

PLOMO EN FLORA APÍCOLA Y SU TRANSFERENCIA A PRODUCTOS DE LA COLMENA EN TARMA

Nancy Párraga Melgarejo 1

Ashley Winniber Pizarro Victoria2

RESUMEN

Con el propósito de estimar el grado de contaminación y evidenciar el impacto ambiental de las principales actividades antropogénicas en esta parte del país, se identificó la presencia de plomo en los productos apícolas obtenidos en los apiarios de la provincia de Tarma. Se evaluaron el contenido de plomo de los principales productos de la colmena como son: miel, polen y propóleos por espectroscopia de absorción atómica, con atomización electrotérmica (ETAAS), tomando en cuenta los fundamentos científicos de las ciencias naturales y ambientalmente sostenibles. (Borrás, 2016), en la que se establecen límites de riesgo ambiental en base al contenido de metales en abejas o en néctar (Satta *et al.*, 2012); Ruschioni *et al.*, 2013). Se concluye que existe correlación negativa entre la concentración de plomo en flora apícola, y los valores encontrados para la concentración de plomo en miel; pero no existe correlación con el de polen y propóleos en la provincia de Tarma; el contenido de plomo en miel, en la provincia de Tarma se encuentra dentro de los límites máximos permisibles; mientras que la flora apícola, el polen y propóleos denotaron concentraciones más altas a las permitidas. Esta investigación permitirá, establecer vigilancia sobre la contaminación del medio ambiente; por tanto, establecer un umbral de riesgo que active una alarma si sus límites son sobrepasados. (González, 2014) para considerar dentro de los planes y programas medioambientales.

Palabras claves: contaminación, plomo, miel, flora apícola, polen, límites máximos permisibles.

INTRODUCCIÓN

Los vínculos entre la agricultura, la salud y la nutrición son complejos. Los alimentos nutritivos e inocuos son una responsabilidad compartida entre los gobiernos, la industria y los consumidores. Una fuerte asociación público-privada es necesaria con el fin de incorporar a los gobiernos nacionales y las comunidades y fortalecer las instituciones a todos los niveles. (OPAS/OMS, 2013).

Las diferentes actividades antropogénicas, en la provincia de Tarma, vienen generando degradación del medio ambiente, reduciendo la calidad y contaminando muchos alimentos con metales pesados tóxicos que en un momento dado podrían generar dificultades en su comercialización, especialmente en la exportación. El uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura, la presencia de la empresa de cemento UNACEM, que produce gases que son expelidos y los metales que se liberan en el ambiente, contaminan el medio y a los seres humanos. (United States Environmental Protection Agency, 2008).

ABSTRACT

With the purpose of estimating the degree of contamination and evidencing the environmental impact of the main anthropogenic activities in this part of the country, the presence of lead in apiculture products obtained in the apiaries of the province of Tarma was identified. The lead content of the main products of the hive was evaluated, such as: honey, pollen and propolis by atomic absorption spectroscopy, with electrothermal atomization (ETAAS), taking into account the scientific foundations of the natural and environmentally sustainable sciences. (Borrás, 2016), in which environmental risk limits are established based on the content of metals in bees or in nectar (Satta *et al.*, 2012); Ruschioni *et al.*, 2013). It is concluded that there is a correlation between the concentration of lead in bee flora, and the values found for the concentration of lead in honey, but there is no correlation with that of pollen and propolis in the province of Tarma; the content of lead in honey, in the province of Tarma, is within the maximum permissible limits; while the apicultural flora, pollen and propolis showed higher concentrations than those allowed. This procedure will allow, establish monitoring on the contamination of the environment; therefore, establish a risk threshold that triggers an alarm if its limits are exceeded (González, 2014) to consider within the plans and programs environment.

Keywords: contamination, lead, honey, apiculture flora, pollen, maximum permissible limits

El plomo es un metal pesado caracterizado por ocasionar efectos tóxicos sobre el tracto gastrointestinal, sobre el sistema renal y sobre el SNC y periférico, así como interferencias con sistemas enzimáticos implicados en la síntesis del grupo hemo.

