

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE
PLAGUICIDAS Y METALES PESADOS
EN UVA

IDENTIFICATION OF PESTICIDES HEAVY METALS AND RESIDUES IN GRAPE

Fecha de recepción: 03-06-2022 | Fecha de aceptación: 30-09-2022

Autor(es):

¹Trigo Adolfo Valentín,
²Condori Díaz Luís

¹Ingeniero de
alimentos, Docente
Interino, Universidad
Autónoma Juan Misael
Saracho

²Ingeniero de alimentos,
Consultor Independiente

Correspondencia del autor(es): valentin.trigodimitrov@gmail.com¹,
lucodi67@hotmail.com², Tarija - Bolivia.

RESUMEN

Se realizó un análisis experimental de la residualidad de plaguicidas y metales pesados en cultivos de uva para vinificación. Las muestras fueron analizadas a través de cromatografía líquida de ultra eficiencia siguiendo estándares internacionales. Se identificó cierto grado de residualidad del plaguicida Chlorpirifos de 0.06 mg/kg en promedio y pequeñas cantidades de Cu, Cd, Zn, Mn y Cr, y se las relacionó con los Límites máximos de residuos "LMR" establecidos por la Unión Europea y el Codex Alimentarius. Con la presente investigación se puede demostrar que las aplicaciones sin seguir las recomendaciones técnicas para garantizar la inocuidad alimentaria, mantienen la residualidad de los plaguicidas y metales pesados por mayor tiempo en la uva, no obstante, esto depende de las variaciones climáticas que influyen directamente en el tiempo de residualidad.

ABSTRACT

An experimental analysis of the residuality of pesticides and heavy metals was carried out in grape crops for winemaking. The samples were analyzed through ultra-efficiency liquid chromatography following international standards. A certain degree of residuality of the pesticide Chlorpirifos of 0.06 mg / kg on average and small amounts of Cu, Cd, Zn, Mn and Cr was identified, and it was related to the Maximum Residue Limits "MRLs" established by the European Union and the Codex Alimentarius. With the present research it can be shown that applications without following the technical recommendations to guarantee food safety, maintain the residuality of pesticides and heavy metals for a longer time in grape, however, this depends on the climatic variations that influence directly at residual time.

Palabras Claves: Límite Máximo de Residuos. Pesticidas. Residualidad. Trazabilidad. Inocuidad.

Keywords: Maximum Residue Limit. Pesticides. Residuality. Traceability. Safety.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de la vid es el cultivo agrícola más importante en el departamento de Tarija y abarca aproximadamente más de 3000 hectáreas que están diseminadas en el Valle Central de Tarija y la provincia Gran Chaco y que favorece a más de 3000 familias de forma directa e indirecta.

Durante la producción de la uva se presentan diferentes tipos de plagas y enfermedades que perjudican a la fruta ocasionando daño y podredumbre en la baya de uva, lo que necesariamente hace indispensable el uso de plaguicidas para evitar daños en el producto agrícola y en los viñedos.

Según la CAN (2018), el término "plaguicidas" incluye, las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha.

Durante el trabajo de campo realizado se puede evidenciar que es muy común y necesario el uso de plaguicidas para los cultivos vitícolas en el Valle Central de Tarija.

Los plaguicidas de uso agrícola son sustancias o mezcla de sustancias que deben contar con la autorización sanitaria del SENASAG (Registro Sanitario), especialmente en el cultivo de uva para vinificación, entre los principales plaguicidas usados para el cultivo de la vid son los fungicidas, insecticidas y plaguicidas, como ser Acrobat, Trace, Amistar, Sulfato de cobre y Benzotec, datos que fueron recolectados durante el trabajo de campo.

De acuerdo a los reportes de plaguicidas que tiene el SENASAG en su sitio electrónico, se puede evidenciar que cada año va en aumento el uso de productos fitosanitarios en la producción de la uva y con ello la mejora en la producción agrícola, sin embargo, las acumulaciones de productos químicos en la producción primaria va aumentando, lo que posiblemente está afectando la salud de la población nacional, por lo que se tiene que establecer mecanismos eficaces de control fitosanitario.

El uso más común de plaguicidas en los cultivos de vid se clasifica como moderadamente persistentes de acuerdo a los trabajos de campo realizados.

La parte económica del uso de los plaguicidas está determinada por su costo y su beneficio. Como a menudo ambos son difíciles de cuantificar, la parte económica del uso de los plaguicidas no siempre es muy clara.

