La determinación del plomo para los tres tipos de muestras se realizaron con el método de análisis (ICP -AES), llamado también determinación de metales y elementos traza en el agua y los residuos por plasma acoplado inductivamente espectrometría de emisión atómica en el muestras de agua y (EPA 6010B), también determinación de metales y elementos traza en los residuos, suelos, lodos, sedimentos y otros desechos sólidos por plasma acoplado inductivamente espectrometría de emisión atómica para las muestra suelo, que fueron realizados por laboratorio Envirolab Perú S.A.C. En caso del fruto se utilizó el método de

análisis (IPC-MS) o llamado también determinación de metales pesados en alimentos agropecuarios por plasma inductivamente acoplado a espectrometría de masas, realizado en el área de análisis del centro de insumos y residuos tóxicos del SENASA.

RESULTADOS

Plomo en agua de riego

Tabla 2

Valores de plomo en el agua de riego

Muestras de agua	Orgánico			Resultado (mg/l)		Convencional			Resultado (mg/l)	
	Descripción de la muestra	Fecha del muestreo	Resultado (mg/L)	promedio		Descripción de la muestra	Fecha del muestreo	Resultado (mg/L)	promedio	
Riego Inicial	AO-1	19/07/2013	0.036	0.030		AC-1	31/07/13	0.033	0.019	
	AO-2	19/07/2013	0.028			AC-2	31/07/13	0.013		
	AO-3	19/07/2013	0.027			AC-3	31/07/13	0.012		
Riego Intermedio	BO-1	07/08/2013	0.058	0.044		BC-1	23/08/2013	0.062	0.041	
	BO-2	07/08/2013	0.041			BC-2	23/08/2013	0.030		
	BO-3	07/08/2013	0.032			BC-3	23/08/2013	0.030		
Riego Final	CO-1	26/08/2013	0.104	0.086		CC-1	14/10/2013	0.090	0.070	
	CO-2	26/08/2013	0.091			CC-2	14/10/2013	0.062		
	CO-3	26/08/2013	0.064			CC-3	14/10/2013	0.058		

Fuente: Reporte de Laboratorio N°1309683 y 1310760 Envirolab. Perú S.A.C

Plomo en suelo del cultivo

Tabla 3

Valores de plomo en el suelo

Muestra de suelo	Orgánico					Convencional				
	Descripción de la muestra	Fecha del muestreo	Resultado (mg/k)	promedio	pH	Descripción de la muestra	Fecha del muestreo	Resultado (mg/k)	promedio	pH
Inicio antes de la siembra	SO-1	17/07/2013	168	178.7	6.5	SC-1	27/07/2013	159	159	7.8
	SO-2	17/07/2013	186			SC-2	27/07/2013	150		
	SO-3	17/07/2013	182			SC-3	27/07/2013	168		
Final de Cosecha	SUO-1	07/11/2013	164	174.7	6.8	SUC-1	07/11/2013	183	178.7	6.8
	SUO-2	07/11/2013	186			SUC-2	07/11/2013	178		
	SUO-3	07/11/2013	174			SUC-3	07/11/2013	175		

Fuente: Reporte de Laboratorio N° 1309684 y 1311169 Envirolab. Perú S.A.C

Contaminación por plomo en la beterraga

Tabla 4

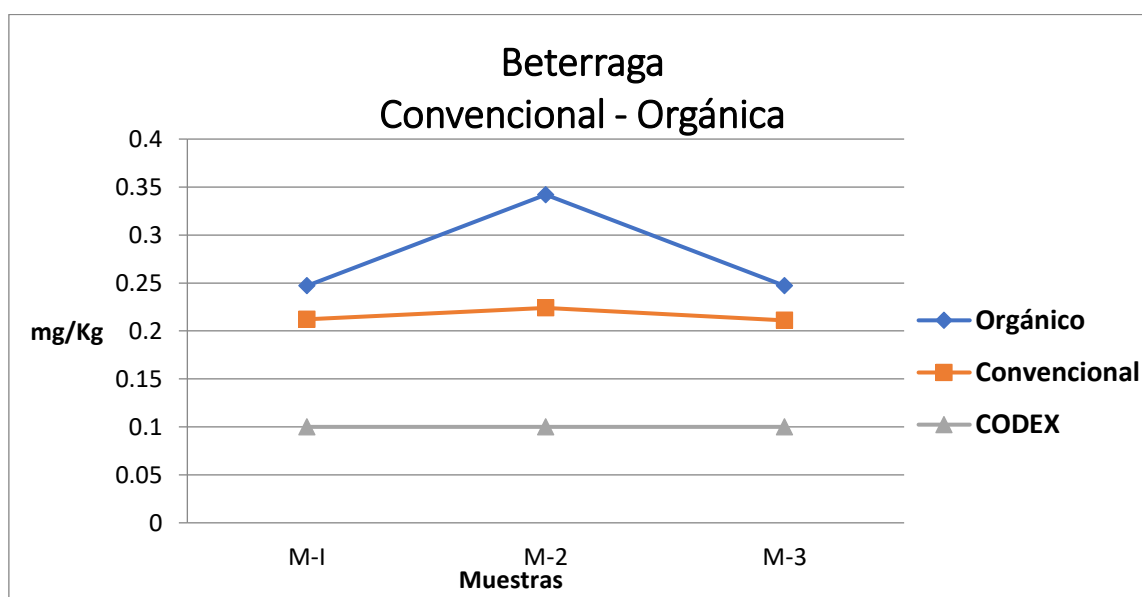
Valores de plomo en la beterraga

Muestras de beterraga	Descripción de la muestra	Orgánico		
		Fecha del muestreo	Resultado (mg/Kg)	promedio
Producto final	MCO-1	07/11/2013	0.247	0.279
	MCO-2	07/11/2013	0.342	
	MCO-3	07/11/2013	0.247	
Muestras de beterraga	Descripción de la muestra	Convencional		
		Fecha del muestreo	Resultado (mg/Kg)	promedio
Producto final	MCC-1	07/11/2013	0.212	0.216
	MCC-2	07/11/2013	0.224	
	MCC-3	07/11/2013	0.211	

Fuente: Reporte de Laboratorio SENASA

Figura 2

Valores de plomo en la beterraga orgánica



Fuente: Reporte del Laboratorio de SENASA

DISCUSIÓN

En cuanto al plomo en el agua de riego, se presentaron diferencias en el nivel, durante los días muestreados (Tabla 2). Se muestran valores de 0.053 mg/l para el S. orgánico y 0.043 mg/l para el S. convencional, cifra superior e inferior comparando con los niveles para el uso agrícola en Perú; 0.050 mg/l (Ministerio del Ambiente, 2008). Estos resultados obtenidos no coinciden con el informe técnico de Estadística

Ambiental (INEI, 2013), que indica valores de 0.02 mg/l, para la zona de Carapongo, en los mismos meses que se realizó la evaluación, es una cifra muy por debajo a lo obtenido en los puntos de muestreo.

Por otra parte, en cuanto al plomo en el suelo del cultivo, los resultados presentan valores de 176.7 mg/k para el S. orgánico y 168.8 mg/k para el S. convencional, resultandos altos los valores en plomo (Tabla 3). Evaluando los resultados al inicio y final de cada cultivo, se nota en el caso del S. orgánico una tendencia a la baja, mientras que en el caso del S. convencional se incrementa la concentración hacia el final del cultivo. Si lo comparamos con el pH, este fue inversamente proporcional, a los pH de los cultivos. Es decir, al S. orgánico se determinó pH de 6.8 y el S. convencional un pH de 7.8. Se sabe por literatura que el plomo está predispuesto aun media acido. Entonces, del análisis de pH y concentración de de Plomo en el suelo al inicio y final del cultivo, se podría inferir que el pH favorece la absorción de plomo por el cultivo, esto se evidencia en las lecturas al inicio y final del proceso. Siendo la muestra de suelo orgánico dominante en la disponibilidad y el comportamiento de metales (Diez, 2008). Del mismo modo las muestras finales (frutos) indicaron diferencias en los niveles de absorción del metal, (Figura 2), al comparar los resultados de acumulación obtenidos en el fruto, se evidencia que la concentración es mayor en el S. orgánico en comparación con el S. convencional, siendo ambas muy superiores al permitido en el CODEX, haciendo una relación suelo – planta como medio de biodisponibilidad, esta mayor disponibilidad podría estar sustentada en las sustancias húmicas en mayor concentración en el S. orgánico, que produce translocación (movimientos de trazas) e inciden en las partes de las plantas (Juárez, 2006). concentrando en esta especie mayormente en los frutos (de 20 a 40 cm de profundidad) aunque alguna literatura también menciona que hay una mayor concentración en las hojas, pero en este estudio no fue medida la concentración en las hojas.

En cuanto a la contaminación por plomo en la beterraga, en el Gráfico N°1, se muestran los valores de acumulación por plomo en la beterraga del S. orgánica y del S. convencional superan el Codex standard-193-2005 (CODEX.2005). Los resultados en el fruto de la beterraga fueron altos como se indica en los promedios (0.279 mg/Kg) beterraga orgánica y (0.216 mg/Kg) (Tabla N°3). beterraga convencional, siendo contrastado con Límite máximo permisibles del CODEX STAN 193-1995, siendo su valor recomendable por debajo de (0.100 mg/Kg), es decir que el fruto de la beterraga convencional y beterraga orgánica, que fue analizada está directamente expuesta. Debido a que el plomo tiende a acumularse cerca de la superficie del suelo, por ser cultivos con raíces poco profundas. Por otro lado, por comparación con los valores obtenidos en la investigación estos excedieron a diferentes de la investigación (Juárez, 2006). Donde los cultivos fueron menores a 0.05 mg/k.

CONCLUSIONES

Se determinó mediante el método de análisis IPC-MS, la presencia de plomo acumulado al final de proceso productivo de la beterraga (fruto), en los dos sistemas producción estudiados, exceden en cantidades superiores al permitido para el consumo humano según la norma General del CODEX STANDARD 193- 1995. para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos,

En la concentración de plomo en el agua para riego, la tendencia fue creciente en los dos sistemas producción, además las últimas muestras obtenidas sobrepasaron el Estándar de Calidad Ambiental para Aguas.

En la determinación de plomo en el suelo se observa una tendencia creciente en sistema convencional, a diferencia del sistema orgánico, donde la tendencia es decreciente, más aún si todos los valores que encuentran sobrepasando el Estándar de calidad Ambiental para suelos.

De los dos sistemas analizados, el sistema de producción orgánico presento mayor acumulación de plomo, obteniendo los valores más altos entre ellos 0.247, 0.342 y 0.247 mg/k, a diferencia del fruto del sistema convencional.

Finalmente, la acumulación de plomo en los frutos tiene que ver en mayor medida con la fuente de agua para el riego que se utiliza y en segundo término con el manejo de los cultivos.

REFERENCIAS

- CRUZ GUZMAN ALCALA, Marta (2007). Contaminación de suelos y aguas, su prevención con nuevas sustancias naturales 1ª Ed. España. Universidad de Sevilla. pg. 52-53. ISBN 978 84 472 0926 2.
- BAUTISTA ZUÑIGA FRANCISCO. Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados [en Línea]. 1ª Ed. Yucatán, Universidad Autónoma de Yucatán. 1999 [fecha de consulta: 10 marzo 2013]. Disponible: <http://books.google.com.pe/books?id=yE2Jq3z7ex4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbsgesummaryr&cad=0#v=onepage&q&f=true>. ISBN 968 7556811
- DIEZ LÁZARO, Javier Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerante y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas Tesis doctoral. Galicia España. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Biología. Noviembre 2008. Pag.16
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI. IV Censo Nacional Agropecuario CENAGRO. 1994. <<http://proyectos.inei.gob.pe/CenagroWeb/>>
- JUÁREZ SOTO, Henry Saúl. Contaminación del río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el cono este de Lima metropolitana. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. Maestría en Ciencias Ambientales. Enero, 2006.

- MICÓ LLOPIS carolina. Estudio de metales pesados en suelos agrícolas con cultivos hortícolas de la provincia de alicante. Tesis doctoral. Valencia España Universidad de valencia. facultad de farmacia. mayo 2005
- MUÑOZ. Ana Luisa, PORTILLO Zoraida. Agricultura urbana y peri- urbana en lima metropolitana: Estrategias de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria. 1ª ed. 2009. Lima. Perú pg. 16-19. ISBN 978-92-9060-327-6
- Ministerio del Ambiente. MINAM. 2013. <<http://www.minam.gob.pe/>>
- Ministerio del ambiente. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para agua. Decreto supremo N° 002-2008. 1ª ed. Lima. 31 de julio 2008. Diario oficial El peruano 2008(1)
- El peruano 2013. Ministerio del ambiente. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Suelo. Decreto supremo N° 002-2013. 1ª ed. Lima. 25 de marzo de 2013.
- Organización Mundial de la salud y Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. CODEX STAND 193-1995. Roma. Italia.1995.29.

ANÁLISIS DE LA SUPERPOSICIÓN DEL MAPA DE SUPERFICIE AGRÍCOLA CON ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA BIODIVERSIDAD EN 10 DEPARTAMENTOS DEL PERÚ

ANALYSIS OF THE OVERLAP BETWEEN THE MAP OF AGRICULTURAL LAND AND AREAS OF BIODIVERSITY IMPORTANCE IN 10 PERUVIAN DEPARTMENTS

Manuel Rodríguez¹, Pedro Talledo²

<https://doi.org/10.52109/cyp2021218>

¹ Ing. Geógrafo, Universidad Nacional Federico Villarreal

² Ing. Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina

REGISTROS

Recibido el
06/07/2021
Aceptado el
25/07/2021
Publicado el
31/07/2021



PALABRAS CLAVE

Diversidad biológica,
Agricultura, Mapa,
Ecosistema, Gestión
ambiental, Medio
ambiente

KEYWORDS

Biological diversity,
Agriculture, Maps,
Ecosystems,
Environmental
conservation,
Natural
environment.

RESUMEN

La seguridad alimentaria requiere de sistemas estadísticos que les permitan producir información agrícola y rural adecuada, en ese sentido, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI, publica el 21 de diciembre del 2020 la Resolución Ministerial 0322-2020-MIDAGRI, en ella alude a la estrategia de la FAO mencionando la necesidad de vincular las dimensiones económicas, sociales y ambientales para monitorear el uso de la tierra. En este artículo, se analiza preliminarmente la vinculación de la dimensión económica y ambiental en 10 departamentos del Perú, superponiendo el Mapa Nacional de Superficie Agrícola, publicado por el MIDAGRI sobre las áreas de importancia para la biodiversidad. Con el se ha usado como fuente la información Integrated Biodiversity Assessment Tool - IBAT que reúne varias categorías relativas a las áreas de importancia para la biodiversidad. El resultado del análisis arrojó que en los 10 departamentos evaluados la superficie agrícola se superpone con áreas RAMSAR y AZE en 7% y 5% respectivamente, las áreas KBA, IBA, Reservas de Biósfera y ecosistemas frágiles tiene valores menores al 5%. Finalmente, se concluye que es necesario realizar el análisis en los restantes departamentos del Perú para obtener una estimación a nivel nacional.

ABSTRACT

Food security requires statistical systems that allow them to produce adequate agricultural and rural information, in that sense, the Ministry of Agrarian Development and Irrigation - MIDAGRI, published on December 21, 2020, the Ministerial Resolution 0322-2020-MIDAGRI, in it alludes to the FAO strategy mentioning the need to link the economic, social and environmental dimensions to monitor land use. In this article, the linkage of the economic and environmental dimensions is preliminarily analyzed in 10 departments of Peru, superimposing the National Map of Agricultural Surface, published by MIDAGRI on the areas of importance for biodiversity. The Integrated Biodiversity Assessment Tool - IBAT was used as a source of information, which brings together various categories related to areas of importance for biodiversity. The result of the analysis showed that in the 10 departments evaluated, the agricultural surface overlaps with RAMSAR and AZE areas by 7% and 5%, respectively; KBA, IBA, Biosphere Reserves and fragile ecosystems have values of less than 5%. Finally, it is concluded that it is necessary to carry out the analysis in the remaining departments of Peru to obtain an estimate at the national level.

INTRODUCCIÓN

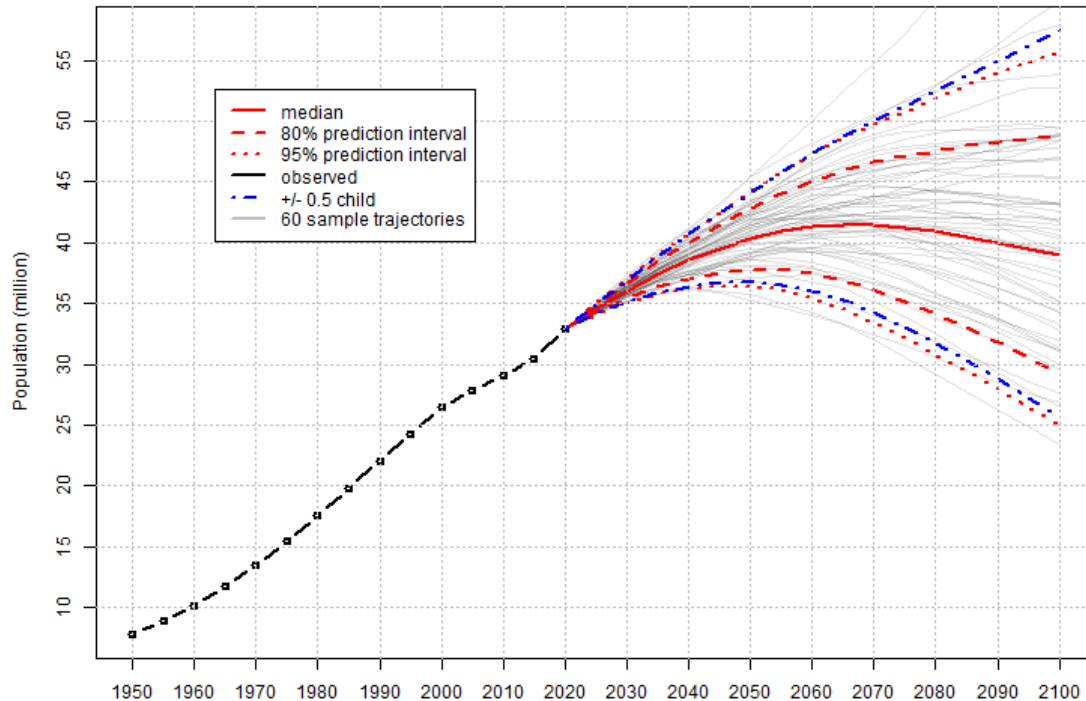
Los beneficios de la biodiversidad se clasifican en beneficios de soporte, de provisión, de regulación y culturales. Nos provee de alimentos, agua potable, materias primas y medicinas. Regula el clima, la calidad del aire y el agua que consumimos, la polinización, la erosión y muchos otros. Sostiene los ciclos de nutrientes, la formación de suelos y la fotosíntesis. Culturalmente contribuye a los valores estéticos, a la salud mental y física y otros beneficios que guardan estrecha relación con la percepción del hombre (Vos et al., 2020).

La biodiversidad provee de innumerables funciones ecosistémicas, gracias a ella tenemos acceso al agua, a la polinización y al control natural de especies perjudiciales entre otras, estas funciones son la base para otros sistemas productivos entre las que se incluyen a las actividades agrícolas ganaderas y forestales, y su contribución va más allá de la suma de los productos que de ella se pueden obtener gracias a sus múltiples funciones (Vos et al., 2020).

El año 2019 la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO publicó el informe titulado “El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo”, el primero en su género, en él se advierte que la biodiversidad, elemento indispensable para la alimentación y la agricultura, se está perdiendo rápidamente y no puede recuperarse. El informe sostiene que la Biodiversidad es fundamental para la seguridad alimentaria, pues permite sostener dietas nutritivas y saludables. Entre la principales causas de su deterioro están la administración del agua y la tierra, la contaminación, la sobre explotación y el crecimiento demográfico, entre otros (FAO, 2019a).

Respecto al crecimiento demográfico, la Organización de las Naciones Unidas – ONU, estima que la población mundial alcanzará los 9700 millones de personas en el año 2050, y sobrepasar los 10,000 millones en el año 2100 (ONU, 2019a), las proyecciones poblacionales de esta organización estiman que Sudamérica sobrepasara los 400 millones de habitantes en el año 2100 y que Perú bordeara los 40 millones de habitantes ese mismo año (ONU, 2021b), en la figura 1 puede verse la proyección para el Perú. Otro estudio menciona que para el año 2100 el Perú tendrá entre 39 y 51 millones de habitantes (Vollset et al., 2020). En estas circunstancias es lógico prever que la presión sobre los recursos naturales será enorme, por lo que es pertinente pensar en planificar la forma en que enfrentaremos esta realidad.

Figura 1

Estimación de la población peruana para el año 2100

Fuente: Organización de la Naciones Unidas

Este vertiginoso incremento de la población eleva el consumo de productos alimenticios y de residuos agrícolas, que se dividen en residuos de biomasa residual y residuos inertes. Los primeros, provienen de seres vivos; los segundos, provienen de los insumos usados en la actividad agrícola y son capaces de contaminar suelo y agua (Castro-Garzón et al., 2020).

En el caso del valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro, la sobre explotación insostenible del suelo se da entre los productores con predios menores de 5 hectáreas, los cuales frecuentemente obtienen rendimientos decrecientes, que los impulsa a refugiarse en el cultivo de coca, para luego buscar nuevas áreas a costa del bosque (Bedolla et al., 2017), dejando tras de sí suelos contaminados.

La acumulación de residuos de biomasa puede afectar a la salud humana debido a su descomposición. Los residuos inertes provenientes de los plaguicidas pueden liberar gases tóxicos a la atmósfera, disminuir la fertilidad, la productividad del suelo y desplazar especies polinizadoras (Castro-Garzón et al., 2020), influyen negativamente a otros organismos no objetivos, además de afectar la salud humana a través de la contaminación ambiental y alimentaria (Tudi et al., 2021).

El Perú es uno de los 17 países megadiversos que existen en el mundo, es el primer país con más especies de mariposas diurnas, el tercero con más especies aves, el tercero con más especies de anfibios y el cuarto país con más especies de mamíferos esta entre los 10 países con mayor riqueza de reptiles, tiene 39

ecosistemas identificados y posee 84 zonas de vida de las 104 que existen en el mundo. (MINAM, 2019).

La FAO, define a la biodiversidad como la sumatoria de los ecosistemas, especies y diversidad genética terrestre y acuática que comprende la variabilidad dentro de los seres vivos y entre ellos, así como la complejidad ecológica de la que forman parte, asimismo, reconoce su importancia como uno de los recursos más importantes y parte integrante de la agricultura (FAO, 2019b).

En ese sentido es pertinente analizar la superposición del Mapa Nacional de Superficie Agrícola con las áreas clave para la biodiversidad, áreas de importancia para las aves y la biodiversidad, áreas de la Alianza para extinción cero, reservas de biósfera, áreas RAMSAR y áreas de ecosistemas frágiles, a las cuales llamaremos áreas de importancia para la biodiversidad – AIB, las cuales pasamos a explicar según sus respectivas fuentes.

Definiciones y consideraciones básicas

Key Biodiversity Areas – KBAs.

Son lugares que refuerzan significativamente la persistencia de la biodiversidad en el mundo, cumplen con uno o más de 11 criterios reunidos en cinco categorías: biodiversidad amenazada, biodiversidad geográficamente limitada, integridad ecológica, procesos biológicos e insustituible. Estos ayudan a garantizar la evaluación de todos los aspectos del valor de conservación en un país. Ayudan en la planificación de corredores entre las KBAs, en la identificación de sitios de importancia cultural, pueden constituirse en el núcleo de las estrategias en materia de Biodiversidad, integrarse en los sectores del gobierno para minimizar los posibles impactos sobre la biodiversidad en la planificación del desarrollo y la infraestructura, para la gestión y expansión de las áreas protegidas, la planificación del uso del suelo y para otros fines. Según la web Key Biodiversity Areas el Perú posee 155 áreas KBA que ocupan 229,981 Km² (KBA, 2021).

Important Bird and Biodiversity Areas – IBAs.

Son lugares de importancia internacional para la conservación de las aves y la biodiversidad, reconocidos en todo el mundo como herramientas prácticas para la conservación, forman parte de un enfoque integrado más amplio para la conservación y el uso sostenible del entorno natural, asegura la supervivencia de un gran número de animales y plantas. Además, constituyen un punto de referencia para la acción de conservación, la planificación y la promoción, pueden ser consideradas como KBAs globales si cumplen el Estándar Global o como KBAs Regionales en caso de que no cumplieran el mencionado estándar. Según birdlife.org el Perú posee 116 áreas IBA que ocupan 220,220 Km² (BIRDLIFE, 2021).