Es por ello que, el objetivo a largo plazo de las autoridades sanitarias es el de continuar reduciendo los contenidos medios de plomo en los productos alimenticios con el fin de que las ingestas medias dietéticas de Pb de las poblaciones cumplan con la PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) de 25 µg Pb/Kg/semana establecida por el Comité Mixto FAO/OMS

El plomo tiene la capacidad de bioacumularse por lo que su concentración en plantas y animales se magnifica a lo largo de la cadena alimentaria. (Arroyave Q., Araque M., & Pelaez J., 2010). El uso y la contaminación ambiental por plomo han aumentado enormemente en los últimos 50 años como ha quedado de manifiesto en las capas secuenciales de hielo de Groenlandia. (Rubio, Aj, Re, Revert, & A, 2004)

La identificación de metales pesados (en este caso plomo) en los productos apícolas obtenidos en los apiarios de la provincia de Tarma, como son: miel, polen y propóleos se evaluaron por espectroscopia de absorción atómica, con atomización electrotérmica (ETAAS), tomando en cuenta los fundamentos científicos de las ciencias naturales y ambientalmente sostenibles. (Borrás, 2016)

Motivos por lo que el trabajo tiene como objetivos: evaluar el contenido de plomo en la flora apícola y su nivel de transferencia a los principales productos apícolas como la miel, polen y propóleos, producidos en los apiarios de la provincia de Tarma. Lo que conllevaría a establecer medidas de regulación e intervención requeridas para mitigar y controlar sus efectos sobre el área de estudio y que las autoridades municipales, regionales, colegios profesionales y universidades las tomen en cuenta para plantear políticas de vigilancia y control y poder incluirlas en los planes y programas de desarrollo sostenible dando énfasis en los sectores rurales de la región.

METODOLOGÍA

MÉTODOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Las características metodológicas del proyecto comprenden tres grandes fases: (1) muestreo de productos apícolas (miel, polen y propóleos) en los apiarios seleccionados, (2) análisis de productos apícolas (miel, polen y propóleos) (flora apícola), y finalmente (3) el procesamiento estadístico de la información, su análisis, discusión de los resultados y elaboración del informe de investigación.

El diseño metodológico de la investigación es de tipo analítico descriptivo.

2.1.1 MÉTODO

Nivel

Correlacional: Inicialmente cada variable fue evaluada univariadamente empleando estadística descriptiva. Las asociaciones entre variables se establecieron mediante la aplicación de pruebas de Chi cuadrado y correlaciones de Pearson. Se realizaron análisis de regresión y correlación entre concentraciones de Pb en flora y productos apícolas, estableciéndose las correspondientes ecuaciones en el modelo de regresión que más se ajustaron a las variables estudiadas (Snedecor y Cochran, 1990).

2.1.2 TIPO

El trabajo de investigación es de tipo básica

2.1.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

No experimental, estableciendo el efecto del contenido de plomo en la flora apícola y de ésta sobre los productos apícolas.

El método empleado para realizar la investigación fue el descriptivo con un diseño descriptivo comparativo Yarlequé (2004) porque se evaluaron los niveles de

plomo en los distintos productos apícolas y se compararon. El esquema utilizado se presenta a continuación:

Esquema

M ₁	O ₁
M ₂	O ₂
M ₃	O ₃

O₁=O₂=O₃=O₄=O₅

O₁≠O₂≠O₃≠O₄≠O₅

Dónde:

M₁ al M₅ = son las muestras en función al contenido de plomo correspondientes a los diferentes productos apícolas (miel, polen y propóleos).

O₁ al O₃ = son observaciones en cada una de las muestras.

Análisis de regresión

2.1.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La población estuvo constituida por los distintos apiarios instalados en la provincia de Tarma.

Muestra

Estuvo dada por los principales productos apícolas obtenidos de los apiarios de diferentes distritos, donde se evaluaron los niveles de plomo en la miel, el polen y propóleos, los mismos que fueron obtenidos de acuerdo a un muestreo probabilístico.

2.1.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se recolectaron las muestras de miel, polen y propóleos en la provincia de Tarma. Estos productos apícolas se conservaron refrigerados (04 °C) en envase hermético, hasta ser enviados a laboratorio.