Los beneficios pueden incluir mayores ganancias, menos pérdidas post-cosecha de la uva, ahorros en mano de obra (herbicidas), etc., los que en principio pueden contribuir a la seguridad alimentaria, mejor calidad de los alimentos y mayores ingresos para los productores vitícolas.

La no disponibilidad de datos sobre los costos sociales que representa para la salud pública el uso de los plaguicidas para los cultivos de vid con frecuencia dificulta evaluar los costos generales. Como resultado, los costos generales a menudo son subestimados o como en el caso de Tarija, no se cuenta con información pertinente.

Se ha evidenciado que no existe un control y registro con el uso de planillas de plaguicidas y que los registros llevados por los productores de uva en cuanto al uso y aplicación de plaguicidas presentan deficiencias en el llenado en cuanto a lo dosificación, momento y forma de aplicación, establecida para el plaguicida utilizado.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica los plaguicidas de acuerdo al grado de toxicidad aguda, en las siguientes categorías:

	Clasificación toxicológica de plaguicidas "OMS"	Distintivo comercial
1ª	Extremadamente peligroso	Franja roja
1B	Altamente peligroso	Franja roja
II	Moderadamente peligrosos	Franja Amarilla
III	Poco peligrosos	Franja Azul
IV	No ofrecen peligro bajo uso normal.	Franja Verde

Tabla 1 Clasificación toxicológica de plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Fuente: OMS, Manual de clasificación toxicológica de plaguicidas, 2019

En todos los casos la dosis letal media varía dependiendo de la presentación del plaguicida (sólido, líquido o polvo) así como la vía de entrada al organismo y el tiempo de exposición al plaguicida.

Según FAO (2019), la residualidad del plaguicida que puede contener un producto agrícola depende de la dosis y el tiempo entre la última aplicación y la cosecha, así como de factores ambientales como precipitaciones y temperatura, por lo tanto, las variaciones de residualidad no serán similares en cultivos tradicionales a campo abierto y los protegidos con malla antigranizo, aunque los datos del trabajo de investigación muestran residualidades similares en el cultivo de la vid.

La FAO (2019), también afirma que la inocuidad alimentaria puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud, razón por la cual la vid no debe presentar residualidades de plaguicidas y metales pesados dentro del LMR (Límite Máximo de Residuos), con el objeto de garantizar su inocuidad y consumo por la población en general.

Por lo tanto, se puede hacer uso de plaguicidas en el cultivo de la vid, pero se debe tener control y supervisión por profesionales que garanticen el uso correcto del plaguicida para garantizar la erradicación

de la plaga y enfermedad y garantizar la producción de la uva con altos estándares de inocuidad y calidad.

2. METODOLOGÍA:

Para cumplir con los objetivos del estudio de investigación, se aplicaron el método inductivo y deductivo o de análisis y síntesis de los datos a obtener como resultado del cruzamiento de variables y de los análisis de laboratorio. Se realizó un muestreo simple aleatorio dentro de las áreas de cultivo de los plantines del viñedo, para definir la muestra objeto de análisis, utilizando la siguiente metodología.

Se seleccionaron dos cultivos protegidos con malla antigranizo y un cultivo de campo abierto de las mismas dimensiones y con un número igual de plantines (1000 plantines); una vez seleccionados los cultivos vitícolas fueron divididos en 10 filas de 100 plantines cada uno, a las cuales se le aplicó el método al azar seleccionando 10 plantines de cada fila, utilizando la siguiente fórmula: = fx.ALEATORIO. ENTRE (1 y 100).

A los 100 plantines seleccionados se aplicó la misma fórmula para de ellas seleccionar 10 plantines, de los cuales se obtuvieron las muestras primarias, posteriormente por el mismo método aleatorio fue seleccionada la muestra final para el análisis de laboratorio.