Alliance for Zero Extinction – AZE.

Son áreas clave para la biodiversidad (KBA) calificadas bajo el criterio A1 de KBA, porque "mantienen una proporción significativa del tamaño de la población global de una especie que enfrenta un alto riesgo de extinción, y por lo tanto contribuyen a la persistencia global de la biodiversidad a nivel genético y de especies" -

específicamente si cumplen el criterio A1e, porque "regularmente mantienen efectivamente todo el tamaño de la población global de una especie en peligro crítico de extinción o de una especie en peligro de extinción En síntesis, son áreas KBA que necesitan ser conservadas con urgencia para evitar una extinción global inminente por lo que requieren ser salvaguardadas (AZE, 2021).

Reserva de Biósfera.

Son áreas naturales protegidas reconocidas internacionalmente por la UNESCO por su probado desarrollo sostenible, su ordenamiento territorial y su innovación, creadas para promover una relación equilibrada con la naturaleza. Favorecen el intercambio de conocimientos, educación investigación y las decisiones participativas, ya que están organizadas en amplias redes que involucran autoridades y comunidades locales e internacionales de diversa índole que laboran de forma conjunta. No solo protege la biodiversidad sino también vela por el desarrollo integral de sus pares, pues constituyen laboratorios para la demostración y uso sostenible de los recursos naturales, según la UNESCO, en el Perú existen 6 reservas de biosfera nacionales y una reserva de biosfera transfronteriza (UNESCO, 2021).

RAMSAR.

Es un tratado internacional para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos que integra 171 países alrededor del mundo. Para su elección se usan varios criterios: El primero se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. Estos criterios, hacen énfasis en la importancia que la Convención concede al mantenimiento de la biodiversidad Según ramsar.org el Perú posee 13 áreas RAMSAR que suman 67840 Km² (RAMSAR, 2021).

Ecosistemas Frágiles.

Los ecosistemas frágiles son territorios de alto valor de conservación y son vulnerables a consecuencia de las actividades antrópicas que se desarrollan en ellos o en su entorno, que amenazan y ponen en riesgo los servicios ecosistémicos que brindan (SERFOR, 2021).

Superficie de áreas para la conservación de la biodiversidad

Figura 2

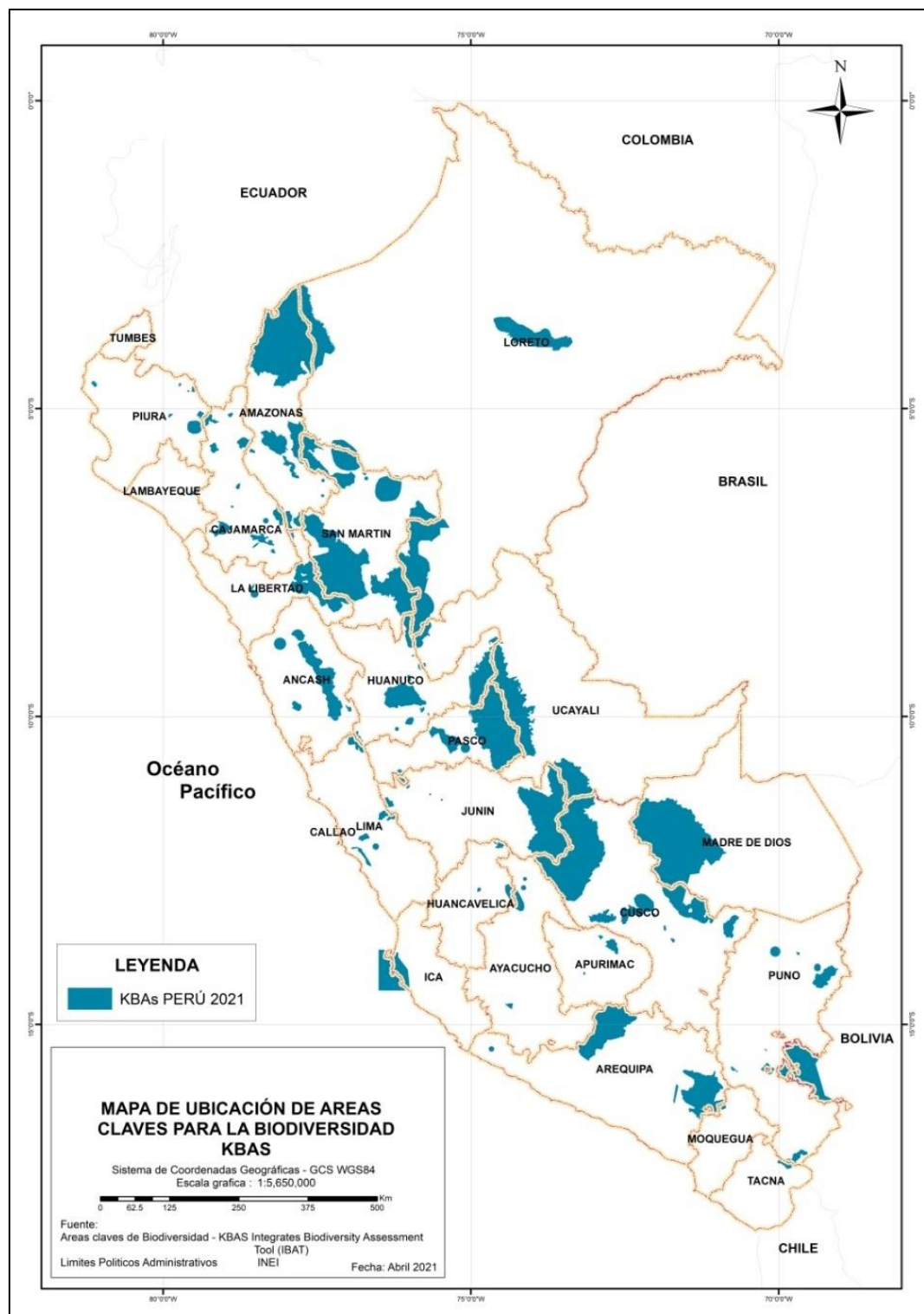
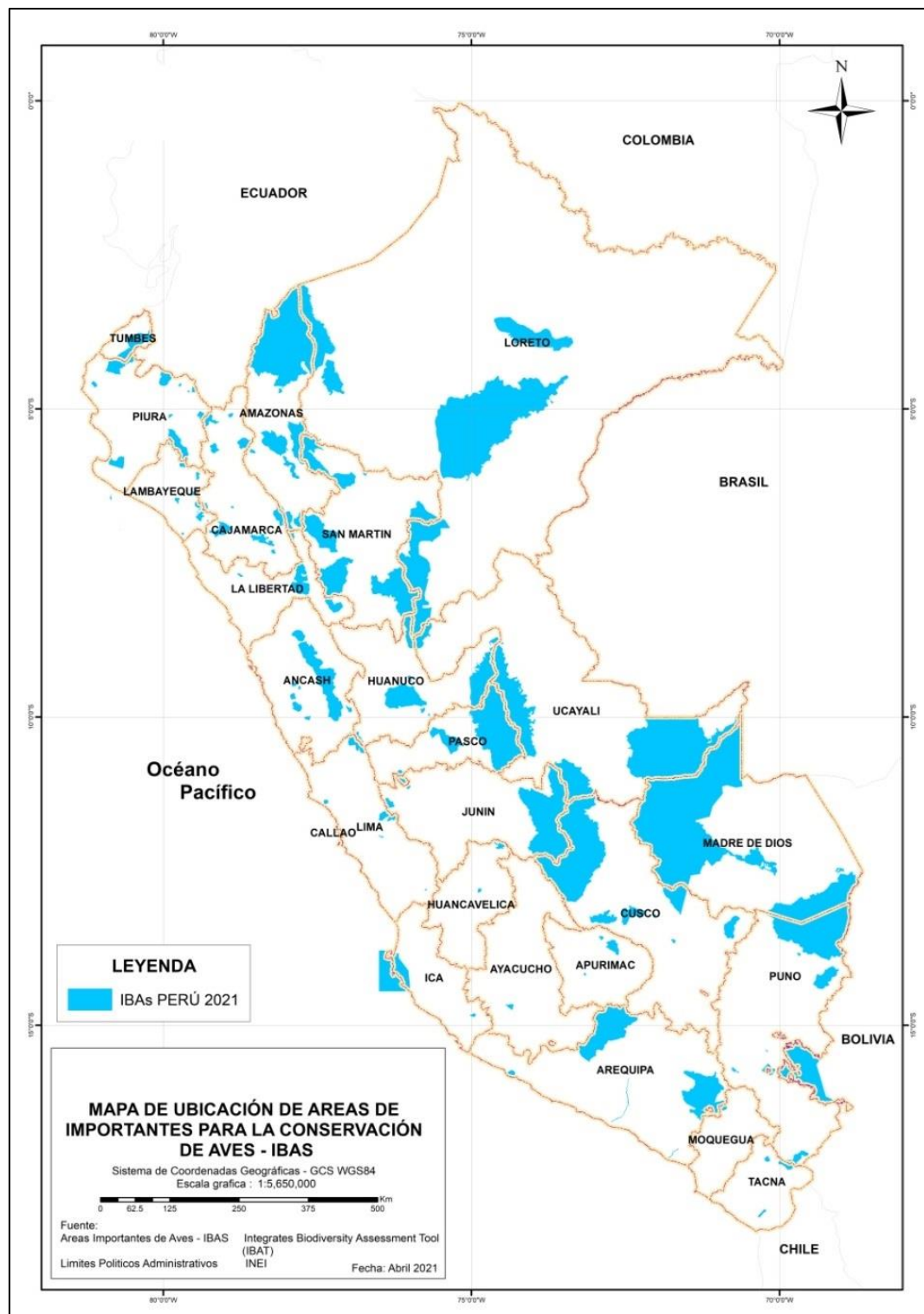
Áreas de sitios KBAs Superpuestas con áreas naturales protegidas*Nota: Fuente, Integrated Biodiversity Assessment Tool.*

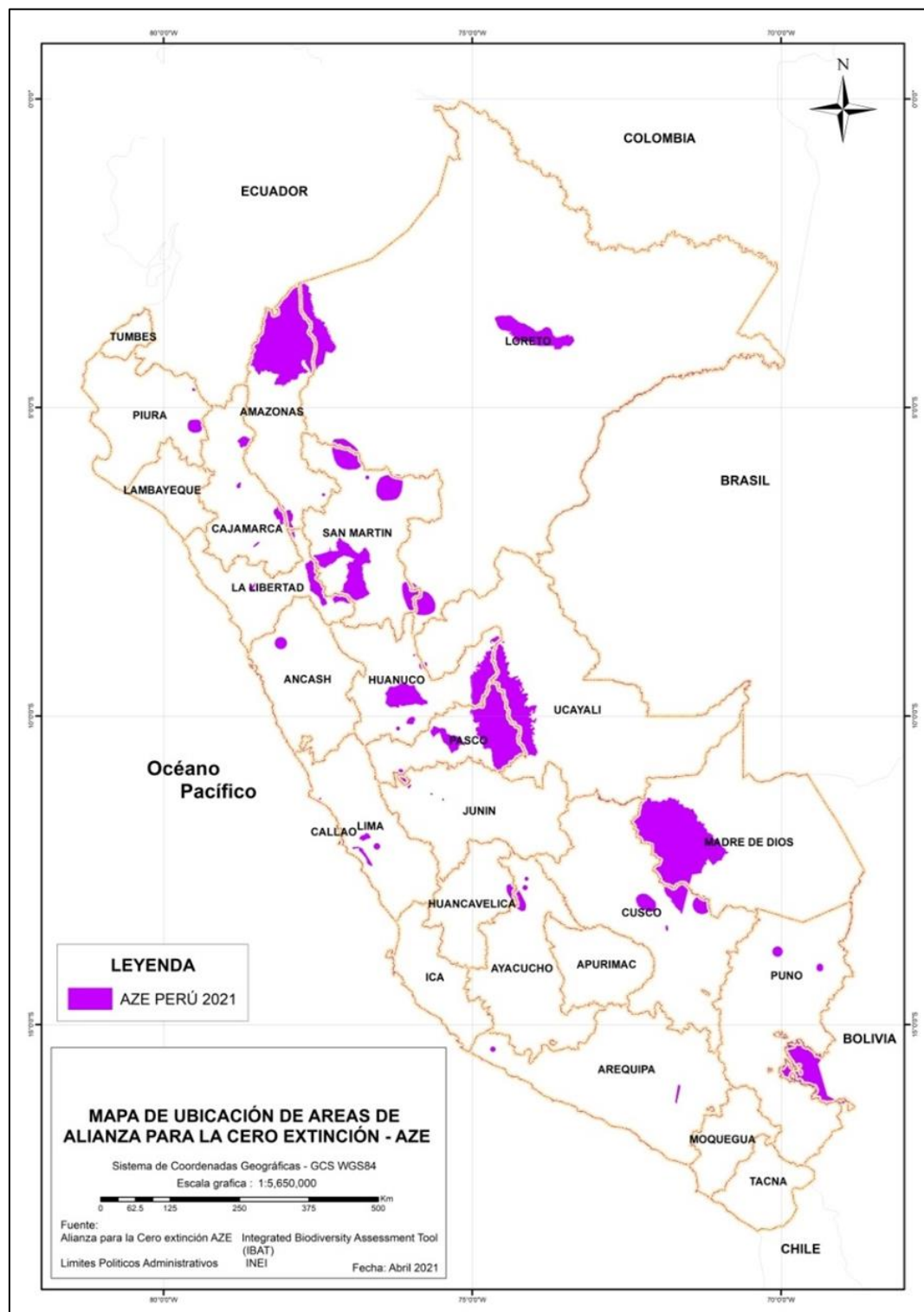
Figura 3

Áreas de sitios Important Bird and Biodiversity Areas – IBAs

Nota: Fuente, Integrated Biodiversity Assessment Tool.

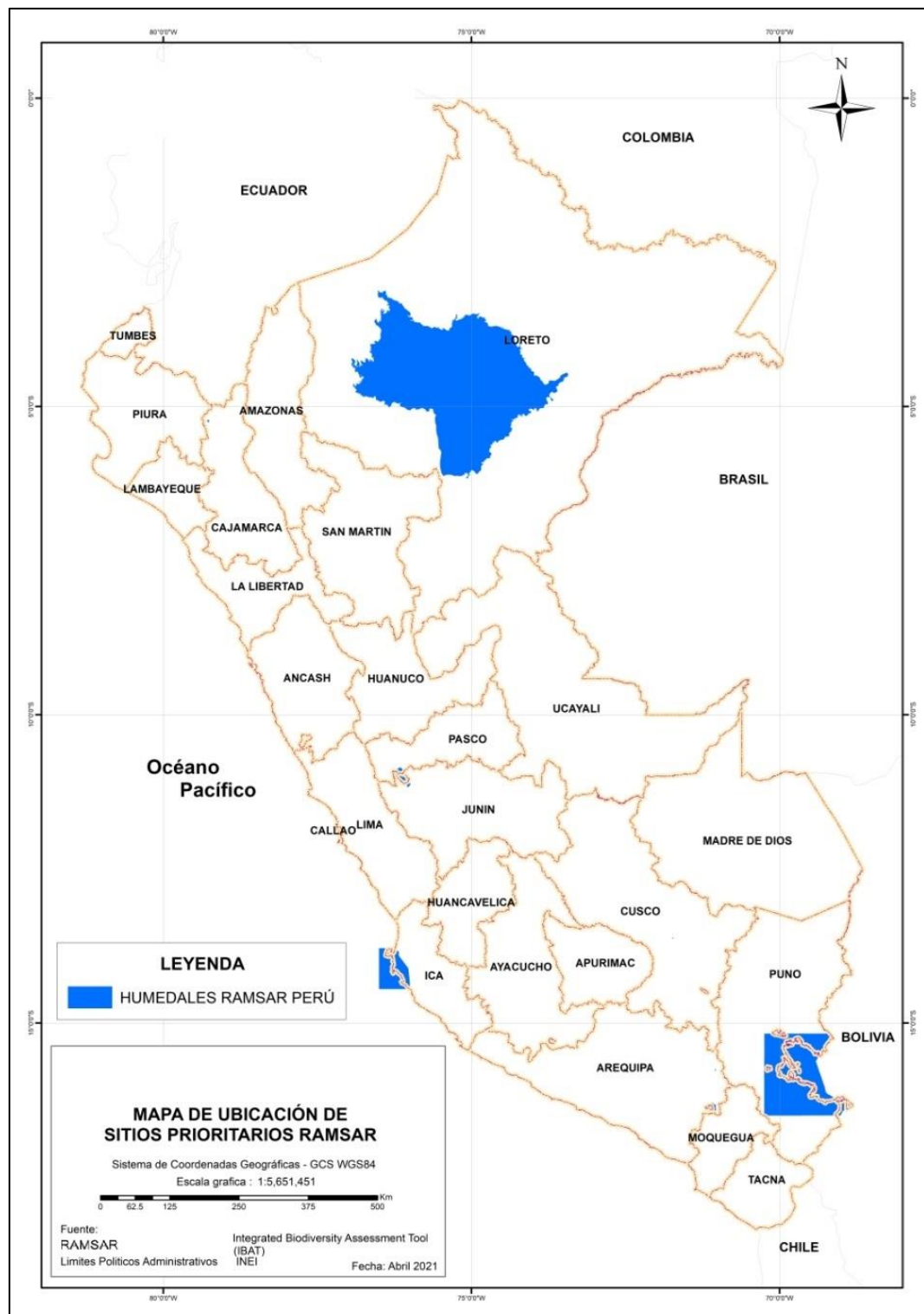
Figura 4

Áreas de sitios Alliance for Zero Extinction – AZE



Nota: Fuente, Integrated Biodiversity Assessment Tool.

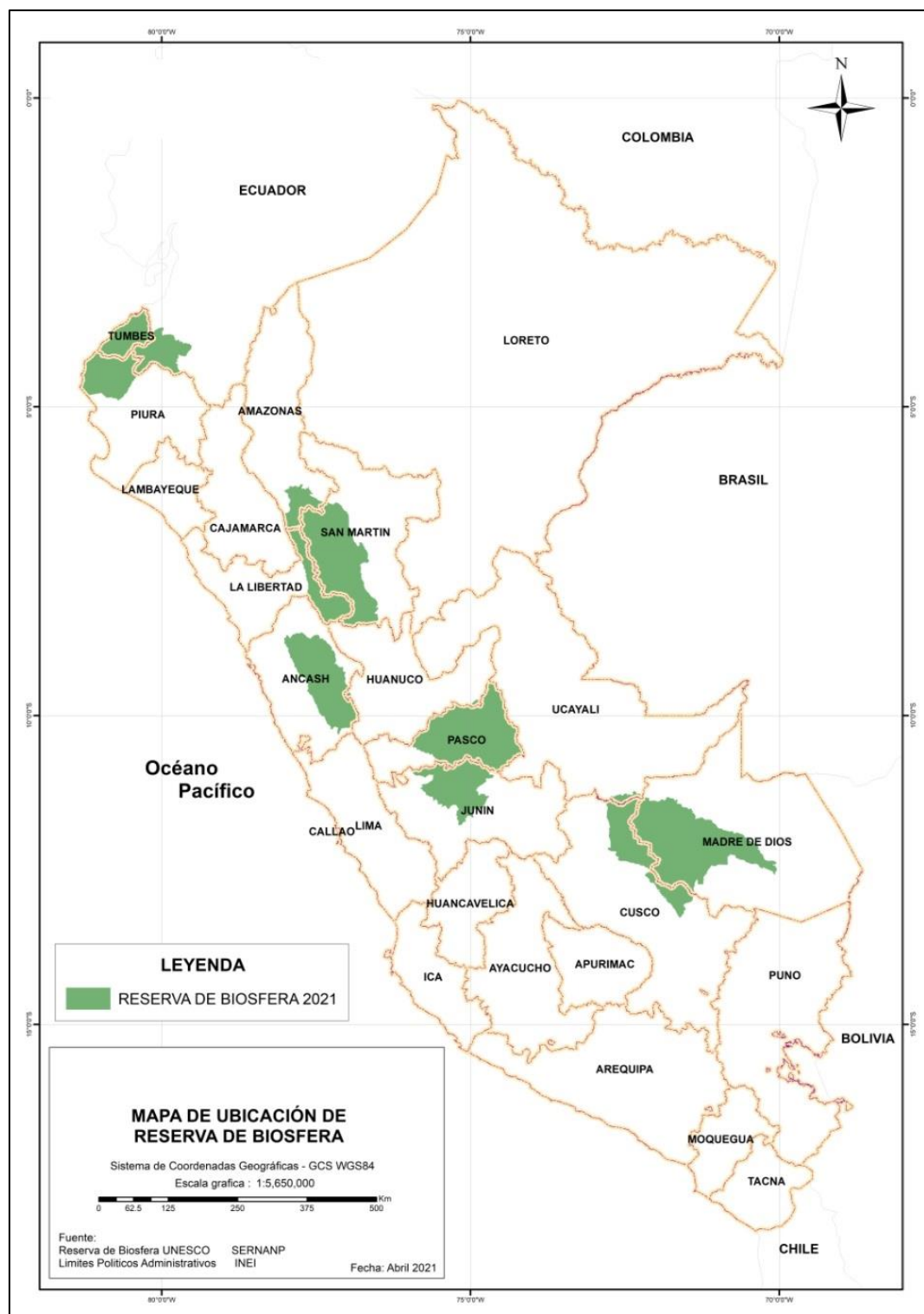
Figura 5

Áreas de sitios RAMSAR en el Perú

Nota: Fuente, Integrated Biodiversity Assessment Tool.