Determinación de plomo en flora y productos apícolas

Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica con atomización electrotérmica. En los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

a) Para la recolección de muestras y análisis de plomo en flora apícola

Se determinó que la flora apícola a tomarse en cuenta solo será la del *Eucalyptus globulus* (eucalipto) por ser la flora predominante (90%) desde el punto de vista de importancia apícola de acuerdo a los reportes de los técnicos de la agencia agraria de Tarma, los apicultores de la zona y la observación directa que se realizó.

En la de la flora apícola, se utilizó la metodología del transecto radial y matriz de evaluación de recursos naturales, realizando 4 transectos alrededor de la

colmena, donde se identificaron las plantas melíferas (Eucalipto) a cada lado del transecto. El largo del transecto elegido fue de 1000 m y su anchura de 4 m. May y Rodríguez (2012)

Siendo el esquema que se tuvo para la toma de información de las muestras de Eucalipto:

.	X ₃	X ₃	X ₃	Sector ...
	X ₁	X ₁	X ₁	PROMEDIO
E	X ₂	X ₂	X ₂	Sector E
	X ₃	X ₃	X ₃	

Tabla 1. Esquema para toma de datos, recolección de flora apícola.

SECTOR	Muestras de Eucalipto	Promedio de Pb en Eucalipto
A	X ₁	X
	X ₂	
	X ₃	
.	X ₁	X
.	X ₂	
.	X ₃	
E	X ₁	X
	X ₂	
	X ₃	

b) Para la recolección de muestras y análisis de plomo en productos apícolas.

Métodos de muestreo

La miel fue colectada de las colmenas seleccionadas al azar, teniendo en cuenta que en el extractor solo hubo panales de la misma colmena.

El polen se colectó mediante trampas convencionales de piquera adaptadas a las colmenas experimentales.

Para colectar el propóleo, se procedió a realizar raspados de las entretapas de las colmenas seleccionadas al azar.

En los tres casos, se tomaron muestras de tres colmenas por cada sector las cuales fueron colocadas en envases esterilizados con cierre hermético y refrigeradas hasta ser llevadas al laboratorio.

Los productos apícolas que se evaluaron, por tanto, fueron: miel, polen y propóleo; habiéndose recolectado la información bajo el siguiente esquema:

Tabla 2. Esquema para toma de datos, recolección de productos apícolas.

SECTOR	MIEL	POLEN	PROPÓLEOS	PROMEDIO
A	X ₁	X ₁	X ₁	PROMEDIO Sector "A"
	X ₂	X ₂	X ₂	
	X ₃	X ₃	X ₃	
.	X ₁	X ₁	X ₁	PROMEDIO
.	X ₂	X ₂	X ₂	

2.2 Técnicas de procesamiento de datos

SPSS v_24 para Windows y hojas de cálculo Excel 2010.

Se utilizó la estadística descriptiva, estimándose la media, desviación estándar, intervalos de Obtener la información se procedió al procesamiento de los datos en el software confianza. Las asociaciones se determinaron con pruebas de Chi cuadrado y correlación de Pearson. La causa-efecto se estableció considerando los análisis de variancia de las regresiones y el p-valor en base a un nivel de probabilidad P=0.05.

RESULTADOS

3.1 Determinación de plomo en flora y productos apícolas

Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica con atomización electrotrémica.

3.2 Para la recolección de muestras y análisis de plomo en flora apícola

Se determinó que la flora apícola del Eucaplytus globullus (eucalipto) por ser la flora predominante (90%) desde el punto de vista de importancia apícola y la observación directa que se realizó.

En la recolección de muestra de la flora apícola, se utilizó la metodología del transecto radial y matriz de evaluación de recursos naturales, realizando 4 transectos alrededor de la colmena, donde se identificaron las plantas melíferas (Eucalipto) a cada lado del transecto. El largo del transecto elegido fue de 1000 m y su anchura de 4 m.

Los resultados que se tuvieron para las muestras de Eucalipto fueron:

Tabla 3. Contenido de plomo en flora apícola.