A continuación, se muestra la metodología aplicada:

Selección de los plantines de vid muestreados										
Aplicación de la fórmula aleatoria entre 1 y 100										
Nº de plantines seleccionados por filas	Número de filas del cultivo									
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
1	71	61	15	92	41	41	46	26	93	56
2	48	85	53	45	26	26	28	50	83	45
3	38	87	42	10	83	83	87	51	89	52
4	91	29	25	95	19	19	50	65	14	57
5	21	37	87	28	25	25	26	67	96	67
6	36	9	73	91	72	72	2	57	43	81
7	90	75	65	36	89	89	30	61	57	70
8	2	50	83	39	83	83	49	56	53	44
9	49	44	6	36	97	97	98	41	98	68

Tabla 2 Selección de plantines para el muestreo en el cultivo de uva a campo abierto y con malla antigranizo

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al trabajo de campo en los viñedos

Nº de plantines seleccionados por filas	Aplicación de la fórmula aleatoria entre 1 y 10									
	Número de filas del cultivo de uva									
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tabla 3 Plantines seleccionados para la obtención de la muestra primaria.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al trabajo de campo en los viñedos

Número de filas del cultivo de uva									
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
9	2	3	3	5	7	9	8	4	7

Tabla 4 Descripción del número de filas seleccionadas para el muestreo en las filas dentro del área de cultivo de la vid

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al trabajo de campo en los viñedos

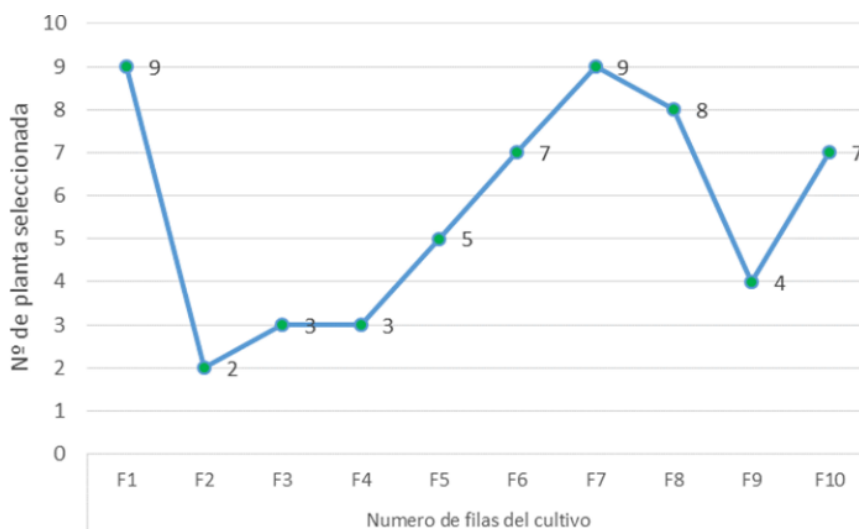


Figura 1 Número de plantines seleccionados en función al número de cultivos: Elaboración propia en base a los resultados del trabajo de campo

Con la finalidad de inferir el universo objeto de estudio, de los plantines de uva seleccionados (10), se tomó una muestra de 2 racimos de uva por plantín, los cuales fueron de los racimos 3 y 4, por lo que la muestra primaria fue de un total de 20 racimos de uva. Se entiende como muestra primaria los 20 frutos recolectados de las plantas de vid seleccionadas al azar, de los cuales finalmente fue seleccionada la muestra final para el análisis de laboratorio.

De los 20 frutos de uva (racimos) fue seleccionada por el método aleatorio la muestra final para el envío y análisis de laboratorio.

Las muestras finales consistieron en racimos enteros de uva con un peso promedio de 1kg por cada muestra, que fue definido de acuerdo a lo que determina el Codex Alimentarius en cuanto a la toma y envío de muestra de productos agrícolas (uva) para análisis de plaguicidas y metales pesados, aplicando la inocuidad alimentaria. Los muestreos fueron realizados entre los meses de enero a marzo del año 2020, con un rango de 13 días entre el primero y segundo muestreo y 40 días entre el primero y tercer muestreo.