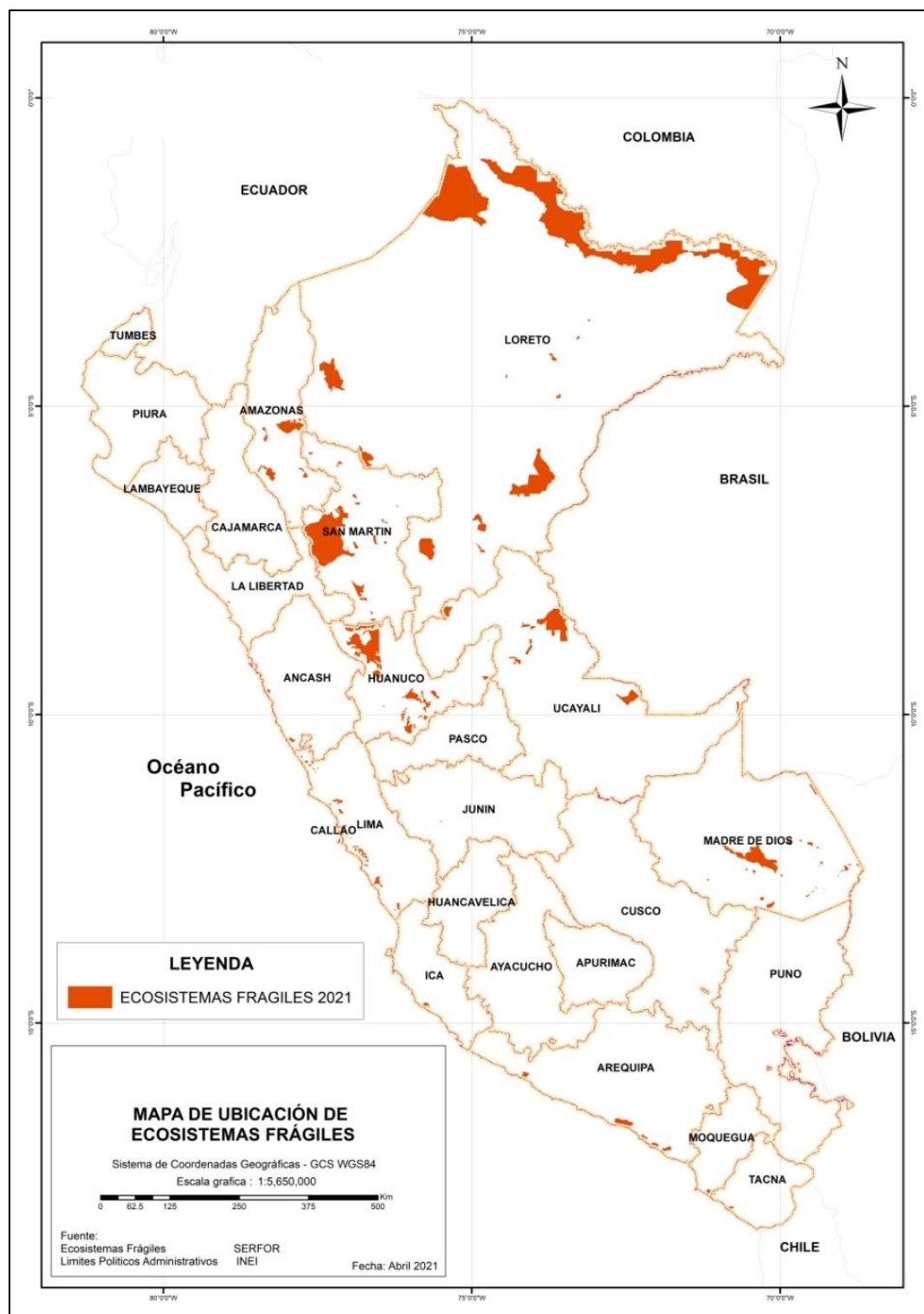
Figura 6

Áreas de Reserva de Biosfera en el Perú



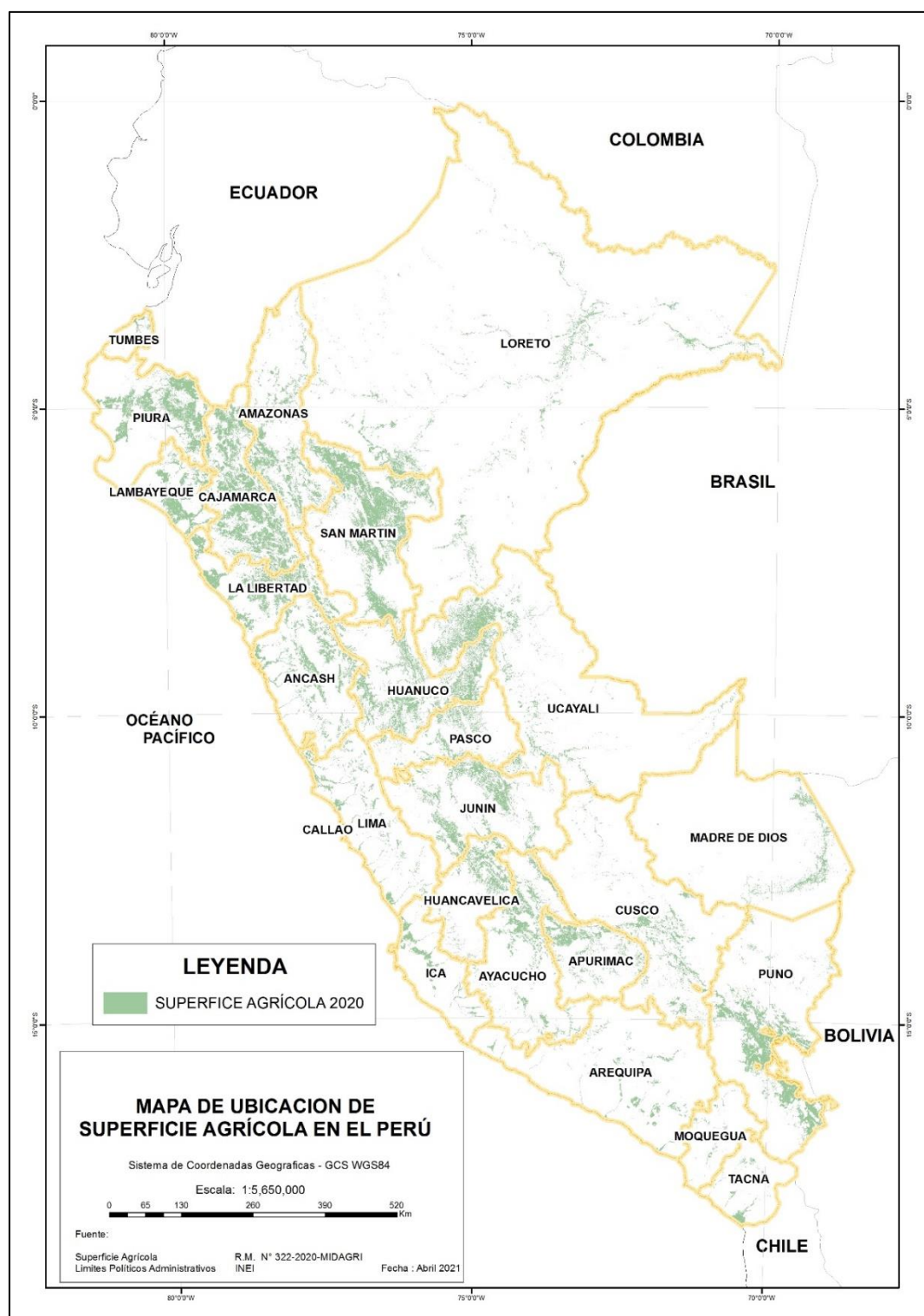
Nota: Fuente, SERNANP.

Figura 7

Áreas de Ecosistemas Frágiles del Perú

Nota: Fuente, SERFOR.

Figura 8

Superficie Agrícola del Perú

Nota: Fuente, Resolución Ministerial N.º 322-2020-MIDAGRI del 21 de diciembre de 2020. MIDAGRI

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describe los mapas temáticos utilizados como insumos para la elaboración del análisis, así como el procedimiento seguido.

Mapas temáticos

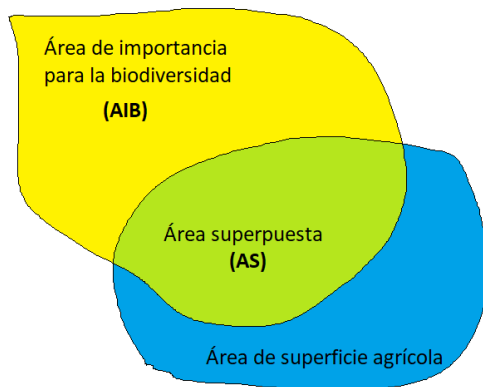
1. Mapa Nacional de superficie agrícola del Perú oficializado mediante la Resolución Ministerial n.º 322-2020-MIDAGRI del 21 de diciembre de 2020.
2. Mapa Temático de áreas clave para la Biodiversidad – KBAS, obtenido de Integrates Biodiversity Assessment Tool – IBAT en abril de 2021.
3. Mapa Temático áreas importantes para la conservación de aves – IBAS, obtenido de Integrates Biodiversity Assessment Tool – IBAT en abril de 2021.
4. Mapa Temático de áreas de alianza cero extinciones – AZE, obtenido de Integrates Biodiversity Assessment Tool – IBAT en abril de 2021.
5. Mapa Temático de áreas priorizadas para conservación de Humedales, obtenido de RAMSAR el 15 de abril de 2021.
6. Mapa Temático de ecosistemas frágiles, obtenido del SERFOR el 15 de abril de 2021.
7. Mapa Temático Reservas de Biosfera, en este caso se digitalizó la información de 6 Reservas de biosfera mediante la captura de imagen de planos ya establecidos y en relación a las colindancias políticas administrativas y cuerpos de agua.

Método utilizado

Las capas temáticas obtenidas del IBAT, las cuales están en coordenadas geográficas, fueron transformadas a UTM WGS84 usando el software ArcGis 10.6. Con las herramientas de geoprocésamiento del mencionado software, se hicieron las operaciones de unión, intersección y disolución de capas, también se realizó el cálculo de geometría, cuyos resultados se presentan en tablas.

Para calcular la superposición de la superficie agrícola sobre un área AIB, se superpone la capa de la superficie agrícola con la capa temática correspondiente al AIB y se calcula el área de la intersección entre ambas, la cual representa el área superpuesta – AS. La figura 9 muestra gráficamente lo explicado.

Figura 9

Determinación del área de superpuesta

Nota: Elaboración propia

Las áreas de importancia para la biodiversidad o AIB se categorizaron de la siguiente manera:

Tabla 1

Categorización de las áreas de importancia para la biodiversidad o AIB

Categoría AIB	Código
KBAs	AIB ₁
IBAs	AIB ₂
AZE	AIB ₃
Reserva de Biósfera	AIB ₄
RAMSAR	AIB ₅
Ecosistemas Frágiles	AIB ₆

Nota: fuente, elaboración propia

Para calcular el porcentaje de superposición de la superficie agrícola sobre AIB, se divide el área superpuesta o AS entre el área de la categoría correspondiente al AIB_n, en resumen, se estima dividiendo AS / AIB. En la Figura 10, se muestra la operación descrita.

Figura 10

Cálculo del área de superposición de la superficie agrícola sobre un área AIB.

$$\frac{AS}{AIB_n} = \% \text{ de superposición}$$

AS = área superpuesta

AIB = área de importancia para la biodiversidad

n = número de la categoría correspondiente

Nota: Elaboración propia

Finalmente se elaboraron 6 tablas, una por cada categoría de área de importancia para la biodiversidad (KBA, IBA, AZE, Reserva de Biósfera, RAMSAR y Ecosistema Frágil), a nivel departamental y nacional, en este último caso, se dividió AS entre el AIBn nacional que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2

Áreas AIB a nivel nacional por ha

Categoría AIB	AIB a nivel nacional (ha)
KBAs	15,881,801.40
IBAs	21,057,490.51
AZE	8,268,144.45
Reserva de Biósfera	11,368,198.06
RAMSAR	8,066,636.00
Ecosistemas Frágiles	5,009,162.09

Nota: Elaboración propia

RESULTADOS

Identificación de las especies por nombre y familia

Tabla 3

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas KBA (ha)

Departamento	Áreas KBA (ha)	Superficie agrícola sobre áreas KBA (ha)	% de superposición departamental	% de superposición nacional
Amazonas	1,695,928.05	57,757.08	3.4%	0.36%
Apurímac	41,905.27	1,343.84	3.2%	0.01%
Cajamarca	248,471.83	71,449.69	28.8%	0.45%
Cusco	1,788,986.78	30,770.93	1.7%	0.19%
Huánuco	655,790.73	150,787.08	23.0%	0.95%
Junín	879,155.77	23,868.31	2.7%	0.15%
Loreto	1,566,843.34	16,697.22	1.1%	0.11%
Puno	210,754.53	21,395.89	10.2%	0.13%
San Martín	2,087,588.75	252,854.01	12.1%	1.59%
Ucayali	983,938.28	59,163.54	6.0%	0.37%

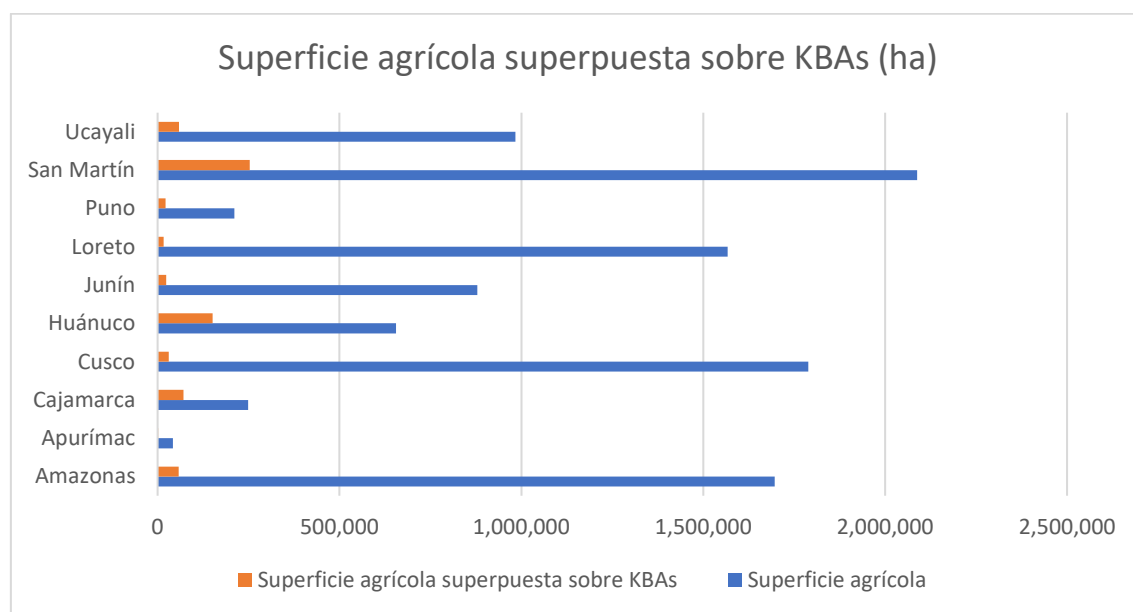
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla, el área de superficie agrícola de los 10 departamentos, objeto del presente trabajo, la superficie agrícola se superpone 4.31% con las áreas clave para la biodiversidad (KBA). A nivel departamental, destaca el departamento de Cajamarca en donde la superficie agrícola se superpone en 28.8% sobre el área KBA. Sin embargo, como se precia en la Figura 1, el

departamento de San Martín tiene la mayor cantidad superficie agrícola superpuesta llegando a alcanzar las 252,854 ha.

Figura 8

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas KBA (ha)



Nota: Elaboración propia

Tabla 4

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas IBA (ha)

Departamento	Áreas IBA (ha)	Superficie agrícola sobre áreas IBA (ha)	% de superposición departamental	% de superposición nacional
Amazonas	1,692,026.11	58,838.07	3.5%	0.28%
Apurímac	41,905.27	1,343.84	3.2%	0.01%
Cajamarca	239,864.85	62,347.55	26.0%	0.30%
Cusco	1,540,028.03	24,907.81	1.6%	0.12%
Huánuco	628,584.12	144,841.45	23.0%	0.69%
Junín	877,209.06	23,868.31	2.7%	0.11%
Loreto	3,771,462.38	24,907.98	0.7%	0.12%
Puno	975,218.21	21,731.85	2.2%	0.10%
San Martín	1,285,612.13	84,368.57	6.6%	0.40%
Ucayali	2,432,543.55	60,279.20	2.5%	0.29%

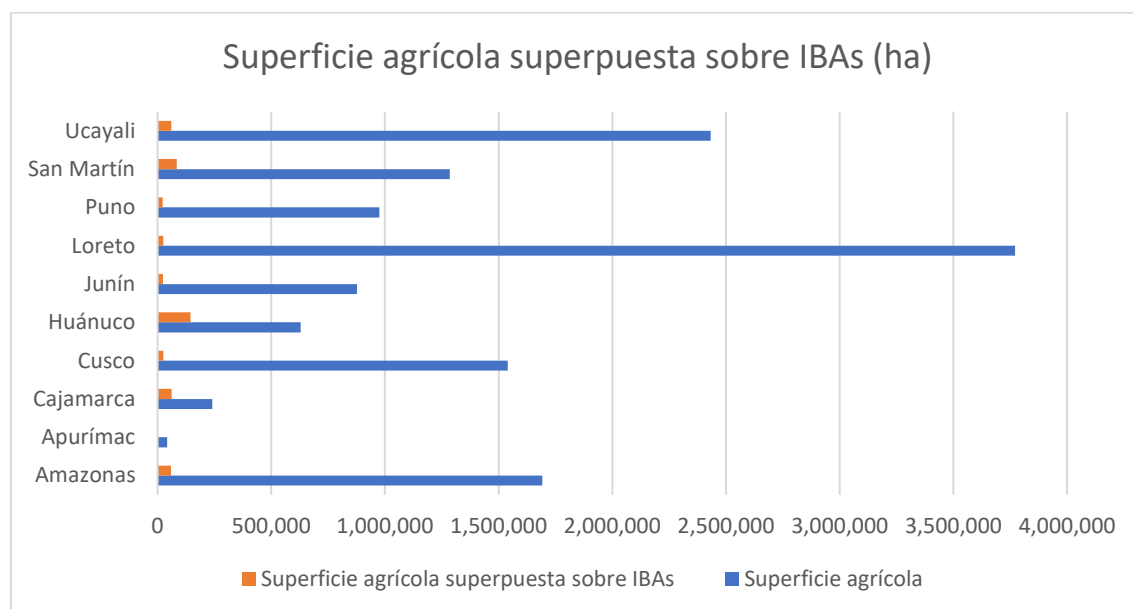
Nota: Elaboración propia

En esta tabla se observa que la superficie agrícola de los 10 departamentos se superpone 2.42% con las áreas de importancia para las aves y la biodiversidad (IBA). A nivel departamental, el departamento con mayor porcentaje de superficie agrícola

que se superpone con áreas IBA es el departamento de Cajamarca con 26%, en cambio, como se observa en la figura 2, el departamento de Huánuco es el que tiene mayor superficie agrícola superpuesta con 144,841 ha.

Figura 9

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas IBA (ha)



Nota: Elaboración propia

Tabla 5

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas AZE (ha)

Departamento	Áreas AZE (ha)	Superficie agrícola sobre áreas AZE (ha)	% de superposición departamental	% de superposición nacional
Amazonas	1,331,859.73	33,169.25	2.5%	0.40%
Apurímac	-	-	0.0%	0.00%
Cajamarca	89,557.40	11,043.93	12.3%	0.13%
Cusco	292,896.20	5,994.89	2.0%	0.07%
Huánuco	544,220.81	149,963.10	27.6%	1.81%
Junín	16,147.22	1,688.20	10.5%	0.02%
Loreto	941,859.80	16,696.66	1.8%	0.20%
Puno	43,298.94	1,855.80	4.3%	0.02%
San Martín	904,369.69	168,485.45	18.6%	2.04%
Ucayali	618,244.14	44,771.10	7.2%	0.54%

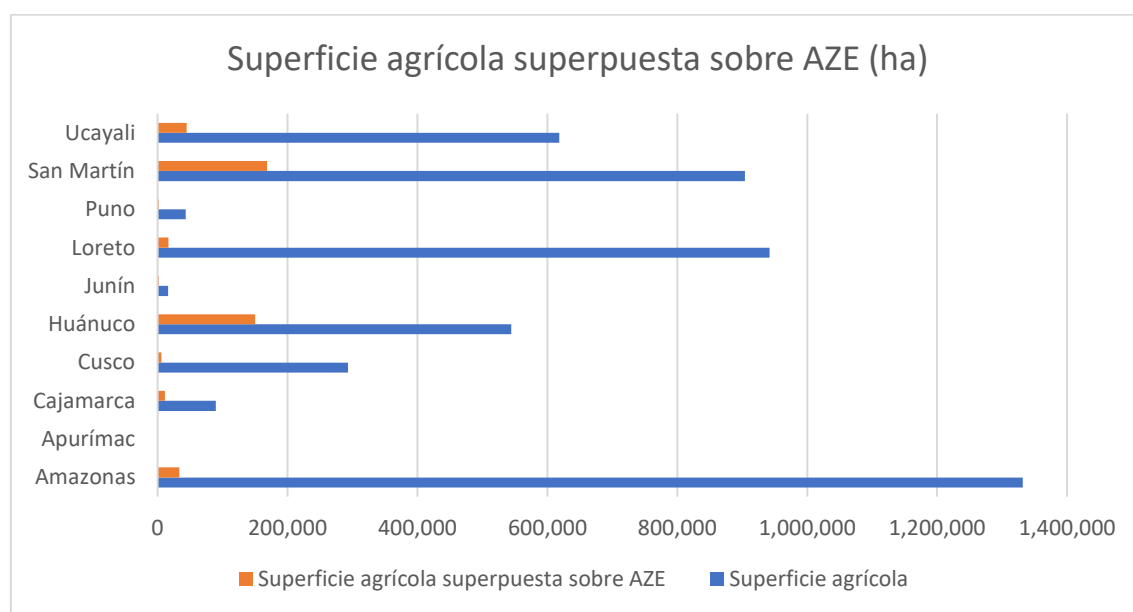
Nota: Elaboración propia

Como se deduce en la tabla, la superficie agrícola de los 10 departamentos que se superpone con áreas de extinción cero (AZE) alcanza el 5.25%. A nivel

departamental, se observa que departamento de Huánuco ostenta el mayor porcentaje de superficie agrícola que se superpone con áreas AZE con 27.6%, no obstante, el departamento con mayor superficie agrícola superpuesta es el departamento de San Martín con 168,485 ha.

Figura 10

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas AZE (ha)



Nota: Elaboración propia

Tabla 6

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas de reserva de biósfera (ha)

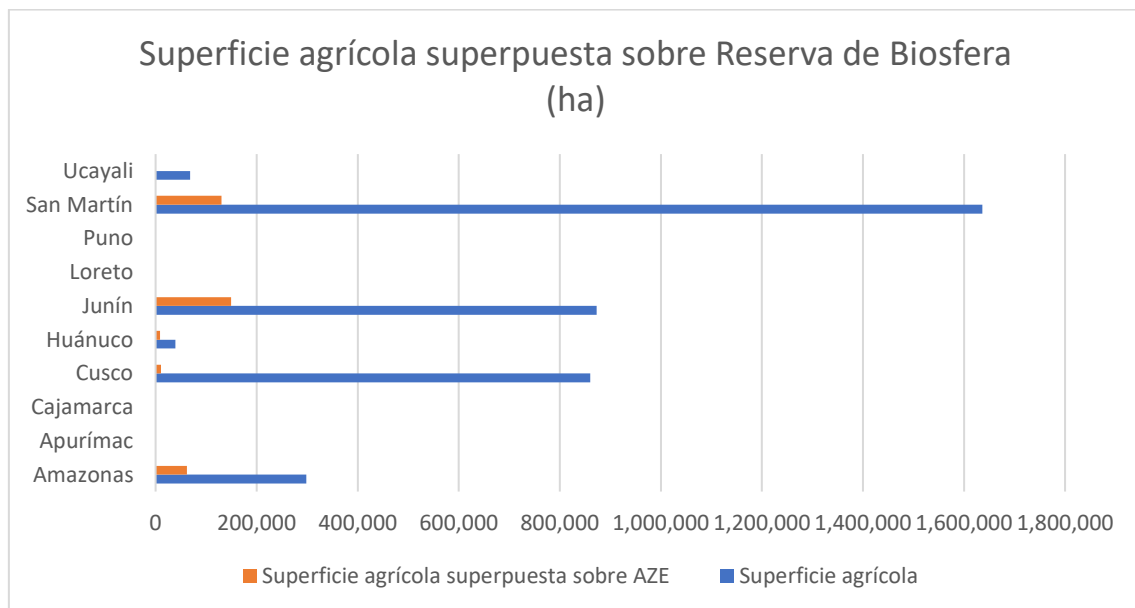
Departamento	Áreas de Reserva de Biosfera (ha)	Superficie agrícola sobre reserva de biósfera (ha)	% de superposición departamental	% de superposición nacional
Amazonas	297,976.87	61,678.48	20.7%	0.54%
Apurímac	-	-	0.0%	0.00%
Cajamarca	66.55	0.07	0.1%	0.00%
Cusco	860,347.64	10,671.03	1.2%	0.09%
Huánuco	39,231.19	8,798.22	22.4%	0.08%
Junín	873,226.40	149,325.72	17.1%	1.31%
Loreto	-	-	0.0%	0.00%
Puno	-	-	0.0%	0.00%
San Martín	1,636,272.55	130,071.40	7.9%	1.14%
Ucayali	68,141.59	61.40	0.1%	0.00%

Nota: Elaboración propia

En la tabla se colige que la superficie agrícola de los 10 departamentos que se superpone con áreas de reserva de biósfera llega a 3.17%. A nivel departamental, El departamento que tiene mayor porcentaje de superposición de superficie agrícola con áreas de reserva de biosfera es el departamento de Huánuco con 22.4%, empero, el departamento con mayor superficie agrícola superpuesta con reserva de biósfera es Junín con 149,325 ha.