3.3 Para la recolección de muestras y análisis de plomo en miel.

Habiéndose recolectado la información bajo el siguiente esquema:

Tabla 4. Contenido de plomo en miel.

SECTOR	MIEL	PROMEDIO
ACOBAMBA	0.04, 0.1 0.03, 0.04, 0.	0.039
VILCABAMBA	0.04, 0.04, 0.031, 0.05, 0.044	0.041
TARMATAMBO	0.04, 0.05, 0.03, 0.05, 0.02	0.038
HUASAHUASI	0.04, 0.04, 0.042, 0.04 0.048, 0.04	0.042
POMACHACA	0.04, 0.05, 0.04, 0.05, 0.02	0.04

3.4 Para la recolección de muestras y análisis de plomo en polen.

Habiéndose recolectado la información bajo el siguiente esquema:

Tabla 5. Contenido de plomo en polen.

SECTOR	Pb (mg/Kg) en muestras de polen
ACOBAMBA	0.675
VILCABAMBA	0.183
TARMATAMBO	0.040
HUASAHUASI	0.040
POMACHACA	0.482

recolección de muestras y análisis de plomo en propóleos.

Habiéndose recolectado la información bajo el siguiente esquema:

Tabla 6. Contenido de plomo en propóleos.

SECTOR	Pb (mg/Kg) en muestras de propóleos
--------	-------------------------------------

SECTOR	Pb (mg/Kg) en muestras de Eucalipto	Promedio de Pb (mg/Kg) en Eucalipto
ACOBAMBA	1.5507, 1.4947, 1.6067	1.5507
VILCABAMBA	0.8441, 0.8781 y 0.8101	0.8441
TARMATAMBO	1.4018, 1.4417, 1.4820	1.4418
HUASAHUASI	0.03, 0.04, 0.05	0.040
POMACHACA	0.5310, 0.5912, 0.5138	0.5453

ACOBAMBA	1.506
VILCABAMBA	2.472
TARMATAMBO	2.932
HUASAHUASI	0.040
POMACHACA	4.342

3.6 Para el nivel de plomo de flora apícola y los principales productos apícolas producidos en apiarios de la provincia de Tarma.

Tabla 7. Contenido medio de plomo en flora apícola y los principales productos apícolas

SECTOR	CONCENTRACIÓN DE Pb (mg/Kg)			
	Flora (Eucalipto)	Miel	Polen	Propoleo
ACOBAMBA	1.5507	0.039	0.675	1.506
VILCABAMBA	0.8441	0.041	0.183	2.472
TARMATAMBO	1.4418	0.038	0.040	2.932
HUASAHUASI	0.04	0.042	0.040	0.04
POMACHACA	0.5453	0.04	0.482	4.342

Correlación de Concentración de Plomo de Flora con Concentración de plomo en la miel.

Tabla 8. Resultados a nivel muestral con r (Pearson) – miel

Índice de determinación	r ²	0.778
R de Pearson	r	0.882

Correlación de Concentración de Plomo de Flora con Concentración de plomo en polen.

Tabla 9. Resultados a nivel muestral con r (Pearson) – polen

Índice de determinación	r^2	0.141
R de Pearson	r	0.375

Correlación de Concentración de Plomo de Flora con Concentración de plomo en propóleos.

Tabla 10. Resultados a nivel muestral con r (Pearson) – propóleos

Índice de determinación	r^2	0.065
R de Pearson	r	0.255

DISCUSIÓN

4.1 Determinación de plomo en flora y productos apícolas

Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica con atomización electrotérmica. Porque es el método que mejor se adapta para este tipo de trabajos; El método propuesto de ETAAS puede aplicarse para la determinación de plomo en productos apícolas, porque es reproducible y libre de interferencias **Agni et al., (2007)**

4.2 Determinación de plomo en flora apícola

Como se muestra en la tabla 3, el contenido de plomo en flora apícola, existe variación en los cinco sectores estudiados en la provincia de Tarma, siendo el contenido de plomo menor en Huasahuasi (0,04 mg/Kg) y el único lugar que registra valores menores al límite máximo permisible y habiéndose encontrado niveles más altos de plomo que los permitidos, en la flora apícola en Acobamba (1,5507 mg/Kg), Tarmatambo (1,4418 mg/Kg), Vilcabamba (0,8441 mg/Kg) y Pomachaca (0,5453 mg/Kg)