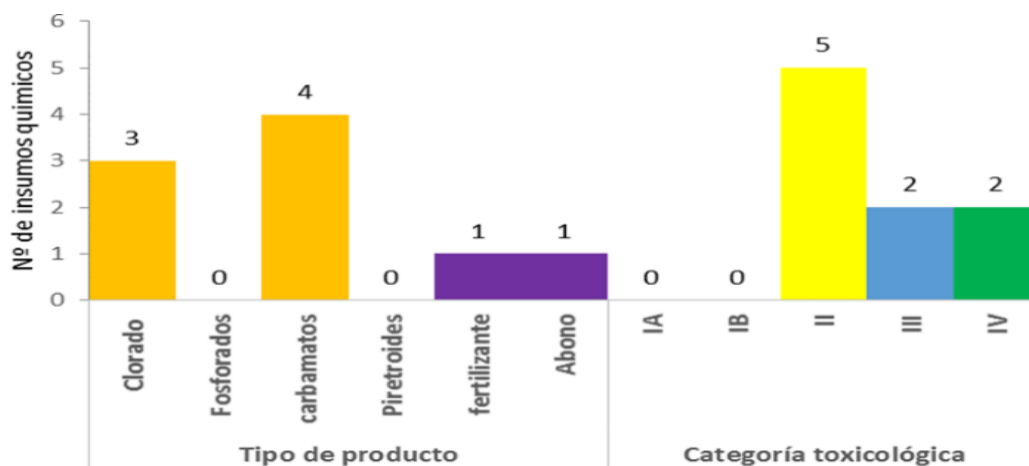


Figura 2 Descripción de los insumos químicos que se utilizaron en la producción del cultivo de uva: Elaboración propia, en base a evidencias recolectadas durante el trabajo de campo y entrevistas con los productores vitícolas

3. RESULTADOS:

Se pudo determinar que de los insumos agroquímicos utilizados durante la investigación se encontró la residualidad del plaguicida CHLORPIRIFOS. Por las características residuales del plaguicida, éste se mantuvo en el producto 13 días después de la última aplicación, tiempo en que se realizó la tercera repetición.

Las curvas de calibración son mezclas de estándares conocidos, para el caso de la presente investigación de los estándares para los 20 plaguicidas analizados. En este caso la curva de calibración para todos los plaguicidas analizados fue de 0.01 a 0.07 mg/kg concentraciones, con lo cual fue posible la detección y cuantificación de concentraciones que se encuentre en el rango de 0.01 a 0.06 mg/kg.

Los resultados obtenidos mediante análisis de laboratorios de las 20 muestras realizadas en la unidad experimental, se describen a continuación, donde además están determinados los límites de detección y de cuantificación estandarizados en el equipo cromatográfico a través de columnas.

Se debe considerar que también existieron diferencias entre las condiciones climáticas observadas durante la investigación, especialmente en lo que a temperatura y precipitación se refiere, comparado con lo óptimo que necesita el cultivo de la vid durante sus diferentes etapas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la residualidad de plaguicidas y metales pesados: Cd, Cu, Cr, Mn y Zn, respectivamente:

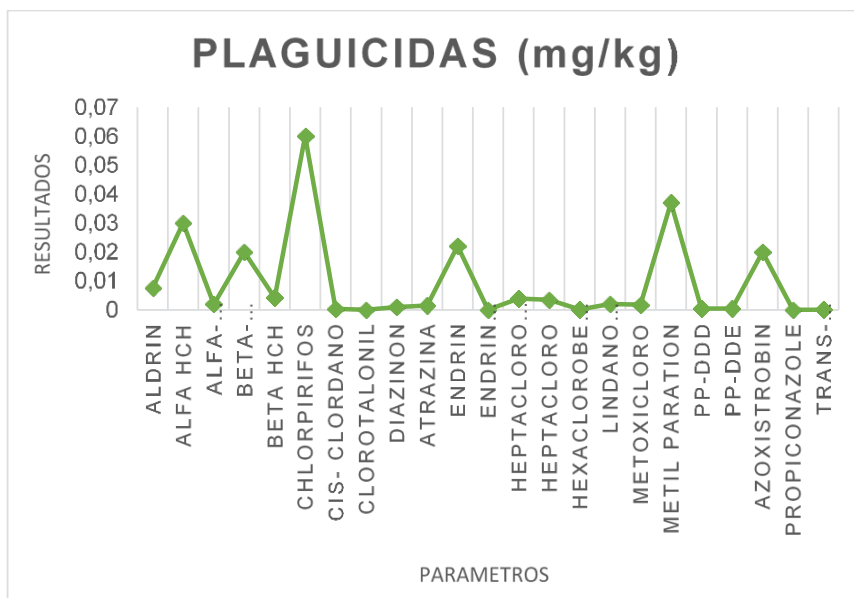


Figura 3 Residualidad de plaguicidas encontrados en la uva: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de residuos metales pesados en uva por el laboratorio CEANID (2020).