Figura 11

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas de reserva de biósfera (ha)



Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas RAMSAR (ha)

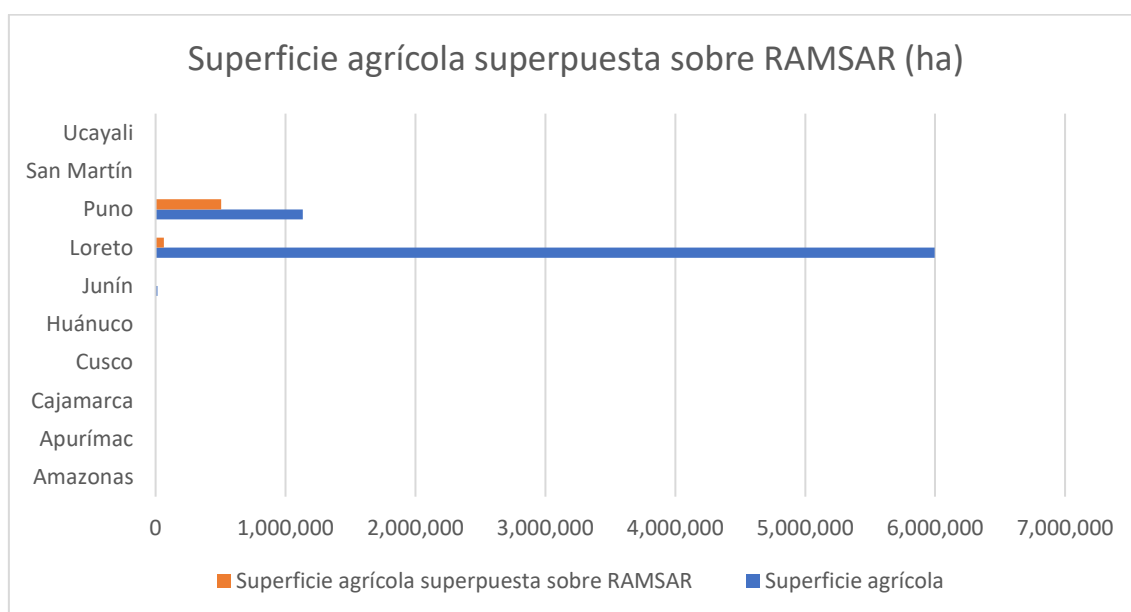
Departamento	Áreas RAMSAR (ha)	Superficie agrícola sobre áreas RAMSAR (ha)	% de superposición departamental	% de superposición nacional
Amazonas	-	-	0.0%	0.00%
Apurímac	-	-	0.0%	0.00%
Cajamarca	1,256.44	-	0.0%	0.00%
Cusco	309.19	60.17	19.5%	0.00%
Huánuco	-	-	0.0%	0.00%
Junín	13,830.42	1,649.99	11.9%	0.02%
Loreto	5,997,462.33	63,576.92	1.1%	0.79%
Puno	1,132,758.81	503,934.25	44.5%	6.25%
San Martín	-	-	0.0%	0.00%
Ucayali	-	-	0.0%	0.00%

Nota: Elaboración propia

En la tabla se observa que superficie agrícola de los 10 departamentos que se superpone con áreas RAMSAR es de 7.06%. A nivel departamental, el departamento de Puno tiene una superficie agrícola que se superpone en 44.5% sobre áreas RAMSAR, y este mismo departamento tiene la mayor superficie superpuesta con 503,934 ha.

Figura 12

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre área RAMSAR (ha)



Nota: Elaboración propia

Tabla 8

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas de ecosistemas frágiles

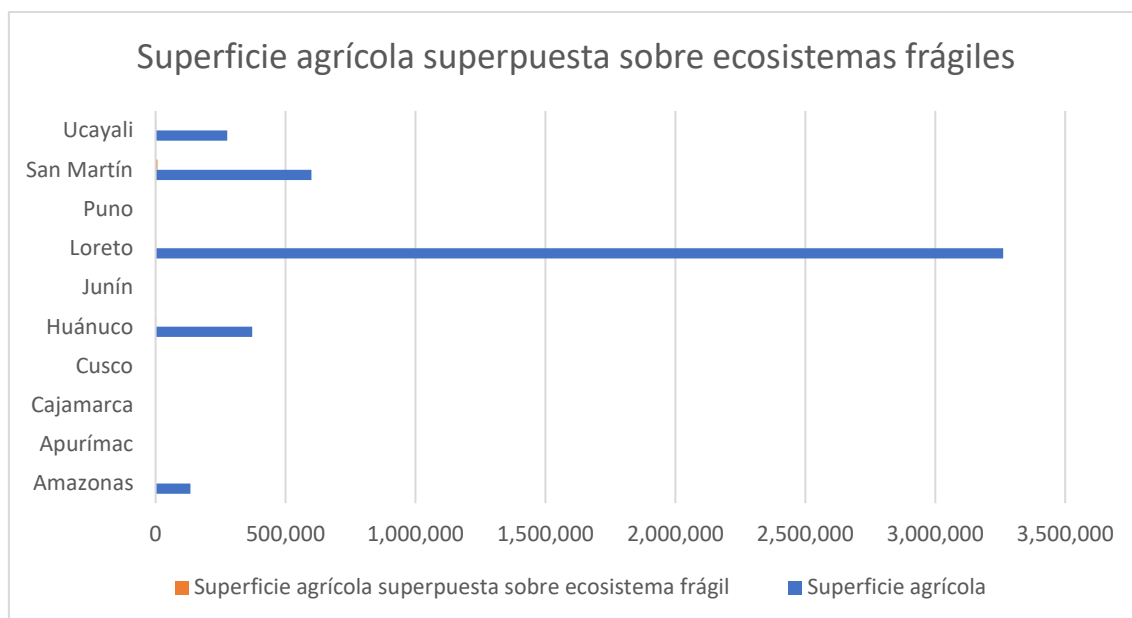
Departamento	Áreas de ecosistemas frágiles (ha)	Superficie agrícola sobre ecosistemas frágiles (ha)	% de superposición departamental	% de superposición nacional
Amazonas	134,514.10	1,472.52	1.1%	0.03%
Apurímac	-	-	0.0%	0.00%
Cajamarca	13.20	-	0.0%	0.00%
Cusco	-	-	0.0%	0.00%
Huánuco	371,994.76	1,887.93	0.5%	0.04%
Junín	470.39	19.32	4.1%	0.00%
Loreto	3,260,855.70	2,406.33	0.1%	0.05%
Puno	355.41	-	0.0%	0.00%
San Martín	599,482.34	7,415.45	1.2%	0.15%
Ucayali	275,247.72	1,897.24	0.7%	0.04%

Nota: Elaboración propia

En la tabla se observa que la superficie agrícola de los 10 departamentos se superpone con 0.30% de los ecosistemas frágiles. A nivel departamental, el departamento de Junín tiene el mayor porcentaje de superficie agrícola superpuesta con ecosistemas frágiles, y el departamento de San Martín tiene la mayor superficie agrícola superpuesta con 7,415 ha.

Figura 13

Superposición del mapa de superficie agrícola sobre áreas de ecosistemas frágiles



Nota: Elaboración propia

Tabla 9

Porcentaje de superposición del mapa de superficie agrícola en 10 departamentos del Perú sobre áreas de importancia para la biodiversidad a nivel nacional (ha).

Áreas de importancia para la Biodiversidad (AIB)	Superficie agrícola superpuesta con áreas AIB en los 10 departamentos (ha)	Superficie de las áreas AIB a nivel nacional (ha)	Porcentaje de superposición a nivel nacional (ha)
KBAs	686,087.59	15,881,801.40	4.32%
IBAs	507,434.62	21,057,490.51	2.41%
AZE	433,668.38	8,268,144.45	5.25%
Reserva de Biósfera	360,606.31	11,368,198.06	3.17%
RAMSAR	569,221.34	8,066,636.00	7.06%
Ecosistemas Frágiles	15,098.78	5,009,162.09	0.30%

Nota: Elaboración propia

En la tabla mostrada se compara la sumatoria de las áreas de los 10 departamentos estudiados con el total de su respectiva área a nivel nacional, como se puede apreciar en la tabla, la sumatoria de dichas áreas sobre las áreas clave para la biodiversidad a nivel nacional es de 4.32%, sobre áreas de importancia para las aves y la biodiversidad es 2.41%, sobre áreas de la alianza de extinción cero es 5.25%,

sobre áreas de reserva de biósfera es 3.17%, sobre áreas RAMSAR es 7.06% y sobre Ecosistemas Frágiles es de 0.30%.

Sin embargo, a nivel regional los porcentajes de superposición superan a los porcentajes nacionales, en la siguiente tabla se muestran el porcentaje de superposiciones más resaltantes, que ocurren en los departamentos de Cajamarca, los que se dan en cómo puede apreciarse en la siguiente tabla.

Tabla 10

Departamentos con los mayores porcentajes de superposición de la superficie agrícola sobre áreas de importancia para la biodiversidad (ha).

Área de importancia para la Biodiversidad	Cajamarca	Huánuco	Puno	San Martín
KBA	28.8%			12.1%
IBA	26.0%	23.0%		
AZE		27.6%		18.6%
Reserva de Biosfera		22.4%		7.9%
RAMSAR			44.5%	

En la tabla se muestra el porcentaje de superposición de las áreas de importancia para la biodiversidad respecto al total de dichas áreas a nivel departamental, por lo que se puede observar que en el caso del departamento de Cajamarca, la superficie de agrícola se superpone en 28.8% con el área KBA de dicha región y el 26% del área IBA de la región. En el caso del departamento de Huánuco, la superficie agrícola se superpone en 23% con el área IBA de la región, 27.6% con el área AZE de la región y 22.4% con el área de la reserva de biósfera del departamento de Huánuco. En el caso de Puno, la superficie agrícola se superpone en 44.5% con el área RAMSAR de la región, finalmente, en el caso del departamento de San Martín el área agrícola se superpone en 12.1% con el área KBA del departamento, 18.6% con el área AZE y 7.9% con el área de Reserva de Biosfera del departamento de San Martín.

DISCUSIÓN

La Biodiversidad se convertido en una preocupación para innumerables países alrededor del mundo, la magnitud de su importancia a impulsado que más de setenta países propongan la restauración de los ecosistemas, lo que ha derivado en que la Asamblea General de la Naciones Unidas declare el decenio de las naciones unidas sobre la restauración de los ecosistemas, que inicia el presente año y culmina el año 2030, con el fin de promover un movimiento de alcance global que permita un futuro sostenible, ya que la humanidad está consumiendo 1.6 veces más de lo que la madre naturaleza puede darnos (ONU, 2019).

Un reciente estudio, sostiene que la agricultura comercial es la responsable de la pérdida mundial de 46.1 millones de hectáreas de bosques tropicales entre los años

2013 y 2019, agrega que, en la región sudamericana y el caribe, la agricultura comercial es responsable de la disminución de 26.1 millones de hectáreas de bosques, y que primordialmente, los productos provenientes de la crianza de ganado, de cultivos como el cacao, café y maíz, ocasionan deforestación en la región (Dummett et al., 2021).

La agricultura, así como otras actividades humanas están disminuyendo la biodiversidad de la Amazonía, lo que se ha demostrado en una reciente investigación que se llevó a cabo en el departamento de Loreto, en el que se sus habitantes consumen aproximadamente 52 kilos de pescado al año como fuente principal de proteínas, ácidos grasos y minerales esenciales como el calcio, hierro y zinc. El estudio determinó que las especies migratorias son cada vez menos abundantes y son reemplazadas por otras especies más pequeñas, que poseen menor cantidad de proteínas, niveles altos de omega 3 e insuficientes cantidades de zinc y hierro (Heilpern et al., 2021).

Es frecuente encontrar diversas publicaciones en la que se expresa que los pequeños productores degradan los recursos naturales, pero también existen publicaciones que contradicen este argumento, en las que se manifiesta que los pequeños productores manejan mejor los recursos naturales, en ambas narrativas se reconoce que los pequeños productores utilizan menos agroquímicos y combustibles fósiles que la mediana y gran industria agrícola, también coinciden en que el libre acceso a los recursos promueven su sobreexplotación. Además, destacan la importancia de la información y el conocimiento que deben tener los pequeños agricultores (Kaimowitz, 2020).

El incremento de la población mundial hace necesario incrementar el abastecimiento de alimentos para mantenerla, por lo que es necesario saber si es factible hacerlo sin destruir los bosques. Garibaldi manifiesta que existen estudios que indican que se puede producir alimento sin incrementar la frontera agrícola que trae como consecuencia mayor deforestación, es necesario modificar la forma en que se produce, distribuye y se usan los alimentos (Garibaldi et al., 2018).

Al respecto, existen políticas basadas en el concepto de desarrollo sostenible que se vienen aplicando para disminuir la pobreza rural y la pérdida ambiental, hay políticas de diversos tipos, encontramos las relacionadas con la tenencia de la tierra, con aspectos regulatorios, con incentivos para la producción sostenible, con la información y educación, con la recopilación de información y análisis de indicadores, con la participación en la toma de decisiones de diseño de políticas y de programas. Finalmente, existen políticas relacionadas con la adecuación de todas las políticas anteriormente mencionadas, a las particularidades y necesidades de grupos desfavorecidos (Kaimowitz, 2020).

Por ejemplo, Ecuador ha mantenido el tipo de política relacionada con la recopilación y análisis de indicadores con el fin de aplicar la agricultura de conservación, que pretende ser sostenible, rentable y mejorar el sustento de los pequeños agricultores, protegiendo el ambiente. Esta política ha permitido probar la aplicación y rentabilidad de la agricultura de conservación a través de la producción de frejol arbustivo a lo largo de 20 años en el río Alumbre, el cual ha reportado resultados positivos (Yanes et al., 2018).

El Perú también viene implementando este tipo de políticas, una evidencia de ello es la Resolución Ministerial 0322-2020-MIDAGRI del 21 de diciembre de 2020, mediante la cual se oficializa el Mapa Nacional de Superficie Agrícola del Perú, que servirá como marco para los cálculos y procedimientos relacionados con la estadística agraria a nivel nacional.

La referida Resolución del Ministerio de Agricultura ha permitido que se pueda superponer el Mapa Nacional de Superficie Agrícola del Perú, con la información de las áreas de importancia para la biodiversidad con el fin de conocer el grado de superposición de dicho mapa con las áreas mencionadas, la información que se logre permitirá que puedan diseñarse planes, programas y proyectos orientados a la conservación y el desarrollo sostenible de la biodiversidad en el Perú.

El mapa publicado por el MIDAGRI ha permitido analizar la magnitud de la superposición de la superficie agrícola con las áreas de importancia para la biodiversidad en 10 departamentos del Perú.

Es importante mencionar el mapa de áreas degradadas y la brecha nacional de áreas degradadas, el mapa de SERFOR de áreas degradadas prioritarias por restaurar se superpone casi en su totalidad con el área agrícola del MIDAGRI lo que nos indica la gran importancia y participación del sector productivo agrícola en la restauración de áreas degradadas y el uso sostenible mediante prácticas de manejo de suelos, control de erosión, planes de negocio de agroforestería con productos con mercado que permitan la recuperación de áreas degradadas de forma sostenible conservando la biodiversidad.

CONCLUSIONES

Las áreas RAMSAR y las áreas AZE son las que presentan mayor porcentaje de superposición con la superficie agrícola con 7% y 5% respectivamente, las áreas KBA, IBA, Reservas de Biósfera y ecosistemas frágiles tiene valores menores al 5%. Se considera realizar este mismo ejercicio con el resto de los departamentos del Perú para estimar su superposición respecto a la totalidad del territorio nacional.

Dentro de los 10 departamentos evaluados, destacan los departamentos de Cajamarca, Huánuco, Puno y San Martín en donde la superposición del área agrícola afecta un considerable porcentaje de sus respectivas áreas de importancia para la biodiversidad departamental. En esos casos, deben hacerse estudios más detallados para determinar planes, programas o proyectos que incluyan a las áreas de importancia para la biodiversidad en el desarrollo de las regiones correspondientes.

Corresponde a las autoridades nacionales y regionales usar la información vertida en este artículo para promover estudios complementarios que enriquezcan la información y posibiliten la toma de decisiones informada.

En este trabajo no se ha considerado información correspondiente a especies CITES, áreas naturales protegidas, comunidades nativas, bosques de producción permanente, concesiones forestales, a sitios prioritarios para la conservación, áreas degradadas y otra información correspondiente a la temática de la biodiversidad.

RECOMENDACIONES

Se debe continuar realizando estudios hasta completar todos los departamentos del Perú para llegar a estimar la superposición de la superficie agrícola sobre las áreas de importancia para biodiversidad a nivel nacional.

Deben hacerse estudios para determinar los planes programas y proyectos que incluyan a las áreas de importancia para la biodiversidad en el desarrollo, principalmente en los departamentos Cajamarca, Huánuco, Puno y San Martín.

La autoridades nacionales y regionales deben considerar la información relativa a la biodiversidad y promover estudios que enriquezcan la información contenida en esta publicación.

El análisis preliminar realizado en esta publicación representa el primer paso de una serie de análisis más profundos, entre los cuales se puede considerar un análisis respecto a la participación de cada categoría territorial, la situación de especies CITES, áreas naturales protegidas, comunidades nativas, bosques de producción permanente, concesiones forestales, a sitios prioritarios para la conservación, áreas degradadas, reservas de carbono entre otros importantes temas relacionados a la temática de la biodiversidad y al cambio climático..

REFERENCIAS

- AZE. (2021). *AZE sites as Key Biodiversity Areas*. Alliance for Zero Extinction. <https://zeroextinction.org/conservation/links-with-key-biodiversity-areas/>
- Bedolla, E., Aramburú, C. E., & Burneo, Z. (2017). Una agricultura insostenible y la crisis del barbecho: El caso de los agricultores del VRAE. *Anthropologica*, 35(38), 211-240. <https://doi.org/10.18800/anthropologica.201701.008>
- BIRDLIFE. (2021). *Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs)*. BirdLife International. <https://www.birdlife.org/worldwide/programme-additional-info/important-bird-and-biodiversity-areas-ibas>
- Castro-Garzón, H., Contreras, E. J., & Rodríguez, J. P. (2020). Análisis ambiental: Impactos generados por los residuos agrícolas en el municipio de El Dorado (Meta, Colombia). *Revista Espacios*, 41(38), 42-50.
- Dummet, C., Blundell, A., Canby, K., Wolosin, M., & Bodnar, E. (2021). *Illicit Harvest, complicit goods: The state of illegal deforestation for agriculture*. (p. 81). Forest Trends.
- FAO. (2019a). *El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo* (p. 16). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <http://www.fao.org/3/CA3229ES/CA3229ES.pdf>
- FAO. (2019b, febrero 21). *El trabajo de la FAO sobre la biodiversidad*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/publications/highlights-detail/es/c/1181484/>

- Garibaldi, L. A., Andersson, G. K., Ferrari, C. F., & Méndez, N. P. (2018). Seguridad alimentaria, medio ambiente y nuestros hábitos de consumo. *Ecología Austral*, 28(3), 573-580. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.3.0.768>
- Heilpern, S. A., DeFries, R., Fiorella, K., Flecker, A., Sethi, S. A., Uriarte, M., & Naeem, S. (2021). Declining diversity of wild-caught species puts dietary nutrient supplies at risk. *Science Advances*, 7(22), 1-8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf9967>
- Kaimowitz, D. (2020). *Pobreza rural y medio ambiente en América Latina y el Caribe*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8607es>
- KBA. (2021). *Número de KBAs en Perú*. KBA Data. <http://www.keybiodiversityareas.org/kba-data>
- MINAM. (2019). *Perú Megadiverso*. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/393440-cifras-de-la-diversidad-biologica>
- ONU. (2019a). *Población / Naciones Unidas*. United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- ONU. (2019). *Sobre el Decenio de las Naciones Unidas*. UN Decade on Restoration. <http://www.decadeonrestoration.org/es/sobre-el-decenio-de-las-naciones-unidas>
- ONU. (2021b). *World Population Prospects 2019*. Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics. <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/604>
- RAMSAR. (2021). *Designación de sitios Ramsar*. Convención sobre los humedales. <https://www.ramsar.org/es/sitios-paises/designacion-de-sitios-ramsar>
- SERFOR. (2021). Submódulo de Ecosistemas frágiles. *SERFOR*. <https://www.serfor.gob.pe/portal/modulos-sniffs/modulo-de-inventarios/submodulo-ecosistemas-fragiles>
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D. T. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1112. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
- UNESCO. (2021). *Reservas de Biosfera en Perú*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura. <https://es.unesco.org/news/reservas-biosfera-peru>
- Vollset, S. E., Goren, E., Yuan, C.-W., Cao, J., Smith, A. E., Hsiao, T., Bisignano, C., Azhar, G. S., Castro, E., Chalek, J., Dolgert, A. J., Frank, T., Fukutaki, K., Hay, S. I., Lozano, R., Mokdad, A. H., Nandakumar, V., Pierce, M., Pletcher, M., ... Murray, C. J. L. (2020). Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: A forecasting

analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet*, 396(10258), 1285-1306. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30677-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30677-2)

- Vos, V. A., Gallegos, S. C., Czaplicki-Cabezas, S., & Peralta-Rivero, C. (2020). Biodiversidad en Bolivia, impactos e implicaciones de la puesta por el agronegocio. *Mundos Rurales*, 15(1), 25-48.
- Yanes, C., Racines, M., Sangoquiza, C., & Cuesta, J. (2018). Impacto económico y ambiental de prácticas de agricultura de conservación en los sistemas de producción de la microcuenca del Río Alumbre, Ecuador. *Congreso Internacional Ciencia y tecnología Agropecuaria*, 159-161. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol1iss4.2016pp13-16>

COMPARACIÓN DE TÉCNICAS INSTRUMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DE VITAMINA C EN FRUTAS CÍTRICAS

COMPARISON OF INSTRUMENTAL TECHNIQUES FOR THE DETERMINATION OF VITAMIN C IN CITRUS FRUITS

Adrián Ayala V.^{1*}, Carolle Rohim D.¹, Nedys Ramos M.¹, Ana Luzcando G.¹, Irene Ortega L.¹

<https://doi.org/10.52109/cyp2021219>

¹ Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Tecnológica de Panamá

* adrian.ayala1@utp.ac.pa

REGISTROS

Recibido el

08/07/2021

Aceptado el

25/07/2021

Publicado el

31/07/2021



PALABRAS CLAVE

Cromatografía,
espectrofotometría,
vitamina C.

KEYWORDS

Chromatography,
spectrophotometry,
vitamin C.

RESUMEN

La vitamina C es una de las vitaminas hidrosolubles que se le ha prestado mayor importancia y estudio a lo largo de los años, por su relación a brindar grandes beneficios a la salud. Durante la pandemia de la Covid-19 una de las mayores recomendaciones era el consumo de vitamina C para contrarrestar los efectos del virus y fortalecer el sistema inmune, por su gran efecto antioxidante. La vitamina C se encuentra en diferentes alimentos como frutas y vegetales, sin embargo, se relaciona mayormente a frutas cítricas. El consumo de frutas cítricas es muy común en países tropicales debido a su facilidad de oferta en el mercado local. Muchos han sido los estudios relacionados a la determinación del contenido de vitamina C en diferentes tipos de alimentos utilizando variedad de técnicas. Este estudio realiza una revisión documental a través de diferentes fuentes de las técnicas instrumentales para determinación de vitamina c en frutas cítricas realizada por otros autores que han mostrado interés en el tema. Se realiza una comparación de las técnicas instrumentales utilizadas para la determinación de vitamina C, dando como resultado que las técnicas cromatográficas son las más utilizadas debido a su versatilidad y variedad de presentaciones, pero también se utilizan otras técnicas de igual importancia como las técnicas espectrométricas y volumétricas.

ABSTRACT

Vitamin C is one of the water-soluble vitamins that has been given greater importance and study over the years, due to its relationship to providing great health benefits. During the Covid-19 pandemic, one of the main recommendations was the consumption of vitamin C to counteract the effects of the virus and strengthen the immune system, due to its great antioxidant effect. Vitamin C is found in different foods such as fruits and vegetables, however, it is mostly related to citrus fruits. The consumption of citrus fruits is very common in tropical countries due to its ease of supply in the local market. There have been many studies related to the determination of the vitamin C content in different types of food using a variety of techniques. This study carries out a documentary review through different sources of the instrumental techniques for the determination of vitamin C in citrus fruits carried out by other authors who have shown interest in the subject. A comparison is made of the instrumental techniques used for the determination of vitamin C, resulting in those chromatographic techniques are the most used due to their versatility and variety of presentations, but other techniques of equal importance are also used, such as spectrometric and volumetric.

INTRODUCCIÓN

Las frutas y verduras son alimentos considerados de alto valor nutricional, debido a que son ricas en micronutrientes. La alimentación saludable debe estar compuesta en gran parte de frutas y verduras, es de conocimiento científico que una alimentación rica en frutas y verduras es beneficioso para evitar la generación de enfermedades no transmisibles (Diabetes, hipertensión, dislipidemias y otras).

La interacción alimentos-medicina está siendo considerada por parte de la comunidad científica como de vital importancia para la salud, estudios epidemiológicos in vitro y clínicos indican que una dieta a base de vegetales (frutas y verduras), puede reducir a la mitad el riesgo de enfermedades crónicas, especialmente del cáncer, conforme lo demuestra la revisión de 200 estudios epidemiológicos. [1]

La Vitamina C es una de las vitaminas esenciales en el ser humano, esto significa que no es generada por el organismo, así que debe ser obtenida por medio de la alimentación. La Vitamina C también conocida como ácido ascórbico (AA), fue descubierta debido a que su deficiencia produce una enfermedad llamada escorbuto, por ello también es llamada Vitamina Antiescorbútica. Sin embargo, a medida del paso de los años se ha encontrado sus grandes beneficios a la salud del hombre en general. Su principal beneficio como antioxidante, es el más estudiado y del que más conocimiento se tiene.