Por tanto, existen evidencias suficientes para afirmar que el contenido de plomo en la principal flora apícola (eucalipto) de la provincia de Tarma, está por encima de los límites permisibles. Con un nivel de confianza del 95%. Estos valores están fuera de los límites máximos permisibles (0,1 mg/Kg), indicados por el MERCOSUR (2011)

Corroborándose lo referido por Parkitan *et al.*, 2003, que la corta distancia a la carretera y la frecuencia de flujo vehicular intenso pueden ser fuentes contaminantes de plomo, ya que siendo las emisiones de los vehículos la causante de acumulación de plomo y teniendo en cuenta que las plantas que crecen más cerca de las carreteras están y expuestas a acumular mayor plomo; puesto que los apiarios de los sectores que tienen valores sobre los permitidos, están más cercanas a las vías de acceso.

4.3 Determinación de plomo en miel

Los estándares de calidad con respecto a la miel exigen que la concentración de plomo sea menor a 0.1 mg/Kg.

$H_0: \mu \geq 0.1 \text{ mg/Kg}$

$H_1: \mu < 0.1 \text{ mg/Kg}$

Como la t_{prueba} cae en la zona de rechazo (significancia) genera una probabilidad de prueba 5.78E-08 p-valor (cola derecha) que es menor a la significancia (0.05) por lo que se rechaza la Hipótesis nula y por tanto se acepta la hipótesis alterna.

Por tanto, existen evidencias suficientes para afirmar que el contenido de plomo en la miel producida en apiarios de la provincia de Tarma es significativamente menor al límite permisible por lo que el producto cumple los estándares de calidad. Con un nivel de confianza del 95%.

Coincidiendo estos datos con lo investigado por Formicki G, Gren A, Stawaez R, Zysk B (2013) en la investigación "Metal Content in Honey, Propolis, Wax, and Bee Pollen and Implications for Metal Pollution Monitoring" Se estudiaron las concentraciones de Cd, Ni, Pb, Fe, Mg y Zn en miel multi-floral, propóleos, polen de abeja, la cera que viene de los apiarios situados en diversas localizaciones en Voivodeship de Małopolska en Polonia meridional. La miel contenía las concentraciones más bajas de todos los metales probados, con concentraciones de Cd y Pb muy por debajo Niveles permitidos.

Respecto al contenido de plomo encontrado en la miel de la provincia de Tarma, se advierte que, en la valoración cuantitativa de la contaminación por plomo, si se tiene correlación con lo encontrado en la flora apícola, (figura 1) y los valores encontrados para la concentración de plomo en miel en el caso de los cinco apiarios estudiados fueron $< 0,05 \text{ mg/Kg}$ de miel (tabla 6) no superando los límites máximos permisibles para plomo de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cual es 0,1 mg/kg o el MERCOSUR 2011 que es de 0,3 mg/kg

También corroborando lo referido por Lambert (2012), que la mayor cantidad de este metal se encuentra presente en las abejas y el polen, presentando la miel una cantidad mucho menor; empleados como bioindicadores de la concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos, hallándose que la miel es el producto menos afectado por estos contaminantes, siendo las abejas y el polen los más afectados.

4.4 Determinación de plomo en polen

Se puede observar que los lugares críticos que elevan el promedio son Acobamba y Pomachaca de acuerdo a los resultados pos hoc presentados:

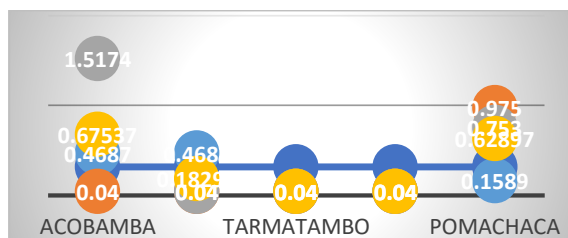


Figura 1 Niveles de plomo en polen en los cinco sectores estudiados

Los niveles de plomo en polen en los cinco sectores estudiados en la provincia de Tarma denotan diferencias en los contenidos (tabla 8); no hallándose relación significativa entre el contenido de plomo en la flora apícola y el polen, como se muestran en figura 3; demostrándose que el plomo tiene la capacidad de bioacumularse por lo que su concentración en plantas y animales se magnifica a lo largo de la cadena alimentaria Halliwell D, Turoczy N, Stagnitti F (2000)

El valor máximo permitido es de 0.1 mg/Kg según los Reglamentos 466/2001 y 221/2002 de la Comisión – citado por Rubio et al. (2004).