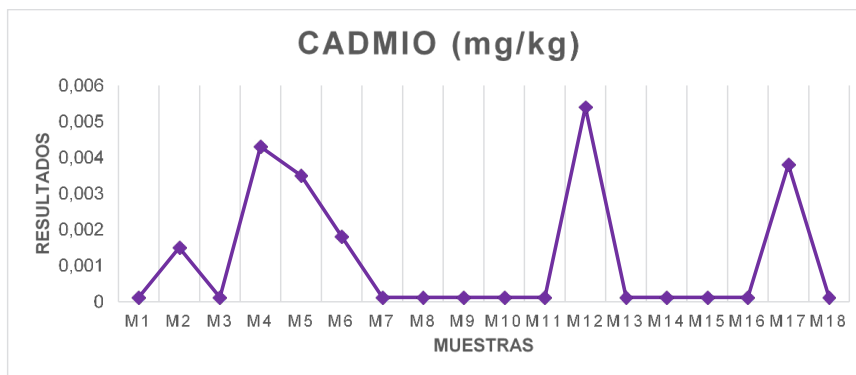


Figura 4 Residualidad de Cadmio encontrado: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de residuos Cadmio en uva por el laboratorio CEANID (2020).

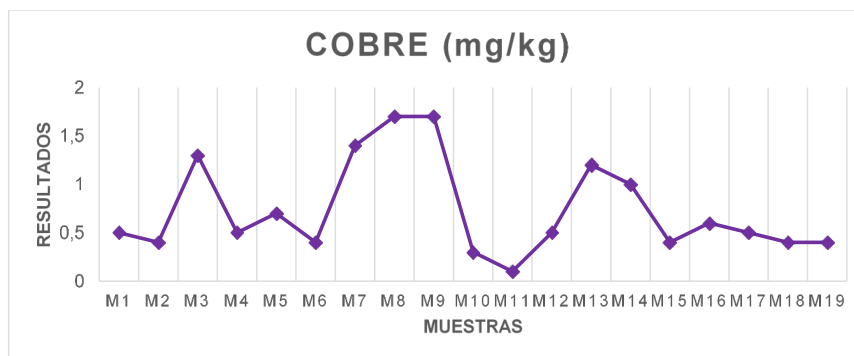


Figura 5 Residualidad de Cobre encontrado: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de residuos Cobre en uva por el laboratorio CEANID (2020).

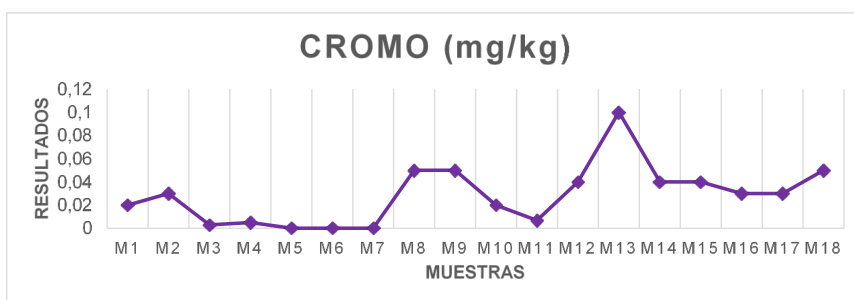


Figura 6 Residualidad de Cromo encontrado: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de residuos Cromo en uva por el laboratorio CEANID (2020).

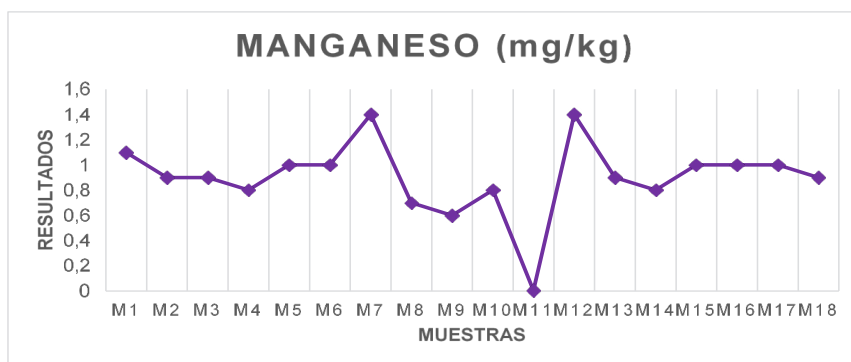


Figura 7 Residualidad de Manganeso encontrado: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de residuos Manganeso en uva por el laboratorio CEANID (2020).