A través de los años se ha logrado explorar la posibilidad de validar procedimientos de evaluación de este analito mediante técnicas instrumentales de análisis en matrices alimentarias directas o a través de reacciones indirectas, específicamente espectrofotométricas, así como técnicas cromatográficas con diferentes aplicables con la meta final de reducir los tiempos de lectura y preparaciones de muestras incrementando el volumen de análisis, su aplicación para toma de decisiones en laboratorios industriales y de la mano con el aumento de la confiabilidad del análisis a través de la comparativa con respecto a las técnicas volumétricas, técnicas muy antiguas y de alta confiabilidad y evaluadas a través de procedimientos multivariante, lo cual ha brindado una alta aceptación en la industria alimentaria, así como de la comunidad científica.

El objetivo de este documento es realizar una revisión de las técnicas instrumentales utilizadas para la determinación de vitamina c en frutas cítricas.

En este artículo encontraremos una explicación sobre la Vitamina C, desde su definición y origen, así como su importancia, beneficios y los problemas asociados en el organismo de no ser consumida según las recomendaciones nutricionales.

Seguido de la definición y explicación funcional de la Vitamina C, explicaremos las diferentes técnicas instrumentales utilizadas para la valorización o determinación del analito en estudio y su aplicación, específicamente de las técnicas

cromatográficas, espectrométricas y volumétricas. Dicho análisis se ha realizado basado en investigaciones científicas recopiladas. Seguido de esto encontraremos una tabla comparativa entre las distintas técnicas finalizando con las conclusiones de la investigación, así como las referencias utilizadas para que el lector indague los conceptos específicos de interés.

Las Vitaminas

El término vitamina se le debe al bioquímico polaco Kasimir Funk quien lo planteó en 1912, consideraba que era necesaria para la vida (vita) y la terminación amina es porque creía que todas estas sustancias poseían la función amina ($-NH_2$). [2]

Las vitaminas son sustancias orgánicas esenciales en el metabolismo y necesarias para el crecimiento y buen funcionamiento del cuerpo.[3]. Las mismas, no son sintetizables por el organismo y están presentes en pequeñas cantidades en los alimentos. Las vitaminas no producen energía y por tanto no implican calorías. Intervienen como catalizador en las reacciones bioquímicas provocando la liberación de energía. En otras palabras, la función de las vitaminas es la de facilitar la transformación que siguen los sustratos a través de las vías metabólicas. [2]

Origen de la Vitamina C y su presencia en frutas cítricas

Albert Szent-Györgyi en el año 1930, en la Universidad de Szeged de Hungría, donde fue el jefe del Instituto de Química Médica de la Universidad de Medicina. Szeged es una de las regiones más prestigiadas de Hungría en la producción del famoso "paprika" húngaro (pimentón). Analizó un pimentón crudo en su instituto: encontró un contenido muy alto de su famoso ácido hexurónico, permitiendo el aislamiento de 3 kg de éste. Identificó los efectos biológicos de esta molécula que resultó ser la mundialmente buscada vitamina C. El nombre de "ácido ascórbico" se debe al efecto de la molécula en prevenir y tratar el escorbuto. Continuó también sus observaciones en el estudio del mecanismo de la respiración celular. Por estos descubrimientos fue galardonado con el premio Nobel de Medicina en 1937. La justificación oficial fue "por su descubrimiento relacionado con los procesos de combustión biológica, con especial referencia a la vitamina C y a la catálisis de los ácidos fumáricos". [4]

El género de frutas Citrus, comúnmente llamado cítrico, son las especies de grandes arbustos de la familia de las rutáceas cuyos frutos poseen un alto contenido en vitamina C y ácido cítrico, el mismo les otorga el sabor ácido que es característico de estas frutas.

Los cítricos ocupan un lugar singular en el reino vegetal, su anatomía presenta características únicas y ocupan una posición privilegiada en la dieta humana. [1] Los efectos beneficiosos del consumo de frutos cítricos sobre la salud humana están basados en sus propiedades antioxidantes y anti- radical de los componentes de los

frutos cítricos como el ácido ascórbico, los flavonoides, carotenoides, antocianinas, los derivados del ácido cinámico, entre otros.[1]

Importancia de la Vitamina C y sus beneficios

La vitamina C o ácido ascórbico (2,3-enediol-L-gulona-1,4-lactona) es un micronutriente esencial en la alimentación del hombre al estar asociada a la síntesis de diferentes moléculas de importancia en la salud humana, y su efecto antioxidante, como lo evidencian diferentes estudios epidemiológicos y también protege al organismo del daño causado por los radicales libres. Los humanos no podemos sintetizar ácido ascórbico al carecer de una enzima denominada gulonolactonoxidasas. Las concentraciones en el plasma y leucocitos reflejan los niveles de la dieta y los depósitos corporales respectivamente de dicha vitamina. La vitamina C es poco estable, por eso su contenido en alimentos disminuye con el almacenamiento de larga duración, resulta inestable en soluciones neutras y alcalinas cuando se expone al aire, la luz y el calor. [3]

Existen dos importantes formas biológicas de vitamina C, la forma reducida o ácido ascórbico, y la forma oxidada, DHA (ácido dehidroascórbico). La mayor concentración de vitamina C se encuentra a nivel tisular por lo que es importante su transporte. La forma reducida o ácido ascórbico se transporta a nivel intracelular a través de los transportadores SVCTs (Sodium dependent vitamin C transporters). El ácido dehidroascórbico se transporta por los GLUT (transportador de la glucosa) por la semejanza química que existe entre la glucosa (C₆H₁₂O₆) y la vitamina C (C₆H₈O₆). [5]

La forma oxidada de vitamina C (DHA), una vez que alcanza el intracelular, sufre una reversión espontánea a su forma reducida o ácido ascórbico por la acción del glutatión. Si no se diera este proceso se formarían compuestos inactivos como el ácido 2,3- diketogulonico y posterior metabolismo a oxalato. Cuando el ácido dehidroascórbico ingresa a nivel mitocondrial, es importante su reducción a ácido ascórbico porque se requiere de mecanismos antioxidantes en respuesta a la fosforilación oxidativa mitocondrial. [5]

Existen varias fuentes que recomiendan sobre la cantidad de la ingesta diaria de vitamina C para diferentes grupos etarios. La FAO indica que debe ser 100 mg en adultos para alcanzar el nivel de saturación celular. Al establecer las cantidades de ingesta diaria de un nutriente y su valor diario adecuado (VDR) (60 mg para vitamina C) se puede determinar la dosis diaria de referencia (DDR) y decidir si un alimento contiene una cantidad alta ($\geq 20\%$) o baja ($< 5\%$) de un nutriente. Es necesario un aumento en la ingesta, superior a los niveles recomendados, cuando la persona está bajo estrés, fuma o toma ciertos medicamentos. [6]

Por otro lado, se ha reportado que la vitamina C posee una acción antiinflamatoria, asociada a la reducción en la secreción de citoquinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral, la interleuquina-23 y la proteína C reactiva. La relación entre vitamina C y cáncer resulta ser bastante más compleja. El consumo de

vitamina C, así como el de otros antioxidantes tiene efectos benéficos en su prevención. Por otro lado, los individuos con cáncer suelen tener bajos niveles plasmáticos de vitamina C y menor respuesta a la suplementación.

Numerosos estudios epidemiológicos han observado que los individuos con los niveles más altos de AA plasmático presentan un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, aunque existe una alta variabilidad en los niveles plasmáticos reportados y controversia en los resultados. Por ejemplo, un estudio realizado en Dinamarca pudo determinar que un aumento de 20 μM en los niveles de AA plasmático provoca un 20% de reducción del riesgo de mortalidad por todas las causas y una reducción relativa del 9% en el riesgo de insuficiencia cardíaca.

El AA también regula la expresión génica por al menos tres mecanismos distintos que involucran enzimas con actividad dioxigenasa: la hidroxilación del factor inducido por hipoxia (hipoxia-inducible factor, HIF α), que regula la expresión de genes relacionados con sobrevivencia celular y remodelación tisular; la hidroxilación de la 5-metil-citosina, que facilita la remoción de esta marca epigenética, provocando la descompactación de la cromatina; y la activación de desmetilasas de las histonas que, bajo un complejo código epigenético, activa o reprime genes.

Problemas Asociados e Importancia del Análisis de la Vitamina C.

La vitamina C dona electrones a 8 diferentes tipos de enzimas, de las cuales 3 participan en la hidroxilación del colágeno (adiciona grupos hidroxilo a aminoácidos prolina y lisina de la molécula del colágeno) incrementando su estabilidad. De allí que los síntomas del Escorbuto se asocian a alteraciones del tejido conectivo, como fragilidad capilar, equimosis, gingivorragias, hemorragias perifoliculares y la inadecuada cicatrización de heridas.

Otras dos enzimas que son reguladas por la vitamina C, a través de dos dioxigenasas, intervienen en la síntesis de carnitina, permitiendo el transporte de ácidos grasos para su oxidación. Tres enzimas restantes, participan en la formación de noradrenalina desde dopamina, en agregar grupos amida a hormonas peptídicas y en el metabolismo de la tirosina. [5]. Una deficiencia de Vitamina C en la persona puede causar varias afectaciones a nivel del Sistema Inmune y el Sistema Nervioso. La incidencia mundial de escorbuto en la actualidad es desconocida. La información recopilada entre los años 1960 y 2011 evidencia que el 20% de la población mundial ingiere menos vitamina C que lo recomendado, con mayor prevalencia en la población del sur y sureste asiático y con menor prevalencia en los países desarrollados con altos ingresos. [7]

Es posible que esta hipovitaminosis sea un efecto secundario de algunas terapias anticancerígenas o que se produzca debido a la mayor captación de vitamina C por parte de las células tumorales. A nivel de sistema nervioso, la vitamina C es cofactor de la enzima dopamina β -hidroxilasa, necesaria en la síntesis de norepinefrina desde dopamina y facilita la síntesis de dopamina mediante el reciclaje de

tetrahidrobiopterina, cofactor necesario para la acción de la enzima tirosina hidroxilasa. También participa en los procesos de maduración neuronal durante el desarrollo embrionario, en la neurotransmisión y en la inmunomodulación, actúa como antioxidante neuronal y como supresor de la formación del péptido beta-amiloide y de la excitotoxicidad mediada por glutamato.

La vitamina C o ácido L-ascórbico (AA), es una vitamina hidrosoluble que actúa como cofactor en diversas reacciones enzimáticas que tienen lugar en el organismo. Es sintetizada internamente por casi todos los organismos de los animales y plantas, excepto el hombre. Por ello es un nutriente esencial para el ser humano. El hombre carece de la enzima L-gulonolactona oxidasa debido a un defecto genético, esta enzima cataliza la etapa terminal de la síntesis de ácido ascórbico que convierte la glucosa en ácido ascórbico, por lo que debe adquirirlo a través de la alimentación. [8]

Al ser un nutriente esencial, estos son aquellos nutrientes que el hombre no puede sintetizar y debe obtenerlo a través de su alimentación. Es importante conocer si los alimentos como las frutas y vegetales, alimentos procesados y otros contienen las cantidades de Vitamina C que se han conocido anteriormente o el mismo no ha cambiado por algunos factores como el cambio climático u otros. En los alimentos procesados y fortificados también es de suma importancia conocer las cantidades finales de Vitamina C, después de haber pasado todo el proceso de producción.

Su concentración final es considerada como indicador de calidad nutricional durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos.

Las técnicas investigadas son consideradas de gran apoyo en la medición de la Vitamina C, entre ellas tenemos:

- La Cromatografía: es la más confiable, este ensayo permite la determinación simultánea de Ácido Ascórbico (AA), y del Ácido Dehidroascórbico (DHA). Nos permite tener una medición de Vitamina C total. Es un principal método analítico utilizado para la determinación de vitamina C.
- Técnicas Espectrométricas: pueden ser directos o indirectos. Es altamente específico y presenta menos interferencias. También Es un método rápido y sencillo, pero sólo puede disolverse en medio orgánico
- Técnicas volumétricas: estas técnicas pueden tener resultados de Vitamina C sobrestimados y es la menos efectiva. Sin embargo, es la más económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo de trabajo realizó una recopilación exhaustiva de varios trabajos de investigación referentes a las diferentes técnicas utilizadas para la determinación de vitamina C en alimentos. Las definiciones y comentarios se realizaron a base de pesquisas de trabajos indexados con miras a definir las técnicas mencionadas el párrafo anterior con el fin de condensar parte de la información en este documento.

Técnicas Instrumentales para la estimación de vitamina C en Alimentos

Los métodos analíticos más simples y populares para cuantificación de vitamina C incluyen técnicas titrimétricas y fluorimétricas. También se puede lograr mayor especificidad y sensibilidad, con estas juntas con fácil operación, usando técnicas de separación como la cromatografía líquida de alto desempeño (HPLC). Recientemente, la UPLC se ha utilizado para la determinación de vitamina C, ofreciendo tiempos más cortos de análisis, incrementando la sensibilidad, separación y resolución eficiente y uso de menos solvente. (E.C.E. Cunha-Santos et al.,2018).

La cromatografía como tal es un método muy efectivo utilizado para determinar y cuantificar Vitamina C en diversas matrices, estas pueden ser sueros, jugos, zumos, o matrices sólidas donde se encuentre presente. A parte de ello a nivel de laboratorio e industrias la cromatografía es una de las más empleadas por su afinidad para realizar análisis de moléculas de alto y bajo peso molecular, pero por sobre todo lograr mantener las condiciones estables para no degradar la molécula en el procedimiento de análisis. [9]

Cromatografía líquida

La cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) permite que los análisis se completen rápidamente con una separación y sensibilidad superiores en comparación con otros métodos de cromatografía líquida. Es una de las técnicas de separación analítica más utilizadas.

Se emplean cantidades pequeñas de muestras en el orden de microgramos y se usa a menudo para el análisis de mezclas, puede usarse para compuestos volátiles y no volátiles [10]. HPLC es una técnica analítica utilizada para la separación de componentes de una mezcla orgánica de compuestos cuando dichos compuestos son no volátiles, térmicamente inestables y tienen pesos moleculares relativamente altos.

La técnica ha tenido un inmenso alcance de aplicaciones tanto en laboratorios académicos como industriales que requieren identificación y cuantificación de mezclas de diferentes compuestos orgánicos.

Técnicas de separación y detección para vitaminas hidrosolubles con la técnica de HPLC

Para la determinación de las vitaminas hidrosolubles, la cromatografía líquida se lleva a cabo generalmente con varios detectores como UV, detección de matriz de diodos (DAD), fluorescencia y MS. [11]. Los detectores de HPLC se pueden combinar para obtener resultados de análisis óptimos, por ejemplo, UV con fluorescencia y DAD con detectores de fluorescencia (FLD) [12].

HPLC-UV

El detector de UV es el detector más común en HPLC con un rango de longitud de onda entre 190 y 400 nm. Sin embargo, la medición espectrofotométrica UV comienza en 205 nm más alta porque a longitudes de onda más bajas, hay una fuerte absorción de la fase móvil o solvente que interfiere con el análisis. [13]. La Vitamina C tienen una buena absorción a longitudes de onda de 254 nm [14].

HPLC-DAD

La cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) consiste en una disposición de fotodiodos activos (matriz) en cantidades muy grandes. Cada uno de los fotodiodos da una respuesta específica a la radiación con una determinada longitud de onda, de modo que la radiación electromagnética con una amplia gama de longitudes de onda (UV-visible) se puede recibir simultáneamente. Es el resultado de un escaneo rápido. La ventaja de HPLC-DAD es la capacidad de elegir la mejor longitud de onda para el análisis. [15].

HPLC-FLD

La cromatografía líquida de alta eficiencia con detectores de fluorescencia (HPLC-FLP) es típicamente tres veces más sensible que el detector UV. HPLC-FLP se utilizan de forma rutinaria en ensayos en un rango bajo de ng/ml e incluso pg/ml en concentración de analitos. [16]

HPLC-MS

El detector de MS tiene una alta selectividad y sensibilidad, puede detectar analitos con concentraciones pequeñas, requiere menos productos químicos y un análisis rápido que otros detectores. [17].

Métodos de análisis cromatográficos

La cromatografía se puede representar como un proceso de intercambio de masa que incluye adsorción de uno de los compuestos. Un rasgo característico de la cromatografía es la presencia de dos fases; dispuestas de tal manera que mientras una permanece estacionaria dentro del sistema (fase estacionaria), la otra se desplaza a lo largo de él (fase móvil). La clave de la separación en cromatografía es que la velocidad con la que se mueve cada sustancia depende de su afinidad relativa por ambas fases (equilibrio de distribución)

RP-HPLC

La HPLC de fase inversa (RP-HPLC) es la técnica más común en la separación de vitaminas solubles en agua que la HPLC de fase normal [18]. El mecanismo de separación depende de interacciones hidrofóbicas entre las moléculas de soluto en la fase móvil y el ligando hidrofóbico inmovilizado en la fase estacionaria. La naturaleza actual de las interacciones de unión hidrofóbica asume que la interacción de unión es el resultado de un efecto entrópico favorable. Las condiciones iniciales de unión de la fase móvil usadas en la cromatografía de fase

reversa son acuosas lo cual indica un grado alto de estructuras de agua organizadas alrededor de las moléculas de soluto y el ligando inmovilizado.

A medida que el soluto se une al ligando hidrofóbico inmovilizado disminuye el área hidrofóbica expuesta hacia el disolvente. Así, el grado de organización de la estructura de agua disminuye con un favorable aumento de entropía en el sistema.

HILIC

La cromatografía de interacción hidrofílica (HILIC) es una variante de la cromatografía líquida en fase normal que se superpone parcialmente a otras aplicaciones cromatográficas, como la cromatografía iónica y la cromatografía líquida en fase reversa. La cromatografía líquida de interacción hidrofílica ofrece una alternativa de RP-HPLC que proporciona una buena retención de compuestos hidrofílicos [19]. Utiliza detectores de matriz de diodos acoplados, fluorescencia y coulombimétricos. Sin embargo, el ácido ascórbico no se puede identificar con un detector coulombimétrico. [20]

UPLC

El método UPLC es más sensible y más rápido y requiere menos eluyente que HPLC. La columna de microcalibre en UPLC puede reducir la interferencia de MS debido al uso de disolventes orgánicos de alta velocidad en RP-HPLC. El aumento de la resolución y el límite de detección más bajo en UPLC es muy útil para separar las vitaminas homólogas y detectar concentraciones más bajas. [21]. Sin embargo, los métodos de UPLC son limitados para el análisis de vitaminas, debido a los altos costos operativos de los instrumentos. [18]

Utilización de la técnica en la determinación de la Vitamina C

La cromatografía como tal es un método muy efectivo utilizado para determinar y cuantificar Vitamina C en diversas matrices, estas pueden ser sueros, jugos, zumos, o matrices sólidas donde se encuentre presente.

A parte de ello a nivel de laboratorio e industrias la cromatografía es una de las más empleadas por su afinidad para realizar análisis de moléculas de alto y bajo peso molecular, pero por sobre todo lograr mantener las condiciones estables para no degradar la molécula en el procedimiento de análisis. [9]

En 2018 Cueva et al. realizó un estudio para cuantificar el contenido de flavonoides totales del mesocarpo y vitamina C del zumo del fruto de *Citrus medica* (L.) "cidra" mediante el método de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) encontrándose 242,959 mg ácido ascórbico/100 g de fruto.

La cuantificación de vitamina C se llevó a cabo por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) por la comparación con los TR (tiempo de retención) de los estándares o patrones de ácido ascórbico y de los espectros correspondientes. Este método es el más utilizado para la determinación del ácido ascórbico por su sensibilidad, precisión, exactitud y reproducibilidad. [22]

La cromatografía separa en forma de elución el o los analitos, impulsando dentro de una columna por medio de una fase móvil hacia un detector. La técnica de cromatografía líquida se emplea con más frecuencia para determinar Vitamina C, esto debido a la baja estabilidad. [9]

La detección de Vitamina C se logra a través de una longitud de onda baja dentro del rango del ultra/violeta, y manteniendo a temperatura ambiente el detector. [9]

En 2019, Balseca realizó un estudio para validar un método que permite la determinación de Vitamina C (Ácido L-Ascórbico) mediante HPLC en jugos cítricos de naranja, limón y mandarina, obteniendo concentraciones de 219.98 mg Kg, 156.78 mg Kg, 155.80 mg Kg. respectivamente para cada una de las muestras. [9]

Bello et al, en su estudio "Determinación de limonina en jugo de naranja. Cuantificación y monitoreo de variedades" en el año 2020, pudo observar una disminución del contenido de limonina durante el período de cosecha en las variedades Valencia Temprana, Midnight y Roble, mientras que en la variedad Salustiana los valores se mantuvieron constantes. En los cromatogramas, el pico correspondiente a limonina era claramente identificable en el tiempo de retención coincidente con los patrones, con una línea base estable y con buena resolución con respecto a los demás picos, considerando que el método cromatográfico utilizado fue adecuado para la determinación y cuantificación de este compuesto en jugo fresco de naranjas.

Técnicas Espectrométricas

Los Métodos Espectrométricos pueden ser directos ya que el AA (ácido ascórbico) presenta un máximo de absorción a 260 nm, o bien indirectos basados en la reacción del AA con 4-metoxi-2-nitro anilina, y el producto obtenido tiene un máximo de absorción a 570 nm. Este método es altamente específico y presenta menos interferencias.

En los métodos Fluorimétricos el AA se oxida a ADA y reacciona con un marcador fluorogénico (o-fenilenediamina) formando un complejo fluorescente. [8]

Espectrofotometría Directa

La espectrometría directa se basa en que el AA presenta un máximo de absorción a 260 nm, utilizando este procedimiento para la determinación de la vitamina C en zumo de limón y naranja.

La espectrometría indirecta se utiliza para la detección del ácido ascórbico mediante un compuesto coloreado formado por ácido ascórbico.

Se utiliza el reactivo amino (reactivo 4-metoxi 2-nitro anilina) que reacciona con el AA formando un compuesto coloreado. Luego utilizamos el espectrofotómetro con una longitud de onda de 570 nm para medir la absorbancia de este compuesto.

Si la lectura de absorbancia tiene un valor positivo, significa que existe la vitamina C. También podemos comparar los resultados de absorbancia de distintos zumos de frutas, cuanto mayor absorbancia sea, mayor cantidad de vitamina C tiene. [8]

Espectrofotometría Indirecta

La espectrometría indirecta sirve para la determinación de vitamina C en los alimentos, un método adecuado es el de 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), este método se basa en dos reacciones:

1. Ácido ascórbico se oxida al ácido dehidroascórbico por la acción de solución de bromo.
2. Ácido L dehidroascórbico reacciona con DNPH y produce una osazona que en tratamiento con 85% ácido sulfúrico forma una disolución coloreada roja. La coloración de DNPH depende de la concentración de AA añadido.

Se determinan las absorbancias de los distintos patrones y de la muestra problema a 521 nm. Con dichas absorbancias se construye una recta de calibración. Esta recta de calibrado cumple con la Ley de Lambert-Beer.

Por tanto, conociendo la absorbancia de la muestra problema, se puede calcular la concentración de osazona que es proporcional a la concentración de ácido ascórbico.

En este método existen interferencias. Por ejemplo, las interferencias de ácido dicetogulónico y glucosa extraída. El ácido dicetogulónico es un producto de la hidrólisis del ácido dehidroascórbico. Como el ácido dicetogulónico tiene un grupo cetona, puede reaccionar con DNPH. La glucosa no interfiere mucho los resultados ya que a 521 nm el complejo de DNPH-glucosa no absorbe. [8]

También existen otros reactivos, como 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). Se basa en la reducción del radical DPPH con los antioxidantes de la muestra. Se puede cuantificar la solución del AA. El radical DPPH es estable y tiene una coloración púrpura que se pierde progresivamente cuando se añade los antioxidantes. Se absorbe a 515 nm. En general, la reacción se puede medir a algunos minutos del inicio mediante el espectrofotómetro, ya que, en este intervalo, la mayoría de las sustancias reacciona con el DPPH. Es un método rápido y sencillo, pero solo puede disolverse en medio orgánico. [8]

Fluorimetría

La técnica fluorimétrica se aplica en la determinación cuantitativa de vitamina C. Posee mayor sensibilidad que otras técnicas. Además, es adecuada para la determinación de vitamina C en muestras coloreadas, por ejemplo, tomate.