Como la t_{prueba} cae en la zona de aceptación (significancia) genera una probabilidad de prueba 0.8898 que es mayor a la significancia (0.05) por lo que se acepta la Hipótesis nula y por tanto se rechaza la hipótesis alterna.

Entonces, existen evidencias suficientes para afirmar que el contenido de plomo en el polen producido en apiarios de la provincia de Tarma es significativamente mayor o igual al límite permisible por lo que el producto **no** cumple los estándares de calidad. Con un nivel de confianza del 95%.

En relación entre el plomo contenido en la flora con el contenido en el polen, No existe relación significativa entre el plomo contenido en la flora con el contenido en el polen. Con un nivel de confianza del 95%.

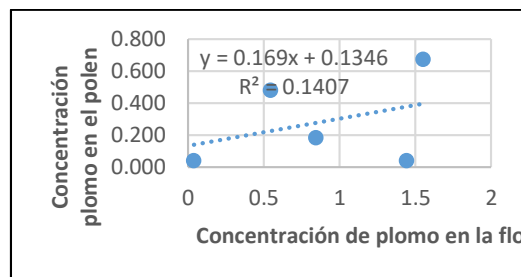


Figura 2. Regresión de concentración de plomo de la flora con el polen

La tabla siguiente muestra ANOVA que nos muestra la prueba de la validez de la correlación a nivel poblacional. Tabla 11.

ANOVA para contenido de plomo en polen.

Origen	Suma Cuadrados	Grado libertad	Cuadrado medio	F
Regresión	0.0453	1	0.0453	0.49
Residual	0.2764	3	0.0921	
Total	0.3217	4		

Como Pvalor= 0.5339 es mayor a la significancia propuesta de $\alpha = 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula.

Por tanto, no existe relación significativa entre el plomo contenido en la flora con el contenido en el polen. Con un nivel de confianza del 95%.

4.5 Determinación de plomo en propóleos

Los estándares de calidad con respecto al propóleos, exigen que la concentración de plomo sea menor a 0.1 mg/Kg.

Se realizó la prueba de t student para una población, y siendo la hipótesis alterna con signo menor

Como la t_{prueba} cae en la zona de aceptación (significancia) genera una probabilidad de prueba (0.9801) que es mayor a la significancia (0.05) por lo que se acepta la Hipótesis nula y por tanto se rechaza la hipótesis alterna.

Existen evidencias suficientes para afirmar que el contenido de plomo en propóleos producido en apiarios de la provincia de Tarma es significativamente mayor al límite permisible por lo que el producto **no** cumple los estándares de calidad. Con un nivel de confianza del 95%.

Se puede observar (Tabla 6) que todos los lugares de análisis están en situación crítica, solo se exceptúa la localidad de Huasahuasi que está debajo del LMP de acuerdo a los resultados pos hoc presentados.

En relación entre el plomo contenido en la flora con el contenido en propóleos, No existe relación significativa entre el plomo contenido en la flora con el contenido en el polen. Con un nivel de confianza del 95%.

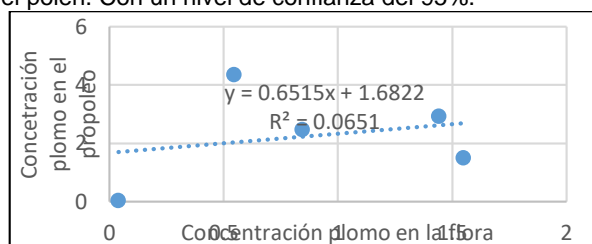


Figura 3. Regresión de concentración de plomo de la flora con el propóleos

Se realizó la prueba con ANOVA de correlación (0.6787) No existe relación significativa entre el plomo contenido en la flora con el contenido de plomo en propóleos. Con un nivel de confianza del 95%.