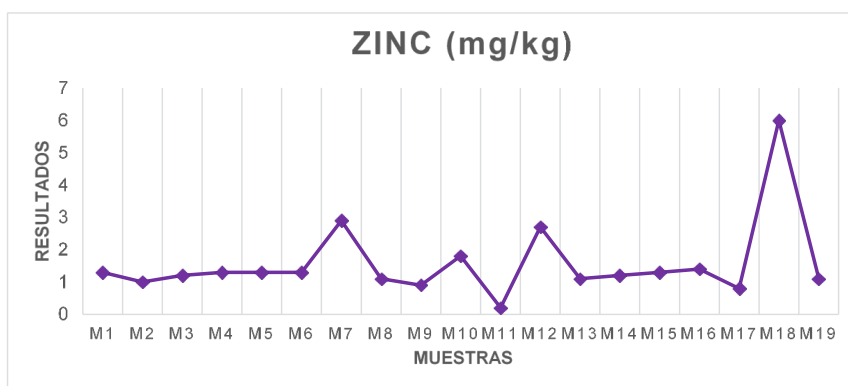


Figura 8 Residualidad de Zinc encontrado: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de residuos Zinc en uva por el laboratorio CEANID (2020).

En las figuras N° 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se puede evidenciar que se hallan residualidades de algunos Plaguicidas, Cadmio, Cromo, Cobre, Manganeso y Zinc encontrados en los tratamientos 1,2 y 3, pero todos los residuos encontrados están por debajo de LMR establecidos para el cultivo de la uva.

Si bien es cierto, la residualidad del plaguicida y metales pesados analizados se encuentran dentro de los LMR, se debe tener en cuenta el tipo de plaguicidas y sus características de absorción en el organismo humano.

4. DISCUSIÓN:

Según SENASAG (2019), el promedio de residualidad de plaguicidas y metales pesados encontrados en uva no supera los límites permisibles de acuerdo a lo determinado por el Codex Alimentarius y otras normas internacionales. Sin embargo, se debe tener en consideración que los plaguicidas son compuestos que pueden alterar el funcionamiento normal de un organismo, por lo tanto, se debe garantizar la inocuidad de la uva vinífera destinada a la elaboración de bebidas fermentadas y destiladas.

De acuerdo a los criterios establecidos por Ausay (2015), con el presente estudio de investigación se puede demostrar que las aplicaciones de plaguicidas sin seguir las recomendaciones técnicas para garantizar la inocuidad alimentaria, mantienen la residualidad de los plaguicidas y metales pesados por mayor tiempo en la vid, no obstante, esto depende de las variaciones climáticas que influyen directamente en el tiempo de residualidad. Así mismo se tiene evidencia que las aplicaciones en los viñedos cubiertos con malla antigranizo deben ser estrictamente bajo recomendaciones técnicas puesto que al tener condiciones climáticas controladas la residualidad de los plaguicidas se mantiene por mayor tiempo en la uva.

Fabara (2014) afirma que las variaciones de residualidad entre los diferentes tratamientos pueden justificarse por las diferentes condiciones climáticas entre los cubiertos con malla antigranizo y campo abierto, precisamente durante los meses (enero, febrero) de la investigación las variaciones climáticas fueron variables en los parámetros registrados.

Los cultivos de uva sea estén a campo abierto o con malla antigranizo debido al exceso de temperatura y a la falta de agua evidenciado en las variaciones climáticas que sufre la provincia Cercado del departamento de Tarija, soportan cierta alteración en su estado fisiológico normal, lo cual también incide en la residualidad de los plaguicidas y metales pesados.

Según SYNGENTA (2019), los LMR estimados se basan en resultados y pruebas científicas de laboratorios realizadas con animales (ratas), por lo que se

puede indicar que estos no son comprobados científicamente para seres humanos. Los seres humanos no solo están expuestos al consumo de un residuo de plaguicida en específico y de metales pesados, como el que se describe en el presente estudio de investigación, sino que están expuestos a una mezcla significativa de diferentes componentes tóxicos que pueden afectar su salud, en cualquier momento.

Rondón (2013) asevera que el Chlorpirifos por tratarse de un compuesto clorado posee alta resistencia a la degradación por factores naturales. Se absorbe rápidamente y se transporta en el xilema a los cotiledones y a las hojas de la planta tratada.

Además López (2016), manifiesta que posee un largo efecto residual, e inicia su foto degradación en el suelo con una vida media de 47 días. En suelos aeróbicos es muy persistente con una vida media de 365 días. Su ficha técnica lo categoriza como peligroso para la salud humana y para el medioambiente.