La determinación de AA requiere su oxidación a ADA luego se añade o-fenilenediamina (PDA) (marcador fluorogénico) a la solución de muestra para producir un derivado de quinoxalina fluorescente. Se mide la intensidad de fluorescencia formada mediante un fluorímetro, obteniendo la relación entre la intensidad de fluorescencia y la concentración de vitamina C.

Este proceso puede evaluar AA y ADA simultáneamente en la muestra. Ambos procesos, conjunto con una técnica fluorimétrica semiautomatizada basada en la relación fluorescente de vitamina C y PDA en un sistema de inyección de flujo, con métodos de AOAC de referencia.

La preparación de muestra requiere la maceración o extracción de vitamina C de muestras y su estabilización con ácido meta fosfórico o ácido trifluoroacético. [8]

Técnicas volumétricas

Determinación Iodimétrica

El fundamento de este método es el yodo, reacciona con suspensión de almidón que presenta el AA, hasta dar el color azul-negro. Cuando se encuentra el AA, se oxida por el yodo formando el ácido dehidroascórbico. Una mezcla de almidón y AA se titula con lugol, cuando ocurre el cambio de color azul-negro significa que ya no existe ácido ascórbico.

Se anota el volumen gastado de yodo para calcular la concentración de AA, en esta titulación se determinan sustancias reductoras totales presentes en la solución. Por tanto, hay que tener en cuenta que en las muestras pueden existir otras sustancias reductoras que afecten los resultados, si esto sucede se aumenta el gasto de yodo por el resultado sobreestimado de ácido ascórbico.

Es importante tener presente que la vitamina C es una sustancia que se oxida fácilmente por el oxígeno que se encuentra presente en el aire, por este motivo, las soluciones que contienen esta vitamina deben ser preparadas inmediatamente antes de ser tituladas con el fin de obtener resultados fiables.

Titulación Indofenol

Este método volumétrico sirve para la determinación de vitamina C en zumos, utilizando el reactivo 2,6- diclorofenolindofenol (colorante). El AA se determina por valoración de dicho colorante que es reducido por el ácido ascórbico a una forma incolora en medio ácido. La forma oxidada del reactivo es roja en medio ácido y la reducida es incolora.

DISCUSIÓN

En base a la revisión documental realizada hemos elaborado la Tabla 1 que hace referencia a la comparación entre las técnicas instrumentales más utilizadas para la determinación de vitamina C

Tabla 1

Comparación de técnicas instrumentales para la determinación de la vitamina C

Técnicas	Métodos	Descripción	Ventaja y Desventajas	Comparación: Precisión en la Detección de Vitamina C
Cromatográficas	HPLC-UV	Utiliza un detector UV con longitudes de onda hasta 400 nm, la vitamina C obtiene buena absorción a 254 nm.	HPLC es una de las técnicas más utilizadas para la separación y cuantificación de vitaminas y posee la gran ventaja de ofrecer una gran precisión en sus resultados. Una de sus desventajas es que la técnica es muy cara.	La cromatografía como tal es un método muy efectivo utilizado para determinar y cuantificar Vitamina C en diversas matrices como en zumos de frutos cítricos. A nivel de laboratorio e industrias la cromatografía es una de las más empleadas por su afinidad para realizar análisis de moléculas de alto y bajo peso molecular, pero por sobre todo lograr mantener las condiciones estables para no degradar la molécula en el procedimiento de análisis. (Balseca, 2019).
	HPLC-DAD	Escaneo rápido a través de la utilización de una matriz de fotodiodos activos con una amplia gama de longitudes de onda (UV).	Escaneo rápido con la capacidad de elegir la mejor longitud de onda para realizar análisis.	
	HPLC-MS	Puede detectar analitos con concentraciones pequeñas, uso de menos productos químicos obteniendo respuestas rápidas.	Alta selectividad y sensibilidad. Respuestas rápidas en comparación con otros detectores.	
	HPLC-FLD	Se utiliza en ensayos de rango bajo	Tres veces más sensible que el detector UV.	UPLC se ha utilizado para la determinación de vitamina C, ofreciendo tiempos más cortos de análisis, incrementando la sensibilidad, separación y resolución eficiente y uso de menos solvente.
	RP-HPLC	Cromatografía de fase inversa, técnica más común para separar vitaminas solubles en agua.		
	HILIC	Proporciona buena retención de compuestos hidrofílicos, utilizando detectores de diodos acoplados, fluorescencia y coulumbimetría.	El ácido ascórbico no se puede identificar con detectores coulumbimétricos.	
	UPLC	Utiliza disolventes orgánicos de alta velocidad. Aumento de la resolución y límite de detección bajo que es de utilidad en la separación de vitaminas homologas.	Es más sensible y más rápido Los métodos de UPLC son limitados para el análisis de vitaminas, debido a los altos costos operativos de los instrumentos.	

Técnicas	Métodos	Descripción	Ventaja y Desventajas	Comparación: Precisión en la Detección de Vitamina C
Espectroscópicas	Espectrofotometría Directa	Máximo de Absorción de 260 nm.	Pueden presentar interferencia por la absorbancia de otras soluciones. Es rápido y sencillo, pero solo puede disolverse en medios orgánicos.	Es utilizada para la identificación de vitamina C como ácido ascórbico, posee costos eficientes y es fácil de usar, también posee un alto grado de precisión.
	Espectrofotometría Indirecta	Formación de un compuesto coloreado, con DNPH o DPPH.		
	Fluorimetría	Derivatización fluorogénica por DPA	Posee mayor sensibilidad que otras técnicas.	En comparación con HPLC, las técnicas espectrofotométricas requieren de un mayor tiempo de análisis.
Titulación volumétrica	Iodimétrico	AA reacciona con yodo en presencia de almidón.	Son unas de las más utilizadas debido a su gran ventaja de ser más sencilla, rápida y barata. Su desventaja es que no es muy precisa.	Aportan información rápida para la detección de vitamina C, pero debido a su falta de precisión o exactitud es recomendable recurrir a otros métodos de verificación más rigurosos.
	Indofenol	Reducción del 2,6- diclorofenolindofenol por AA.		

CONCLUSIONES

Durante las revisiones bibliográficas efectuadas en el presente trabajo, se pudo concluir:

- Que las técnicas cromatográficas basadas en HPLC fueron las más utilizadas para la determinación de vitaminas en alimentos, incluyendo la vitamina C contenida en los zumos de frutos cítricos. Estas técnicas son extremadamente rápidas y eficientes, son reconocidas por su alta precisión y sensibilidad.
- Las técnicas espectrofotométricas fueron las menos utilizadas para la detección de vitamina C, a pesar de ser menos costosas que la HPLC. Su tiempo de proceso es más prolongado y pueden presentar interferencias respecto al analito en estudio.
- Respecto a las técnicas volumétricas basadas en titulación, estas también son ampliamente utilizadas para detección de vitamina C y demás vitaminas contenidas en los alimentos, debido a su bajo costo, pero sus resultados no son tan precisos como la HPLC.
- Existen estudios que han demostrado la versatilidad de la espectrofotometría como técnica viable para la determinación de Vitamina C, por ende, se han estado trabajando en más estudios que incrementen el coeficiente de correlación mediante calibraciones multivariantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Kathia Broce por sus aportes cognitivos durante el desarrollo de la clase de Técnicas Instrumentales en Análisis de Alimentos y por su guía para el desarrollo de este artículo de revisión.

De igual manera, a nuestros compañeros de la Maestría al fomentar el trabajo en equipo para el desarrollo de las diversas actividades. Por último, agradecer a todos los autores que participaron con sus ideas para este producto final.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este artículo de revisión declaran no tener algún conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN Y APROBACIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

REFERENCIAS

- [1] Domínguez, E.; Ordoñez, E. (2014). "Evaluación De La Actividad Antioxidante, Vitamina C De Zumos Cítricos De Lima Dulce (Citrus Limetta), Limón Tahití (Citrus Latifolia), Limón Rugoso (Citrus Jambhiri Lush) Y Mandarina Cleopatra (Citrus Reshni) Almacenados En Refrigeración." Perú. Revista Investigación y Amazonia (RevIA), vol.3. pp 30 – 35.
- [2] Fernández Montoya, L. (2016). "Evaluación De La Concentración De Ácido Ascórbico En Cocona (Solanum Sessili.Dorum Dunnal) Por Fotometría." Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amawnas. Perú. Available: http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/762/FIA_192.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Gavilánez Alvarez, I. M. (2017). "Variación del contenido de vitamina C en frutas. Caso de estudio: guayaba y naranja." Revista Caribeña de Ciencias Sociales. Available: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/07/guayaba-naranja.html>
- [4] Berger, Z.; Berger Salinas, A.; Szánthó Pongrácz, G. (2015). "La vitamina C y algo más. Un premio Nobel poco conocido en Chile." Revista Médica de Chile. Vol. 143, pp. 1065-1069.
- [5] Castillo-Velarde, E. R. (2019). "Vitamina C en la salud y en la enfermedad." Revista de la Facultad de Medicina Humana, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Vol.9. pp 95-100.
- [6] Bastías M, J. M., & Cepero B, Y. (2016). "La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos." Revista Chilena de Nutrición, 43(1), 81–86. doi:10.4067/s0717-75182016000100012
- [7] Villagrán, M., Muñoz, M., Díaz, F., Troncoso C. "Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad". Rev Chil Nutr; 2019. vol.46, no.6, pp. 800-808. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000600800>

- [8] Zhongwei Fang. 2017. "Métodos Analíticos para la determinación de Vitamina C en Alimentos. Universidad Complutense." Trabajo de fin de Grado. Facultad de Farmacia.
- [9] Balseca Granda, Alan Nikolaiv. 2019. "Determinación de parámetros de validación para valoración de vitamina c en jugos cítricos mediante HPLC para la Facultad de Ciencias-ESPOCH." Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13252>
- [10] Thammana, M. 2016. "A review on high performance liquid chromatography (HPLC)." Department of Pharmacy, Vignan Institute of Pharmaceutical. RRJPA. vol 5, Jul – Sept. 2016.
- [11] Schmidt A, Pratsch H, Schreiner MG, Mayer HK. 2017. "Determination of the native forms of Vitamin B1 in bovine milk using a fast and simplified UHPLC method." Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617302893>
- [12] Teresa M, Nardiello D, Cicco N, Candido V, Centonze D. 2018. "Simultaneous determination of water- and fat-soluble vitamins, lycopene and beta-carotene in tomato samples and pharmaceutical formulations: Double injection single run by reverse-phase liquid chromatography with UV detection." Journal of Food Composition and Analysis, vol 70, pp 9-17, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.04.002>.
- [13] Gimenez C, Martin F. 2018. "Vitamin B12 (cyanocobalamin) in infant formula adult/pediatric nutritional formula by liquid chromatography with ultraviolet detection: Collaborative study, final action." Journal of Food Composition and Analysis, Vol. 70, pp 9-17, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.04.002>.
- [14] Hampel D, York ER, Allen LH. 2012. "Ultra-performance liquid chromatography tandem mass-spectrometry (UPLC-MS/MS) for the rapid, simultaneous analysis of thiamin, riboflavin, flavin adenine dinucleotide, nicotinamide and pyridoxal in human milk."
- [15] Snyder LR, Kirkland JJ, Glajch JL. 2010. "Practical HPLC Method Development." New York: Wiley-Interscience. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02466588>
- [16] Crotti S, Isak I, Traldi P. 2017. "Advanced spectroscopic detectors for identification and quantification: Mass spectrometry." Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012805393500018X>
- [17] Liddicoat C, Hucker B, Liang H, Vriesekoop F. 2015. Thiamin analysis in red wine by fluorescence reverse phase-HPLC. Food Chem.
- [18] Gliszczyn A, Rybicka I. 2015. "Simultaneous determination of caffeine and water-soluble vitamins in energy drinks by HPLC with photodiode array and fluorescence detection." Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12161-014-9880-0>
- [19] Giardinieri A, Pacetti D, Pourmohammadi K, Ferreira DS. 2019 "Water-soluble vitamins. In: Saraiva A, Cravotto G, Lorenzo JM, editors. Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds." Available: <https://www.elsevier.com/books/innovative->

thermal-and-non-thermal-processing-bioaccessibility-and-bioavailability-of-nutrients-and-bioactive-compounds/barba/978-0-12-814174-8

[20] Pascual-ahuir MN, García MJ, Alfonso EF, Martínez JM 2016. "Determination of water-soluble Vitamins in energy and sport drinks by micellar electrokinetic capillary chromatography." Food Control.

[21] Caprioli AG, Sagratini G, Vittori S, Torregiani E. 2017. "Optimization of an extraction procedure for the simultaneous quantification of riboflavin, nicotinamide and nicotinic acid in anchovies (*Engraulis encrasicolus*) by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry." Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157517302752>

[22] Cueva Vidal, Mirley Angela; Rodríguez Solano, Karent Paola. 2018. "Cuantificación de flavonoides totales del mesocarpio y vitamina C del zumo del fruto de *Citrus médica* (L.) cidra".

Available: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10244>

[23] Bello, F., Lare, V., Vázquez, D. 2020. "Determinación de limonina en jugo de naranja. Cuantificación y monitoreo de variedades."

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_determinacion_de_limoniana_en_jugo_de_naranja.pdf

[24] FAO. 2020. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta. Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. Documento de antecedentes. Roma.

<https://doi.org/10.4060/cb2395es>

[25] Katsa M, Proestos C. 2019. "Vitamin analysis in juices and nonalcoholic beverages. In: Alexandru Mihai Grumezescu and Alina Maria Holban" Engineering Tools in the Beverage Industry. Vol. 3.

[26] Meidwi Ratriningrum, Suzana, Mekar Saptarini, Nyi, Abdul, Holik Holis 2019. "Chromatographic analysis of water-soluble vitamins in food: Review." Available: <https://jprsolutions.info/files/final-file-5f3238a0b123f7.15969562.pdf>

[27] Rogatsky E. 2016. Modern high performance liquid chromatography and HPLC. International Symposium. Available: <https://www.longdom.org/open-access/modern-high-performance-liquid-chromatography-and-hplc-2016international-symposium-2157-7064-1000e135.pdf>

[28] Xie L, Huang J, Han Q, Song Y, Liu P, Kang X. 2018. "Solid phase extraction with polypyrrole nanofibers for simultaneously determination of three water-soluble Vitamins in urine".

Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021967318315966>

[29] Zhang M, Liu H, Huang X, Shao L, Xie X, Wang F, et al. 2019. A novel LC-MS/MS assay for Vitamin B1, B2 and B6 determination in dried blood spots and its application in children. Avail

FACTORES QUE INCIDEN EN LA EROSIÓN HÍDRICA

FACTORS INFLUENCING WATER EROSION

Virginia Alvarado García¹

<https://doi.org/10.52109/cyp2021217>

¹ Laboratorio de Vida Silvestre y Salud, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, valvaradog@uned.ac.cr,
<https://orcid.org/0000-0001-7430-0549>.

REGISTROS

Recibido el 14/05/2021

Aceptado el 25/07/2021

Publicado el 31/07/2021



PALABRAS CLAVE

Erosividad, erodabilidad, degradación, suelo, conservación.

KEYWORDS

Erosivity, erodibility, degradation, soil, conservation.

RESUMEN

La erosión es el resultado de la interacción de diversos factores que varían espaciotemporalmente. Su estudio debe estar enfocado en la comprensión de los elementos que inciden en dicho proceso, para así, lograr un abordaje adecuado en el manejo y conservación del suelo. Esta revisión pretende analizar los principales factores que condicionan la erosión hídrica del suelo y la influencia de cada uno de ellos; además de presentar algunas técnicas de conservación de suelos. Entre los más importantes se pueden citar, la precipitación, la cobertura vegetal, la topografía, las características edáficas y los factores antrópicos. La pérdida de este recurso se da más comúnmente en sitios sin cobertura vegetal, con un uso de suelo inadecuado, zonas expuestas a intensas lluvias, pendientes fuertes y de largas longitudes, y falta o ausencia de prácticas preventivas. El uso de tecnologías como los abonos orgánicos, los cultivos de cobertura, las barreras vivas, las cortinas rompevientos, la bioingeniería y la revegetación, son clave para una controlar el proceso erosivo y aumentar la productividad de las tierras. Por ello, la estimación de la resistencia de los suelos a la erosión debe ser integral; dado que el proceso erosivo no depende en una sola variable, sino de la combinación de componentes que, a su vez, inciden en la magnitud de sus efectos.

ABSTRACT

Erosion is the result of the interaction of several factors that vary in space and time. Its study should be focused on understanding the elements that affect this process, in order to achieve an adequate approach in soil management and conservation. This overview aims to analyze the main factors that condition soil water erosion and the influence of each of them; in addition to presenting some soil conservation techniques. The most important are, precipitation, vegetation cover, topography, edaphic characteristics and anthropic factors. The loss of this resource occurs more commonly in sites without vegetation cover, inadequate land use, areas exposed to intense rains, steep slopes and long lengths, and lack or absence of preventive practices. The use of technologies such as organic fertilizers, cover crops, live barriers, windbreaks, bioengineering and revegetation, are key to control erosion process and increase land productivity. For this reason, the estimation of soil resistance to erosion must be comprehensive; since the erosive process does not depend on one variable, but on the combination of components that, in turn, affect the magnitude of its effects.

INTRODUCCIÓN

La erosión del suelo es un proceso complejo y dinámico; el cual representa uno de los mayores problemas de degradación de tierras a nivel mundial. Afecta no solo las características geomorfológicas de un terreno; sino que, además, modifica su fertilidad, su productividad, y la calidad y cantidad de otros recursos naturales. A su vez, la tasa de erosión depende de una serie de factores geomorfológicos, edáficos, régimen hidrológico, cobertura vegetal, uso del suelo, entre otros (Aiello, Adamo y Canora, 2015; Blanco Chávez, 2019).

Este proceso de desgaste conlleva la pérdida, desprendimiento y transporte del material del suelo por acción del agua o del viento; siendo la precipitación, el factor más influyente debido al mecanismo de salpicadura, que es el principal agente iniciador de la erosión (Alvarado-García y Zúñiga-Amador, 2020).

El potencial erosivo de la lluvia determina en gran medida, su erodabilidad. Esta susceptibilidad al desprendimiento y transporte de las partículas del suelo está influenciada por numerosas propiedades extrínsecas e intrínsecas (Pérez-Salinas, Rodríguez, López-Santos, Torres-González, Meraz-Jiménez, Díaz-Romo y Valdivia-Martínez, 2019), y representan el grado de resistencia natural que ofrece el suelo a ser erosionado (Ramírez-Ortiz, Hincapié-Gómez y Sadeghian-Khalajabadi, 2009).

Esta sensibilidad o resistencia a la erosión evidencia que diferentes tipos de suelo se erosionan a diferentes tasas, cuando los factores que la afectan son los mismos; es decir, los factores erosivos determinan la magnitud de los agentes erosivos (Ramírez-Ortiz et al., 2009). Por ello, y dado que, la causa de la erosión no radica en un solo componente, esta revisión pretende analizar los principales elementos que intervienen en dicho proceso.

Factores

Precipitación

En función de la causa, la erosión hídrica es la más común y es acelerada por la acción de las gotas de lluvia sobre un terreno desnudo. Cuando la gota cae por gravedad, impacta la superficie de forma directa con una fuerza considerable, lo que disgrega las partículas del suelo, las arrastra y finalmente las deposita (Suárez, 2001; Imeson y Curfs, 2008; Ragonessi y Soto, 2010).

Según Suárez (1980), la precipitación es el factor más influyente en tales procesos, a causa principalmente del mecanismo de salpicadura, el cual constituye el principal agente iniciador de la erosión. El poder erosivo de las gotas de lluvia depende no solamente de las propiedades del suelo, sino también de la carga energética (tamaño y velocidad) con la que impacta la superficie y de la presencia de

vegetación. Cuando existe un sistema foliar que intercepta las gotas, se reduce el tamaño y velocidad de la gota (León, 2001; Suárez, 2001).

La erosividad o agresividad de la lluvia sobre el suelo, representa la energía cinética con que las gotas de lluvia a determinada intensidad pueden romper los agregados superficiales en partículas de tamaño transportable. Es, por lo tanto, un atributo complejo, ya que relaciona cantidad y duración de las lluvias, y diámetro y velocidad de las gotas de lluvia (Colotti Bizzarri, 1999).

La intensidad representa el volumen de lluvia caída por unidad de tiempo. Se estima que todo evento pluvial con intensidad menor a 25 mm h⁻¹ no se considera erosivo (Núñez, 2010); sin embargo, esto va a depender de la duración de las lluvias, ya que esto, va a regular la cantidad de agua caída sobre el suelo. Las precipitaciones largas son más erosivas que las de corta duración, ya que el terreno supera su capacidad de infiltración y produce lluvia en exceso o escorrentía (Alvarado-García, 2020).

Adicionalmente, la distribución de intensidades dentro de una tormenta determina en gran medida, el comportamiento de la escorrentía. Si las intensidades máximas ocurren al inicio de un aguacero, gran parte será infiltrada y otra encauzada hacia alguna red de drenaje; mientras que, si esto ocurre al final del aguacero, cuando el suelo está saturado y la infiltración es mínima, el volumen de agua será mayor (Robredo-Sánchez 2014).

En términos de erosión, el porcentaje del agua de lluvia que se convierte en agua de escorrentía es fundamental para la toma de decisiones. En función de ciertos parámetros edáficos, se obtiene un coeficiente de escorrentía; el cual aumentará, al incrementar la impermeabilidad del suelo y la pendiente, y disminuir la cobertura vegetal (Alvarado-García, 2020).

En eventos de alta intensidad de lluvia, ésta posee gran capacidad de transporte y arrastre de elementos finos y gruesos (Almoza, Medina, Schiettecatté, Ruiz y Leal, 2007); lo cual, provoca un reordenamiento de la estructura edáfica a lo largo de un terreno y la formación de capas gruesas, menos porosas e impermeables, que aumentan la escorrentía superficial y la exposición del suelo (Robinson y Woodun, 2008).

Vegetación

El papel de la cobertura vegetal es imprescindible para la protección del suelo a nivel subterráneo y superficial. Amortigua el impacto de las gotas de lluvia, facilita la infiltración y frena la escorrentía (Alvarado-García y Zúñiga-Amador, 2020).

La vegetación es fundamental para la salud del suelo, sobre todo por el aporte de materia orgánica, la cual mantiene las características del suelo homogéneas (García, 2004), permite una mayor y mejor agregación de las partículas del suelo y provee mayor estabilidad estructural y resistencia a la erosión (Ramírez-Ortiz et al., 2009).

El sistema radicular tiene implicaciones sobre la erosión; ya que, generalmente, las especies herbáceas presentan una alta densidad de raíces finas en los horizontes superficiales; en tanto que, las especies leñosas, se distribuyen más ampliamente en el perfil del suelo. Ambas le confieren al terreno, resistencia estructural y representan una excelente protección contra los impactos de la erosión (Sepúlveda-Lozada, Geissen, Ochoa-Gaona, Jarquín-Sánchez, Hernández de la Cruz, Capetillo y Zamora-Cornelio, 2009).

Estudios realizados por Dlamini, Orchard, Jewitt, Lorentz, Titshall y Chaplot (2011), Durán, Rodríguez, Martín, de Graaff, Francia y Flanagan (2011), Alvarado, Bermúdez, Romero y Piedra (2013) y Alvarado-García y Zúñiga-Amador (2020), concuerdan en que el uso de coberturas ayuda a disminuir la pérdida de suelo.

Topografía

Los principales factores topográficos que tienen influencia sobre la erosión hídrica son el ángulo de la pendiente, el largo y forma de la ladera (Gayoso y Alarcón, 1999). A mayor inclinación y longitud de la ladera, mayor severidad de la erosión (Dumas Salazar, 2012).

La longitud e inclinación de la pendiente están directamente relacionadas con la vulnerabilidad de los suelos a la erosión, a medida que se incrementa la inclinación y la longitud de la pendiente (Hincapié Gómez y Ramírez Ortíz, 2010), se incrementa el arrastre y depósito de sedimentos aguas abajo por acción de la escorrentía superficial (Suárez, 2001; Hernández, 2011).