Formicki G, Gren A, Stawaez R, Zysk B (2013) encontraron correlaciones entre concentraciones de Fe en miel y cera y entre concentraciones de Mg en abeja. En polen y propóleos eran excepcionales. Esto sugiere que los productos de abejas pueden ser útiles en la detección de contaminación por metales, aunque los estudios complejos de todos los productos apícolas dan suficiente información.

En cuanto a la determinación de metales en propóleos argentinos, Cantarelli y col (2011), comparan la influencia de los distintos métodos de cosechas de propóleos en la concentración final de plomo.

Todas las muestras de propóleos; excepto la obtenida en Huasahuasi (0,04 mg/Kg), sobrepasan los límites permitidos: su valor máximo permitido es de 0.1 ppm y la metodología se desarrolla sobre la base del método general de ditizona de la AOAC Official Method 934.07 – Lead Food – citado por Alvarez et al. (2002)

En los últimos años ha aumentado notablemente el empleo de propóleos bruto y extracto de propóleos como insumos en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. Surge de esta manera, la necesidad de evaluar la composición de metales en estos productos Pierini (2014)

Existe correlación entre la concentración de plomo en flora apícola, y los valores encontrados para la concentración de plomo en miel, en la provincia de Tarma.

Más así, no existe correlación entre la concentración de plomo en flora apícola, y los valores encontrados para la concentración de plomo en polen y propóleos en la provincia de Tarma.

CONCLUSIONES

1 Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com 3 Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. E-mail: Ashley_pivis7@hotmail.com

1. El contenido de plomo en la flora apícola registra valores fuera de lo permitido (0,10mg/Kg), el único lugar que registra valores menores al límite máximo permisible es en Huasahuasi (0,04 mg/Kg)
2. Los niveles más altos de plomo en flora apícola se encuentran en Acobamba (1,5507 mg/Kg), Tarmatambo (1,4418 mg/Kg), Vilcabamba (0,8441 mg/Kg) y Pomachaca (0,5453 mg/Kg), cumpliendo únicamente con los niveles permitidos en Huasahuasi (0,04 mg/Kg)
3. El contenido de plomo en miel estudiada en la provincia de Tarma, fueron menores 0,05 mg/Kg de miel, no superando los límites máximos permisibles para plomo.
4. Los niveles de plomo en polen de los cinco sectores estudiados en la provincia de Tarma denotan diferencias en los contenidos; hallándose que Tarmatambo y Huasahuasi son los sectores que producen polen que está dentro de los límites máximos permisibles.
5. Los niveles de plomo en propóleos en la provincia de Tarma denotan diferencias en los contenidos; superando todos los sectores, excepto Huasahuasi los límites máximos permisibles.
6. El contenido de plomo en miel, en la provincia de Tarma se encuentra dentro de los límites máximos permisibles; mientras que la flora apícola, el polen y propóleos denotaron concentraciones más altas a las permitidas.
7. Existe correlación entre la concentración de plomo en flora apícola, y los valores encontrados para la concentración de plomo en miel, en la provincia de Tarma.
8. No existe correlación entre la concentración de plomo en flora apícola con los valores encontrados para la concentración de plomo en polen y propóleos en la provincia de Tarma.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre la presencia de plomo en abejas y en otros productos de la colmena.
- Realizar investigaciones de contaminación de flora apícola y productos de la colmena por otros metales pesados.
- Realizar investigaciones de contaminación de propóleos y los productos derivados de ellos con metales pesados.
- Caracterizar los lugares donde deben instalarse apiarios.
- Hacer de conocimiento a las autoridades competentes los hallazgos de la investigación, para iniciar vigilancia sobre contaminación en productos apícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, R. (2011). Productos químicos, salud y medio ambiente. <http://www.osman.es/noticia/549> (consultada el 12 de enero de 2017).