En una ladera, la erosión del suelo no se da igual en toda su longitud. La erosión incrementa a medida que aumenta la pendiente del terreno, ya que también lo hacen la cantidad y la energía de la escorrentía superficial. En una superficie plana, las gotas de lluvia salpican las partículas de suelo en todas direcciones (Hernández, 2011); mientras que, en un terreno inclinado la erosión hídrica causa un máximo de pérdida de suelo en las áreas medias y bajas de la pendiente, y una acumulación de material en la base de las laderas (Mehuys, Tiessen, Villatoro, Sancho y Lobb, 2009).

Suelo

La erodabilidad representa el grado de sensibilidad frente a la erosión, y depende de sus características físicas y del manejo que se le da a éste (Núñez, 2010). Según Henríquez y Cabalceta (1999) algunas propiedades físicas del suelo que inciden en el proceso erosivo son, la densidad aparente, densidad de partículas, espacio aéreo, porosidad total, infiltración y conductividad hidráulica; todas relacionadas con la textura del suelo y agentes formadores.

El suelo posee algunos atributos que aceleran el proceso erosivo, estas son:

- Compactación: es un empaquetamiento de las partículas que constituyen la fracción sólida del suelo, lo que provoca una disminución del espacio poroso total y un aumento de la densidad aparente. Además, esto restringe el desarrollo radical de la vegetación (Henríquez, Ortiz, Largaespada, Portugués, Vargas, Villalobos y Gómez, 2011).

- Textura: los suelos con alto porcentaje de limo son más vulnerables a la erosión. Altos contenidos de arcilla y poca porosidad puede ocasionar un decremento en la velocidad de infiltración de agua en el suelo; en tanto que, los suelos arenosos son más resistentes al impacto de las gotas de lluvia, siempre que el suelo no esté saturado (Núñez, 2010).

- Estructura: un adecuado desarrollo estructural en los perfiles edáficos favorece la infiltración y disminuye la esocorrentía. Esto se da en suelos franco arcillosos, franco arcillo limosos, arcillosos y arcillo limosos (Núñez, 2010). El contenido de materia orgánica influye en la agregación de partículas de suelo y estabilidad de los agregados, lo cual favorece la resistencia del suelo a la erosión (Ramírez-Ortiz et al., 2009)

- Densidad aparente y porosidad: una alta densidad aparente posee menor porosidad. El predominio de mesoporos y macroporos promueve la infiltración y evita una acelerada saturación (Núñez, 2010). Esto concuerda con Ramírez-Ortiz et al. (2009), donde la densidad aparente, la estabilidad estructural y la conductividad hidráulica mostraron relación con la resistencia del suelo; por lo tanto, una menor densidad aparente le confiere al suelo mayor resistencia a la erosión y mayor estabilidad estructural.

- Conductividad hidráulica: la erodabilidad y la conductividad hidráulica son inversamente proporcionales; esta relación indica que la estructura subsuperficial determina el movimiento de agua en el perfil del suelo (Ramírez-Ortiz et al., 2009) y, por lo tanto, la permeabilidad de los horizontes.

- Pedregosidad: esta propiedad puede ser ambivalente, ya que las piedras frenan la infiltración directa de las gotas de lluvia; sin embargo, también pueden aumentarla, si toman la energía cinética de la lluvia. Las zonas pedregosas, en general, poseen una macroporosidad importante, que permite la infiltración y la conductividad hidráulica (Viramontes, Descroix y Bollery, 2006).

Uso

Las actividades humanas desencadenan una serie de procesos que reducen la capacidad actual o futura del suelo para funcionar y sostener los ecosistemas; para mantener o mejorar la calidad de los recursos naturales; y para preservar la salud humana. Por lo tanto, la degradación del suelo es toda modificación que incida en la pérdida de las funciones de éste (Muñoz Iniesta, Ferreira Ramírez, Escalante Arriaga y López García, 2013).

Los cambios significativos de la cubierta terrestre afectan sustancialmente la calidad y salud de los suelos. Un ejemplo de ello, son las actividades agrícolas en expansión y sus procesos de producción altamente mecanizados, los cuales provocan una mayor vulnerabilidad a inundaciones y problemas ambientales asociados, debido al aporte de sedimentos en los cuerpos de agua y a la transformación del relieve (Álvarez Rojas y Peña, 2013).

Las actividades humanas alteran fácilmente las características edáficas, lo que modifica a su vez, la respuesta hidráulica (Viramontes et al., 2006) e hidrológica de una cuenca (Alvarado García, 2020). Existe una relación proporcional entre la cobertura urbana y el uso de suelo; para un mismo evento de lluvia, el volumen de escorrentía incrementa en áreas impermeabilizadas (Rey Valencia y Zambrano Nájera, 2018). Por lo tanto, un mal manejo del suelo es un elemento condicionante de la susceptibilidad a la erosión (Alvarado García, 2020).

La degradación de los suelos a nivel mundial evidencia la necesidad de adoptar técnicas de manejo conservacionista, con el fin de mantener la cubierta vegetal para protegerlos del impacto de las gotas de lluvia y reducir su pérdida, de manera que las condiciones favorables de humedad y temperatura favorezcan la actividad biológica y la sucesión ecológica. Un suelo protegido es menos vulnerable a la erosión. Las plantas proveen un sostén mecánico a nivel subterráneo y una protección biofísica a nivel aéreo (Alvarado-García y Zúñiga-Amador, 2020).

Por ello, en suelos con riesgo bajo, la implementación de coberturas vivas y muertas, siembra con altas densidades, y cultivos asociados o de rotación son fundamentales para mejorar la infiltración del agua en el suelo. En suelos con pendientes fuertes y largas, las barreras vivas son la mejor garantía para reducir la acción erosiva de la escorrentía (Hincapié Gómez y Ramírez Ortiz, 2010), recuperar la fertilidad natural de los suelos e incrementar la diversidad macro y microbiológica (San Román, Cárdenas y CATIE, 2016).

Prácticas de conservación del suelo

La degradación de los suelos evidencia la necesidad de adoptar técnicas de manejo conservacionista que promuevan el uso de cubiertas vegetales (sobre todo, nativas) y un óptimo rendimiento biológico, químico y físico. Un suelo protegido es menos vulnerable a la erosión; por ello, a continuación, se describen algunas tecnologías de conservación de suelos:

Abonos orgánicos

Consisten en materiales de origen natural, producto de la descomposición de los desechos y que mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Pueden ser desechos de origen animal, vegetal o mixto; residuos de cultivos después de la cosecha; cultivos verdes (principalmente leguminosas); restos

orgánicos agropecuarios (estiércol, purín); restos orgánicos agrícolas; compost, entre otros (Cajamarca, 2012).

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y mantiene la actividad microbiana; al incorporarla da como resultado una cantidad de beneficios importantes (Félix-Herrán, Sañudo-Torres, Rojo-Martínez, Martínez-Ruiz y Olalde-Portugal, 2008), por lo que, dentro de las ventajas que se podrían obtener con esta práctica está: mejorar la estructura del suelo (agregados más estables y permeables); aumentar la retención de humedad del suelo, favorecer la disponibilidad de micronutrientes como el hierro, el cobre y el zinc; elevar la capacidad de intercambio catiónico a través de los ácidos húmicos; y controlar patógenos.

Como parte de los abonos orgánicos secos, se encuentran los abonos verdes. Un ejemplo de ello son los cultivos de cobertura de plantas leguminosas, que fijan el nitrógeno y lo incorporan al suelo para mejorar su fertilidad y calidad (Félix-Herrán et al., 2008; Herrera Izurieta, 2008).

Uno de los beneficios que obtiene el suelo con estos abonos es la cobertura permanente con material orgánico verde o seco, ya que un suelo desnudo es más sensible a la influencia directa del sol y la lluvia, por ende, a la erosión. Además, mejoran el microclima, reducen la incidencia de plagas con respecto a las plantaciones sin cobertura, aumentan la actividad biológica del suelo, mejoran las condiciones para el desarrollo radicular, e incrementan el rendimiento de los cultivos (FAO, 2018).

Cultivos de cobertura

Los cultivos de cobertura están caracterizados por presentar diversas funciones como la supresión de malezas, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades, alimentación humana y forraje. Es una técnica de bajo costo (reduce la necesidad de insumos externos), genera ingresos, incrementa la productividad y reduce la degradación de los recursos naturales (Pound, 1999).

En regiones tropicales lluviosas, los cultivos son de mayor importancia, ya que al ser establecidos con un cultivo de interés económico, lo protege contra la erosión o daños ocasionados por las lluvias. Además, aumentan la diversidad de insectos benéficos y reducen malezas. En términos generales, estos cultivos reducen la contaminación, la erosión, conservan la humedad y protegen la calidad de agua (Ligña-Sangucho, 2014).

Barreras vivas

Se siembran en hileras y en gran densidad, perpendicular a la pendiente (en contorno) o como complemento a una obra física. Son importantes en zonas de ladera, donde la erosión hídrica es evidente. Se combinan con cultivos de cobertura

y otras prácticas de conservación de suelo y agua como las terrazas y barreras muertas. Se utilizan especies de rápido crecimiento como pastos, arbustos, árboles para uso forestal, árboles frutales, plantas leguminosas y otras (San Román, Cárdenas, & CATIE, 2016).

Dentro de sus ventajas están: reducir la velocidad del agua de escorrentía y favorecer la infiltración; disminuir la degradación del suelo, prolongar el uso de la tierra, y propiciar la regeneración natural de vegetación secundaria (Cruz-Fernández, 2005).

Cortinas rompevientos

Consisten en hileras de árboles que delimitan una propiedad o un potrero, con el fin de brindar protección contra el viento y producción de forraje, leña, madera, frutos, y postes. Además, estos fragmentos son significativos para la flora y fauna nativa, proporcionando hábitat y sirviendo como corredores biológicos. Una cerca compuesta por diferentes especies proporciona diversidad estructural, de modo que, proveen una mayor variedad de nichos para la fauna, y una mayor posibilidad de proveer alimento (como flores, néctar y frutas) para los animales a lo largo de todo el año (Alas-Martínez, 2007).

Bioingeniería

La bioingeniería se basa en la utilización de plantas vivas como elemento constructivo, con o sin material inerte (piedras, geotextiles o productos sintéticos). Esta técnica actúa como refuerzo, drenaje o barrera de sedimentos, a la vez que favorece el control de la erosión y la estabilización de taludes (Suárez, 2001; Mataix y López, 2007; García-Chevesich, 2015).

Algunas técnicas de la bioingeniería son:

- Hidrosiembra: consiste en la colocación de una mezcla acuosa y semillas sobre el suelo, utilizando equipos de bombeo a presión. Es un método sencillo, favorece la revegetación y es recomendable para inclinaciones de hasta 35° (ca. 70 % de pendiente).
- Estacas vivas: son cortes leñosos vivos (de herbáceas o arbustos) en forma de bisel, capaces de enraizar fácilmente y establecerse en pendientes moderadas (<50 % de inclinación).
- Fajinas vivas: son ramas vivas de plantas leñosas, atadas e instaladas sobre zanjas. Se recomiendan para pendientes moderadas (<50 % de inclinación).

Revegetación

La vegetación representa la mejor protección contra la erosión; es multifuncional, económica y visualmente atractiva. El uso de especies nativas es la mejor garantía de un funcionamiento saludable del ecosistema y son una alternativa ideal desde el punto de vista ecológico, ético, estético y práctico. La cubierta vegetal actúa como

un “colchón” protector entre el suelo y la atmósfera (Morgan, 2005) y su efectividad depende de la densidad de la cobertura superficial. Cuanto más cubierto de vegetación esté un terreno, menos propenso será a la erosión.

Dentro de las principales ventajas de la cubierta vegetal están: mejorar el aspecto del sitio, la calidad del suelo y del ecosistema en general; aportar servicios ecosistémicos; reducir la erosión; disminuir la velocidad de la escorrentía superficial; aumentar la infiltración del agua en el suelo; mejorar la calidad, estructura y resistencia mecánica del suelo; y proporcionar estabilidad, rugosidad y porosidad al suelo por medio de la materia orgánica (Alvarado-García, 2016; Alvarado García y Zúñiga Amador, 2020).

Existen especies pioneras con alta capacidad de tolerancia y resistencia que crecen y se establecen en terrenos intervenidos, degradados y pobres de nutrientes. Esto mejora sustancialmente las propiedades del suelo y contribuye al crecimiento de otras plantas; las raíces penetran el suelo compactado e incrementan la porosidad y la infiltración. Así, el proceso de rehabilitación es evidente y exitoso gracias sucesión ecológica (Alvarado García y Zúñiga Amador, 2020).

Un caso de estudio permitió evidenciar lo anterior durante el 2015 en el río Torres, ubicado en San José, Costa Rica. Para ello se pusieron a prueba tres herbáceas nativas: platanilla (*Heliconia tortuosa* Griggs), catalina (*Dahlia imperialis* Roezl ex Ortgies) y canutillo (*Tradescantia zanonii* (L.) Sw.), y tres arbustos nativos: zorrillo (*Cestrum nocturnum* L.), coralillo (*Hamelia patens* Jacq.) y quitirrisí (*Lasiantha fruticosa* (L.) K.M. Becker). Esto permitió evaluar la producción de sedimentos en parcelas de 8 m² y se observó que el grado de efectividad depende de la supervivencia de las plantas (ya sea por condiciones climáticas o del terreno) y de su capacidad para establecerse y retener sedimentos. Todas las especies fueron exitosas para el control de la erosión y eficaces para la rehabilitación ecológica de esos sitios (Alvarado y Zúñiga, 2018).

Ética, conflicto de intereses y declaración de financiamiento: la autora declara haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en el manuscrito; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, están de acuerdo con la versión editada final del documento. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

CONCLUSIONES

Aiello, A., Adamo, M., & Canora, F. (2015). Remote sensing and GIS to assess soil erosion with RUSLE3D and USPED at river basin scale in southern Italy. *Catena*, 131, 174–185. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.04.003>

- Alas-Martínez, J. M. (2007). Barreras para la implementación de sistemas silvopastoriles y usos de suelo amigables con la biodiversidad en Matiguás, Nicaragua. (Tesis de Maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Almoza, Y., Medina, H., Schiettecatte, W., Ruiz, M. E., & Leal, Z. (2007). Análisis de la relación temporal entre los valores de precipitación mensual y gastos en la subcuenca La Güira del río Cuyaguateje. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(4), 88-94.
- Alvarado-García, V. (2016). La vegetación como factor de control de la erosión. *Repertorio Científico*, 19(1), 13-17.
- Alvarado V., Bermúdez, T., Romero, M., & Piedra, L. (2013). Plantas nativas para el control de la erosión en taludes de ríos urbanos. *Spanish Journal of Soil Science*, 4(1), 99-111.
- Alvarado-García, V. (2020). *Modelación hidrológica del río Torres, San José, Costa Rica y su variación con respecto al cambio climático*. (Tesis de Maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Alvarado, V., & Zúñiga, M. A. (2018). Vegetación nativa como factor de control de erosión y restauración ecológica, San José, Costa Rica. *Revista La Calera*, 19(30), 39-47. <https://doi.org/10.5377/calera.v18i30.7738>
- Alvarado García, V., & Zúñiga Amador, M. A. (2020). *Plantas nativas para el control de la erosión*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Álvarez Rojas, M., & Peña, W. (2013). Estimación de niveles erosivos en suelos con cultivo de piña en Sarapiquí. *Repertorio Científico*, 16(1), 3-11.
- Blanco Chávez, M. E. (2019). Erosión hídrica en la microcuenca del Cauce 31 de Diciembre, Nicaragua. *Nexo Revista Científica*, 32(2), 94-105. <https://doi.org/10.5377/nexo.v32i02.9261>
- Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. (Tesis de Grado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Colotti Bizzarri, E. (1999). La erosividad: cualidad de la lluvia poco conocida. *Terra Nueva Etapa*, 15(24), 99-116.
- Cruz-Fernández, M. (2005). *Barreras vivas antierosivas para la agricultura de ladera de la Huasteca Potosina*. San Luis Potosí, México: INIFAP-CIRNE.
- Dlamini, P., Orchard, C., Jewitt, G., Lorentz, S., Titshall, L., & Chaplot, V. (2011). Controlling factors of sheet erosion under degraded grasslands in the sloping lands of KwaZulu- Natal, South Africa. *Agricultural Water Management*, 98, 1711-1718.
- Dumas Salazar, A. (2012). *Riesgo de erosión hídrica en la cuenca hidrográfica del río Mundo* (Tesis de Maestría). Universidad complutense de Madrid, Madrid, España.
- Durán V. H., Rodríguez, C. R., Martin, F. J., de Graaff, J., Francia, J. R., & Flanagan, D. C. (2011). Environmental impact of introducing plant covers in the taluses of terraces: Implications for mitigating agricultural soil erosion and runoff. *Catena*, 84, 79-88.

- Félix-Herrán, J., Sañudo-Torres, R., Rojo-Martínez, G., Martínez-Ruiz, R., & Olalde-Portugal, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 4(1), 57-67.
- García, P. (2004). *Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica*. En: Valladares F. (Ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (pp. 309-334). EGRAF; Madrid, España.
- García-Chevesich, P. (2015). *Control de la erosión y recuperación de suelos degradados*. Denver, USA: Outskirts Press
- Gayoso J., & Alarcón D. (1999). *Guía de conservación de suelos forestales*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Henríquez, C. & Cabalceta, G. (1999). *Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque Agrícola*. San José, Costa Rica: 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.
- Hernández, D. (2011). *Influencia de la pendiente y la precipitación en la erosión de taludes desprotegidos*. (Tesis de Licenciatura). Universidad del Bio – Bio, Concepción, Chile.
- Herrera Izurieta, F. (2008). *Verdes gotas de vida. Manual de agricultura orgánica. Una alternativa sostenible para Galápagos*. Islas Galápagos, Ecuador: FUNDAR Galápagos.
- Hincapié Gómez, E., & Ramírez Ortiz, F. A. (2010). *Riesgo a la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera*. Cenicafé, Colombia: Fondo Nacional del Café.
- León, J. (2001). *Estudio y control de la erosión hídrica*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ligña-Sangucho, M. A. (2014). *Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo*. (Tesis de Licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana, Francisco Morazán, Honduras.
- Mataix, C., & López, J. (2007). *Factores ambientales: funciones y uso de la vegetación en la estabilización de laderas*. En: Confederación Hidrográfica del Ebro (Ed.). Zaragoza, España: Jornadas Técnicas sobre Estabilidad de Laderas en Embalse.
- Mehuys, G. R., Tiessen, K. H. D., Villatoro, M., Sancho, F., & Lobb, D. A. (2009). Erosión por labranza con arado de disco en suelos volcánicos de ladera en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 205-215.
- Morgan, R. (2005). *Soil erosion and conservation*. Oxford, USA: National Soil Resources Institute - Cranfield University.
- Muñoz Iniesta, D. J., Ferreira Ramírez, M. F., Escalante Arriaga, I. B., & López García, J. (2013). Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana*, 31 (3), 201-210.
- Núñez J. (2010). *Manejo y conservación de suelos*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos*

- en áreas rurales*. Bogotá, Colombia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Pérez-Salinas, J. E., Rodríguez, F. R., López-Santos, A., Torres-González, J. A., Meraz-Jiménez, A. de J., Díaz-Romo, A., & Valdivia-Martínez, O. (2019). Erodabilidad y riesgo de erosión de suelos negros del centro de México: estudio de un Phaozem. *Terra Latinoamericana*, 37, 391-400.
<https://doi.org/10.28940/terra.v37i4.531>
- Pound, B. (1999). *Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América Latina*. En: Sánchez, M. D., & Rosales, M. (Eds.). Roma, Italia: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.
- Ramírez-Ortiz, F. A., Hincapié-Gómez, E., & Sadeghian-Khalajabadi, S. (2009). Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del departamento de Caldas. *Cenicafé*, 60(1), 58-71.
- Rey Valencia, D. M., & Zambrano Nájera, J. 2018. Estudio de la respuesta hidrológica en la cuenca urbana de montaña San Luis-Palogrande. *Revista UIS Ingenierías*, 17(1), 115-126. <https://doi.org/10.18273/revuin.v17n1-2018011>
- Robinson, D. A., & Woodun, J. K. (2008). An experimental study of crust development on chalk downland soils and their impact on runoff and erosion. *European Journal of Soil Science*, 59, 784-798.
- Robredo-Sánchez, J. C. (2014). *Cálculo de caudales de avenida*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- San Román, L., Cárdenas, J., & Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2016). *Buenas prácticas para el desarrollo de agricultura sostenible y afrontar el cambio climático*. Vásquez de Coronado, Costa Rica: Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola, PRIICA.
- Sepúlveda-Lozada, A., Geissen, V., Ochoa-Gaona, S., Jarquín-Sánchez, A., Hernández de la Cruz, S., Capetillo, E., & Zamora-Cornelio, L. F. (2009). Influencia de tres tipos de vegetación ribereña en el control de la erosión fluvial en Pantanos de Centla, México. *Revista de Biología Tropical*, 57(4), 1153-1163.
- Suárez, F. (1980). *Conservación de suelos*. San José, Costa Rica: Editorial IICA.
- Suárez, J. (2001). *Control de erosión en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Viramontes, D., Descroix, L., & Bollery, A. (2006). Variables de suelos determinantes del escurrimiento y la erosión en un sector de la Sierra Madre Occidental. *Ingeniería hidráulica en México*, 21(1), 73-83.

IMPACTO DEL PROGRAMA “DONANTE POWER” EN LA DONACIÓN VOLUNTARIA DE SANGRE DEL PERÚ: CONTEXTO DE LA PANDEMIA DEL COVID-19

IMPACT OF THE “DONANTE POWER” PROGRAM ON THE VOLUNTARY DONATION OF BLOOD OF PERU: CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC.

Lizbeth Pérez¹, Martín Magallanes S.², Shelah Cango G.³, Angely Martinez M.³, Ana Tiparra C.³, Katherine Zúñiga N.³, Lisset Ramos N.³, Sheyla Arevalo C.³, Valentino Laura Ch.³, Eckert Pizarro R.³

<https://doi.org/10.52109/cyp2021220>

¹ Lic. Tecnólogo Médico, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, lizbethperez@unmsm.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0003-2253-0048>.

² Maestro en Administración de Servicios de Salud, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, mmagallaness@unmsm.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0001-6920-902X>.

³ Estudiantes de Tecnología Médica.

REGISTROS

Recibido el 11/07/2021

Aceptado el 31/07/2021

Publicado el 31/07/2021



PALABRAS CLAVE

Donación, Sensibilización, Conocimiento, Actitudes.

KEYWORDS

Donation, Awareness, Knowledge, Attitudes.

RESUMEN

Por la escasa donación voluntaria de sangre en el Perú y sumado al contexto de pandemia, los bancos de sangre se han visto mermados en las cantidades de unidades disponibles, por lo cual se evaluó el impacto de un programa de sensibilización sobre la donación voluntaria de sangre. Previo al inicio del programa, se aplicó una evaluación inicial para todos los inscritos y al finalizar las 10 charlas que fueron transmitidas por Google meet y Facebook live, se invitó a todos los inscritos a volver a completar otra vez la evaluación. Se aplicó la prueba de rangos de Wilcoxon obteniendo $p=0.03$ ($p<0.05$) para el nivel de conocimiento y $p=0.21$ ($p<0.05$) para el nivel de actitudes. Se concluye que el programa “Donante Power” sí presenta cambios significativos positivos hacia la donación de sangre.

ABSTRACT

Due to the scarcity of voluntary blood donation in Peru and the context of the pandemic, blood banks have been reduced in the number of units available, so the impact of an awareness-raising programme on voluntary blood donation was evaluated. Before the start of the programme, an initial assessment was administered to all registrants and at the end of the 10 talks, which were broadcast via Google meet and Facebook live, all registrants were invited to return to complete the assessment again. The Wilcoxon signed-rank test obtained $p=0.03$ ($p<0.05$) for the level of knowledge and $p=0.21$ ($p<0.05$) for the level of attitudes. It is concluded that the “Donante Power” programme does show significant positive changes towards blood donation.