Arroyave Q., C., Araque M., P., & Pelaez J., C. A. (2010). Evaluación de la bioacumulación y toxicidad de cadmio y mercurio en pasto llanero (*Brachiaria dictyoneura*). *Vitae*, 17(1), 45–49.

Balayiannis, G., y Balayiannis, P. (2008). Bee honey as an environmental bioindicator of pesticides' occurrence in six agricultural areas of Greece. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 55:462–470.

Bibi, S., Husain, S.Z. y Malik, R.N. (2008). Pollen analysis and heavy metal detection in honey samples from seven selected countries. *Pakistan Journal of Botany*, 40: 507–516.

Borrás, M. J. (2016). Herramientas Analíticas en la Clasificación de Mieles en Base a Criterios de Calidad e Inocuidad.

Comisión del Codex Alimentarius (2001). Revised codex standard for honey. *Codex Stan 12-1981, Rev 1* (1987), *Rev. 2* (2001), adopted by the 24th Session.

Comisión Europea (2010). Communication from the Commission to the European Parliament and the Council in honeybee health. COM (2010) 714 final, 6.12.2010, Brussels, pp. 13

Cozmata, A. M., Cozmata, L. M., Varga, C., Marian, M., & Peter, A. (2011). Romanian Journal of Food Science Effect of thermal processing on quality of polyfloral honey. *Romanian Journal of Food Science*, 1(1), 45–52.

Formicki G, Gren A, Stawaez R, Zysk B, G. A. (2013). Metal content in honey, propolis, wax, and bee pollen and implication for metal pollution monitoring. *Pol J Environ Stud*, 22(1), 99–106.

Fz, M., & Topchiyeva, S. A. (2016). Influence of environmental pollutants of Azerbaijan on venom of *Apis mellifera* L. *Caucasica. Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(3), 238–241.

González, D. (2014). Bioindicadores como aliados en el monitoreo de condiciones ambientales. *Exito Empresarial*, (252), 1–4.

Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68, 167–182. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg032>

Luis Santiago Hernández Aguirre. (2013). Tesis De Grado. "Determinación Del Potencial Nutracéutico Y La Actividad Antioxidante De La Miel Propolizada Elaborada Por La Empresa Apicare, Riobamba-Chimborazo. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Porrini, C., Caprio, E., Tesoriero, D., & Prisco, G. Di. (2014). Using honey bee as bioindicator of chemicals in Campanian agroecosystems (South Italy). *Bulletin of Insectology*, 67(1), 137–146.

Roman, A. (2009). Concentration of chosen trace elements of toxic properties in bee pollen loads. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18(2), 265–272.

Sabatini, A.G., Alexandrova, M., Carpana, E., Medrzycki, P., Bortolotti, L., Ghini, S., Girotti, S., Porrini, C., Bazzi, C., Baroni, F. y Alessandrini, A. (2006). Relationships between *Apis mellifera* and *Erwinia amylovora*: bioindication, bacterium dispersal and quarantine procedures. *Acta Horticulturae*, 704: 155-162.

Sánchez, M.L. (ed.) (2008). Causes and effects of heavy metals pollution. Nova, New York, p. 392.

Satta, A., Verdinelli, M., Ruiu, L., Buffa, F., Salis, S., Sassu, A. y Floris, I. (2012). Combination of beehive matrices analysis and ant biodiversity to study heavy metal pollution impact in a post-mining area (Sardinia, Italy). *Environmental Science and Pollution Research*, 19: 3977-3988.

Serra-Bonvehí J. y Orantes, F.J. (2013). Element content of propolis collected from different areas of South Spain. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185: 6035-6047.

UNIÓN EUROPEA. (2012). Versión consolidada del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. Doue.

United States Environmental Protection Agency. (2008). US-EPA. U.S.

Zhelyazkova, I. (2012). Honeybees – Bioindicators for environmental quality. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18: 435-442.

Zhelyazkova, I., Atanasova, S., Barakova, V. y Mihaylova, G. (2011). Content of heavy metals and metalloids in bees and bee products from areas with different degree of anthropogenic impact. *Agricultural Science and Technology*, 3: 136-142.

1 Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com 3 Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. E-mail: Ashley_pivis7@hotmail.com