INTRODUCCIÓN

La donación voluntaria de sangre representa uno de los retos más grandes en el ámbito de salud, principalmente en Sudamérica. Según datos de PRONAHEBAS (programa nacional de hemoterapia y bancos de sangre), para el año 2019 en el Perú solo el 9.85% eran donaciones voluntarias de sangre además según el informe de la PAHO el Perú se ubica entre los últimos puestos de la región en lo que refiere a la donación voluntaria (MINSA, 2019) además, para abastecer los bancos de sangre, es necesario que el 2% de la población peruana realice este acto altruista, pero lamentablemente solo 1.06% de peruanos lo hace (OMS, 2020), Estas cifras preocupantes se han visto acentuadas debido a la pandemia del COVID-19 (Gutierrez, 2021) (Remacha, 2021), llegando al punto de postergar cirugías o cancelarlas. Por este motivo, se incrementaron las campañas de donación de sangre en centros de alta concurrencia. Sin embargo, la participación seguía siendo reducida. Una de las razones de este desabastecimiento es la desinformación, por miedo a adquirir enfermedades transmisibles o la posibilidad de solo donar sangre mediante campañas de donación (González & Lilia, 2021)(García & Amparo, 2019) es por esa razón que realizamos un cronograma de charlas con el fin de informar a la población y poder abastecer los bancos a corto y largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo pre-experimental, prospectivo y de corte longitudinal, por otro lado, se hizo un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia obteniéndose 22 personas, la muestra fue parte de un grupo de Facebook llamado "Donante Power" (Donante Power | Facebook, s. f.) creado por el mismo grupo de investigadores, grupo cuyo fin es sensibilizar a la población acerca de la importancia de la donación de sangre. Los datos fueron recopilados mediante un cuestionario aplicado el primero en el mes de septiembre del año 2020 y el segundo en el mes de enero del 2021 el cuestionario fue de tipo estructurado de carácter anónimo y auto administrativo a través de los correos electrónicos y mediante el formato Google Forms. El cuestionario tenía tres partes, con lo cual se buscó recopilar datos sobre los conocimientos, actitudes y prácticas hacia la donación voluntaria de sangre, para la elaboración del instrumento se tomó en cuenta estudios anteriores relacionados al tema (Gonzales & Lilia, 2021) (García & Amparo, 2019). El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico Package for the Social Sciences (SPSS versión 22) en el cual se utilizó la prueba de Wilcoxon debido a que es un estudio pre-experimental.

RESULTADOS

Se obtuvo los resultados de 22 personas (Pre-Test y Post-Test) del cual el 59% fueron del género femenino y 41% masculino; de acuerdo al rango de edad se obtuvo 73% de la muestra estaba comprendido por personas que comprenden edades entre 18-28 años, 4% comprendía edad entre 29-44 años y 22% comprendía edad de 45 a

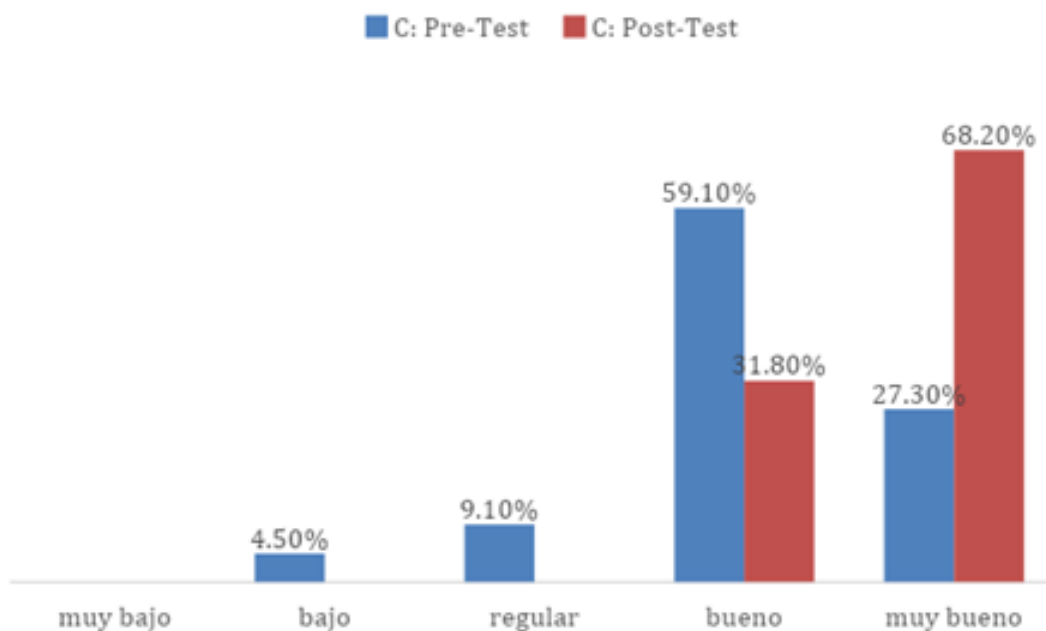
más años. De acuerdo con el nivel de instrucción, el 63% tenía educación superior universitaria incompleta; finalmente el 59% de la muestra tenía una ocupación relacionada a la salud.

Respecto al nivel de conocimiento se aplicó la prueba de Wilcoxon donde se obtuvo un valor de significancia de $p=0.03$ ($p<0,05$) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, y aceptamos que el nivel de conocimiento presenta cambios significativos después del programa de sensibilización sobre la donación voluntaria de sangre.

Respecto al nivel de actitudes se aplicó la prueba de Wilcoxon nuevamente donde se obtuvo un valor de significancia de $p=0.21$ ($p<0,05$) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, y aceptamos que el nivel de actitudes presenta cambios significativos después del programa de sensibilización sobre la donación voluntaria de sangre.

Figura 1

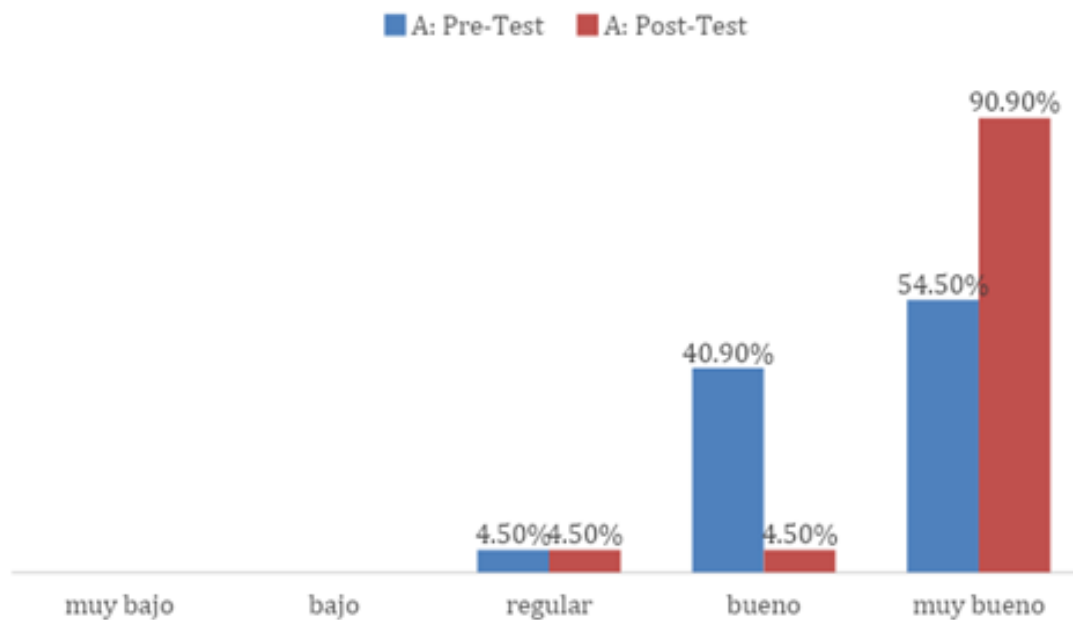
Conocimiento acerca de la donación de sangre



Nota: Fuente, Programa Donante Power-2020

Análisis del gráfico 1: Se muestra que el nivel de conocimiento posterior al programa mejoró, el 68.2% de los participantes muestran un nivel de conocimiento muy bueno, es decir son capaces de reconocer los requisitos básicos de la donación de sangre y la importancia de esta.

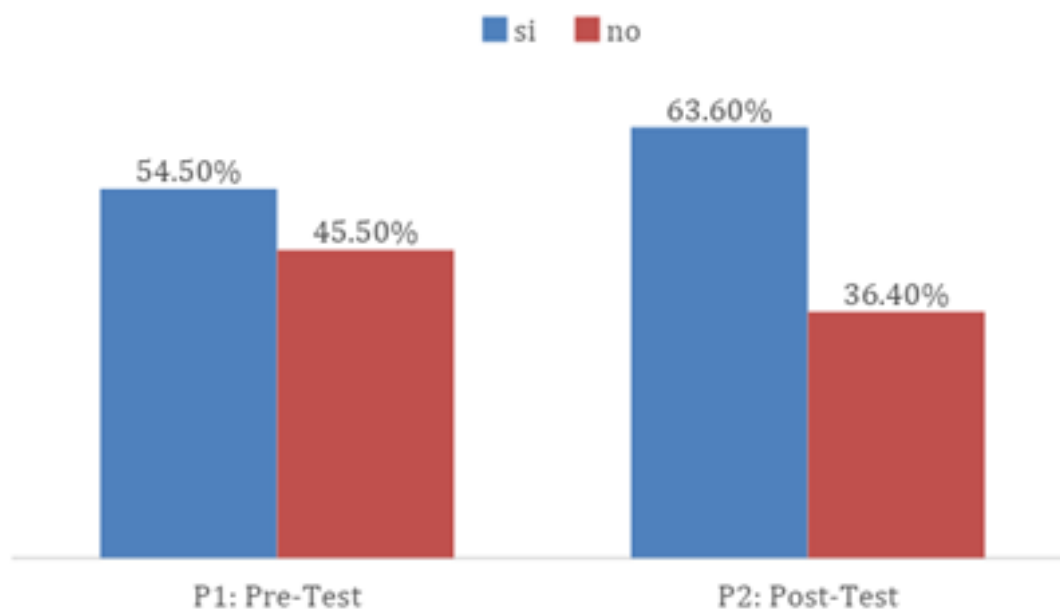
Figura 2

Actitud hacia la donación de sangre

Nota: Fuente, Programa Donante Power-2020

Análisis del gráfico 2: Se muestra que la actitud favorable hacia la donación de sangre posterior al programa mejoró en gran parte de la muestra, más del 90% de los encuestados mantiene un nivel muy favorable hacia la donación de sangre.

Figura 3

Alguna vez ha donado sangre

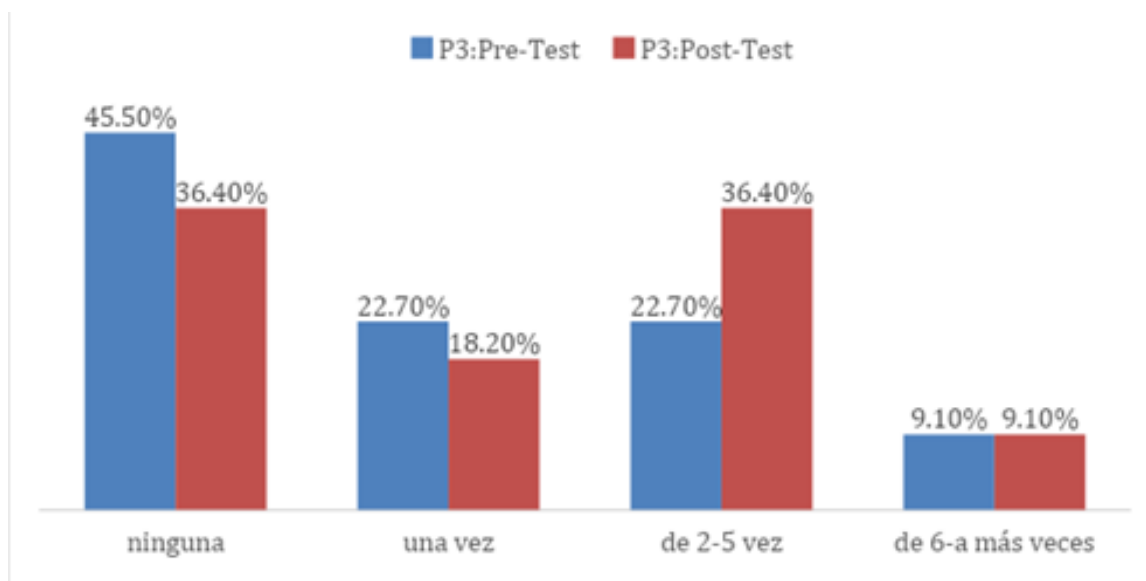
Nota: Fuente, Programa Donante Power-2020

Análisis gráfico 3: Se muestra que el programa tuvo un efecto positivo en cuanto a la práctica de la donación de sangre, el 9.1% de los participantes que nunca habían donado sangre en esta oportunidad donaron sangre.

En respuesta a la pregunta cuántas veces ha donado sangre, obtuvimos los siguientes resultados.

Figura 5

¿Cuántas veces ha donado sangre?



Nota: Fuente, Programa Donante Power-2020

Análisis del grafico 5: La población que donó sangre de 2-5 veces aumentó de forma considerable y la población que donó más de 6 veces se mantiene igual en el post test, demostrándose el efecto positivo del programa.

Tabla 1

Nivel de Conocimiento según los datos epidemiológicos

Datos Epidemiológicos		Conocimiento									
		Pre-Test					Post-Test				
		M.B.	B.	R.	B.*	M.B.*	M.B.	B.	R.	B.*	M.B.*
Género	Femenino	-	7.7%	-	61.5%	30.8%				23.1%	76.9%
	Masculino	-	-	22.2%	55.6%	22.2%	-	-	-	31.3%	68.8%
Edad	De 18-28 años	-	-	6.3%	68.8%	25%	-	-	-	31.3%	68.8%
	De 29-44 años	-	-	100%	-	-	-	-	-	100%	-
	De 45-más años	-	20%	-	40%	40%	-	-	-	20%	80%
Grado de instrucción	Secundaria completa	-	50%	-	50%	-	-	-	-	50%	50%
	Educación superior no universitaria completa	-	-	50%	50%	-	-	-	-	50%	50%
	Educación superior universitaria completa	-	-	-	75%	25%	-	-	-	-	100%
	Educación superior universitaria incompleta	-	-	7.1%	57.1%	35.8%	-	-	-	35.7%	64.3%
Relación con el área de salud	Si	-	-	7.7%	76.9%	15.4%	-	-	-	30.8%	69.2%
	No	-	11.1%	11.1%	33.3%	44.4%				33.3%	66.7%

Nota: Fuente, Programa Donante Power-2020

En la Tabla 1: Muestra un mejor nivel de conocimientos en mujeres, en personas con rango de 45 años a más y en la población con mayor nivel de instrucción; en cuanto a la relación con el área de salud se muestra que luego de la intervención hay un mejor nivel de conocimientos en el grupo que no tienen relación con el área mencionada.

Tabla 2

Nivel de Actitud según los datos epidemiológicos

Datos Epidemiológicos		Actitud									
		Pre-Test				Post-Test					
		M.B.	B.	R.	B.*	M.B.*	M.B.	B.	R.	B.*	M.B.*
Género	Femenino	-	-	7.7%	30.8%	61.5%	-	-	7.7%	7.7%	84.6%
	Masculino	-	-	-	55.6%	44.4%	-	-	-	100%	-
Edad	De 18-28 años	-	-	-	37.5%	62.5%	-	-	-	6.3%	93.8%
	De 29-44 años	-	-	100%	-	-	-	-	-	-	100%
	De 45-más años	-	-	20%	40%	40%	-	-	20%	-	80%
Grado de instrucción	Secundaria completa	-	50%	-	50%	-	-	-	50%	-	50%
	Educación superior no universitaria completa	-	-	-	100%	-	-	-	-	-	100%
	Educación superior universitaria completa	-	-	-	50%	50%	-	-	-	-	100%
	Educación superior universitaria incompleta	-	-	-	35.7%	64.3%	-	-	4.5%	4.5%	90.9%
Relación con el área de salud	Si	-	-	-	30.8%	69.2%	-	-	-	7.7%	92.3%
	No	-	-	11.1%	55.6%	33.3%	-	-	11.1%	-	88.9%

Nota: Fuente, Programa Donante Power-2020

En la tabla 2: Muestra un aumento en el porcentaje de actitudes favorables en las mujeres luego de la intervención y en las personas con rango de 29-44 años; también se observa que a mayor grado de instrucción es mejor la respuesta luego de la intervención de igual forma se muestra en las respuestas de la población con relación en el área de salud.

DISCUSIÓN

En Perú, se requiere que al menos un 2 % de la población peruana participe en las donaciones voluntarias de sangre para lograr que los bancos de sangre estén abastecidos (OMS, 2020) sin embargo, la cantidad de donaciones voluntarias que se recibe es menor, siendo la falta de conocimiento una de las razones para que las personas no deseen participar en este acto (Vásquez et al., 2007) (Ochoa-Ortega et al., 2019) (Olivera Cuadra et al., 2019). Por ello se implementó un programa de sensibilización referente a la donación voluntaria de sangre para lograr un mayor conocimiento, aceptación y participación ante la donación de sangre y aplicando un cuestionario a los participantes antes y después del programa; el cual demostró cambios significativos en los aspectos estudiados.

Nuestros resultados muestran que hubo una mejora en el nivel de conocimiento, reflejándose en el 68% de nuestra población que obtuvo una calificación de MUY BUENO en el cuestionario de conocimiento, siendo este comparable al resultado obtenido aplicando una plataforma virtual en el Centro de Hemoterapia y Banco de Sangre del Hospital Cayetano Heredia, presentando una gran mejora en el aprendizaje conceptual (Fernández Baldeón, 2017). Asimismo, las actitudes y prácticas de donación voluntaria de sangre mostraron un incremento favorable después del programa, mostrando que un 90% de los encuestados demostraron una actitud favorable ante el acto de donación de sangre, siendo un resultado parecido al que se obtuvo en un estudio a adolescentes pertenecientes a centros de Educación Básica alternativa (Llantoy, 2009) quienes mostraron una actitud positiva a la donación de sangre posterior a la ejecución de talleres sobre la promoción de la donación de sangre; en las prácticas un 9.1% paso del grupo de NUNCA HABER DONADO al grupo de DONAR SANGRE. La pregunta referente a la cantidad de donaciones de sangre efectuadas, el grupo que donó de 2-5 veces aumentó de población. Este grupo posiblemente aumentó por la adquisición del conocimiento sobre los requisitos, ventajas, lugares de donación de sangre y los beneficiados con la donación, los cuales fueron de gran influencia (Santana & Palacio, 2008).

Por los datos presentados se considera que el programa de charlas tuvo un impacto positivo, el cual coincide con el resultado (Ruiz-Corbella & García-Gutiérrez, 2020), (Sasot, 2020), (Rego et al., 2020) los cuales mencionan que los medios tecnológicos son una estrategia con gran impacto al momento de captar donantes, esto engloba por ejemplo a las conferencias virtuales, publicaciones informativas, llamadas telefónicas, notificaciones de Facebookk, WhatsApp, Instagram entre otros.

CONCLUSIONES

Se concluye si bien la población peruana no está totalmente sensibilizada sobre el tema de la donación voluntaria de sangre, el programa "Donante Power" pesé a las circunstancias actuales provocadas por la pandemia del COVID 19 si cumple el objetivo de concientizar a la población sobre el tema de la donación voluntaria de sangre. Además, las redes sociales son de gran ayuda en lo que respecta a la

concientización de la donación de sangre ejemplo de ello son las conferencias informativas, difusión de campañas de donación de sangre y los mensajes de aliento que se dieron de manera constante a los participantes ya que nos permitió una frecuente retroalimentación entre los miembros del programa y los usuarios tanto de manera académica como personal.

RECOMENDACIONES

Continuar con la captación de donantes mediante charlas de sensibilización y promoción de la donación de sangre voluntaria mediante las redes sociales.

Desarrollar en las universidades programas de promoción hacia la donación voluntaria de sangre para así concientizar que el tema de la donación voluntaria de sangre es un problema de salud pública que debemos de mejorar sobre todo en los países de Latinoamérica.

REFERENCIAS

- Alves, V., & Lorena, N. (2020). Conocimientos y actitudes sobre donación de sangre en los estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Científica de Perú—Año 2019. Universidad Científica del Perú.
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1023>
- Ante la pandemia por covid, se dificulta donación de sangre en Tampico. (s. f.). Recuperado 1 de febrero de 2021, de <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/pandemia-covid-dificulta-donacion-sangre-tampico>
- Baldeón, F., & Luis, J. (2017). Aplicación de una plataforma virtual en el aprendizaje de los trabajadores del Centro de Hemoterapia y Banco de Sangre del Hospital Cayetano Heredia 2016. Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/15233>
- Disponibilidad y seguridad de la sangre a nivel mundial. (s. f.). Recuperado 5 marzo de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability>
- Donación de sangre: ¿qué son los bancos de sangre? (2020, abril 1). Sistemas Analíticos. <https://www.sistemasanaliticos.com/por-que-es-importante-donar-sangre-y-que-son-los-bancos-de-sangre/>
- Donación voluntaria de sangre se incrementó y llegó a 13,5% de la recaudación total durante 2019. (s. f.). Recuperado 1 de mayo de 2021, de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/77833-donacion-voluntaria-de-sangre-se-incremento-y-llego-a-13-5-de-la-recaudacion-total-durante-2019>
- Donante Power | Facebook. (s. f.). Recuperado 1 de mayo de 2021, de <https://web.facebook.com/donante.power>
- Experiencias y percepciones de los donantes de sangre sobre la donación en un hospital público de Perú. (s. f.). Recuperado 10 de mayo de 2021, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2018000300006

- García, P., & Amparo, V. (2019). Conocimientos y actitudes hacia la donación voluntaria de sangre que tienen los estudiantes de enfermería y medicina de una universidad pública Lima- 2018. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10308>
- Gonzales, C., & Lilia, K. (2021). "CONOCIMIENTOS Y ACTITUDES FRENTE A LA DONACIÓN DE SANGRE ENTRE PADRES DE FAMILIA DE UN CENTRO EDUCATIVO PRIVADO. LIMA, 2019". Universidad Privada Norbert Wiener - WIENER. <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/4375>
- La donación de sangre se hace más esencial debido a la pandemia. (s. f.). Recuperado 1 de abril de 2021, de <https://eldia.com.do/la-donacion-de-sangre-se-hace-mas-esencial-debido-a-la-pandemia/>
- La pandemia lleva las donaciones de sangre al nivel más bajo en una década. (s. f.). Recuperado 1 de julio de 2021, de https://www.eldiario.es/sociedad/pandemia-lleva-donaciones-sangre-nivel-decada_1_8045093.html
- Mamani, Z. R. F. (2019). CONOCIMIENTOS Y ACTITUDES SOBRE DE LA DONACIÓN DE SANGRE EN LA ESCUELA SUPERIOR DE MAESTROS "MARISCAL SUCRE". Bio Scientia, 2(4), 60-72.
- Ochoa-Ortega, M. R., Herrera-Miranda, G. L., Casanova-Moreno, M. de la C., Ochoa-Ortega, M. R., Herrera-Miranda, G. L., & Casanova-Moreno, M. de la C. (2019). Resultados de la aplicación de un programa educativo sobre donaciones de sangre. Revista Archivo Médico de Camagüey, 23(2), 223-232.
- Olivera Cuadra, D., Cárdenas Carvajal, M., Ferrera Morales, B., Olivera Cuadra, D., Cárdenas Carvajal, M., & Ferrera Morales, B. (2019). La promoción de donación de sangre ante la necesidad de la obtención de un producto seguro. Medicentro Electrónica, 23(2), 125-129.
- Rego, M. Á. S., Núñez, Í. M., Losada, A. S. (2020). Movilidad y TIC en aprendizaje-servicio: Perspectivas para una sociedad global y tecnológica. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 23(1), 67-84. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.24180>
- Ruiz-Corbella, M., & García-Gutiérrez, J. (2020). Aprendizaje-Servicio en escenarios digitales de aprendizaje: Propuesta innovadora en la educación superior. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 23(1), 183-198. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.24391>
- Sasot, M. R. T. (2020). Un itinerario digital para el aprendizaje-servicio ubicuo. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 23(1), 111-128. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.25389>
- Vásquez, M., Ibarra, P., & Maldonado, M. (2007). Conocimientos y actitudes hacia la donación de sangre en una población universitaria de Chile. Rev Panam Salud Publica;22(5), nov. 2007. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/7763>

ASOCIACIÓN DE CONSULTORES Y PROFESIONALES AMBIENTALES Y FORESTALES DEL PERÚ

Fundada el 23 de febrero de 1993

*Mg. Sc. Marcelo Paredes Merino
Presidente
(2021-2022)*

*Dr. Rafael Ramírez Arroyo
Director Gerente
(2021-2022)*

*Mg. Sc. José Portocarrero Gallardo
Sub Director Gerente
(2021-2022)*

*Ing. Pedro Talledo Hernández
Asociado Fundador*

*Mg. Sc. Marco Marticorena Quevedo
Asociado Fundador*

*Ing. Piter Baldeon Huari
Asociado Fundador*