Finalmente SYNGENTA (2019), alega que los límites tolerables de plaguicidas para el caso específico del residuo encontrado Chlorpirifos son de 200 ppb que es el equivalente a 0,2 mg/kg, sin embargo, estos límites pueden superarse al consumir la uva de forma continua durante 20 días. Lo mismo se puede afirmar de la residualidad encontrada en los metales Cu, Cd, Cr, Mn y Zn.

5. CONCLUSIONES:

La evaluación de la residualidad de los plaguicidas utilizados en la zona agrícola de la provincia Cercado (Temporal, El Portillo y Santa Ana), dio como resultado que existe residualidad de un plaguicida en la uva y de 5 metales pesados, la misma que se encuentra dentro de los límites permisibles de acuerdo a lo establecido por la Unión Europea y el Codex Alimentarius, sin embargo al ser la uva un producto de consumo continuo durante la temporada de vendimia (enero a abril), y el plaguicida y los metales pesados encontrados al ser de características

liposolubles, la acumulación podría estar causando problemas de salud poblacional y estar pasando desapercibido, por lo que los estudios de toxicidades de alimentos deberán ser investigación con mayor profundidad.

El tiempo de residualidad de un plaguicida en el cultivo de uva en la zona de estudio, depende directamente del método de aplicación, pero también de las condiciones ambientales, lo cual demuestra que las aplicaciones inapropiadas de plaguicidas, aumentan la residualidad en la uva vinífera, lo cual puede también ocasionar contaminación química en las bebidas fermentadas y destiladas.

Los plaguicidas aplicados para los cultivos de vid en la zona de estudio son generalmente categoría II, III, y IV, no obstante, las cantidades aplicadas no responden a la norma técnica ni a las Buenas Prácticas de aplicación de plaguicidas, lo cual se debe a la falta de conocimiento técnico de los productores vitivinícolas y a la falta de seguimiento continuo por parte de las instituciones responsables del control fitosanitario.

Finalmente se puede concluir que la residualidad de los plaguicidas y de los metales pesados en los cultivos de uva (con malla antigranizo y campo abierto) es casi igual aunque existan algunas diferencias en los factores ambientales y se puede controlar garantizando la inocuidad alimentaria durante la producción primaria con la aplicación y cumplimientos de las Buenas Prácticas Agrícolas en la aplicación y uso correcto de los plaguicidas autorizados por el SENASAG para el cultivo de la vid.

Para lo cual se recomienda a los organismos de control llamados por ley como son el SENASAG, el Gobierno Departamental de Tarija a través del SEDAG y el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, a proteger la producción primaria de la uva, facilitando talleres de capacitación para el uso correcto de plaguicidas a todos los productores vitícolas, además de realizar el seguimiento y fiscalización de los plaguicidas utilizados para el cultivo de la vid.

También se propone realizar convenios Interinstitucionales con la UAJMS a través del CEANID con el objeto de realizar análisis de laboratorio a la uva de todos los productores del departamento para así poder garantizar la inocuidad alimentaria y verificar la residualidad de los plaguicidas y metales pesados.

6. REFERENCIAS:

- 📖 AUSAY, E. (2015) "Respuesta de vid mediante fertiriego por goteo" (tesis de grado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica de Ecuador.
- 📖 Comunidad Andina de Naciones: CAN. (1998) "Decisión 804 Modifíquese la Decisión 436 Norma Andina para el registro y control de plaguicidas Químicos de Uso Agrícola", [Mensaje en block]. Recuperado de <http://www.oficial.ec/decision-804-modifiquese-decision-436-norma-andina-registro-control-plaguicidas-quimicos>.
- 📖 CASTRO, J. (2012) "Determinación, persistencia y distribución de insecticidas de uso agrícola en el medio ambiente", (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid Facultad de Ciencias. Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica, Madrid. España.
- 📖 DÍAZ, R. (2015) "Control de plaguicidas en productos de origen agrícola". Recuperado de: http://www.infoagro.com/abonos/control_plaguicidas_productos.htm.
- 📖 FABARA, V. (2014) "Análisis cromatográfico de fungicidas en el tomate del mercado mayorista del distrito Metropolitano de Quito", (tesis de grado). Universidad de las Américas Facultad de Ciencias Agropecuarias, Quito Ecuador.
- 📖 FAO. (2019) "El cultivo de uva con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana". [Mensaje en block]. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.

- 🔖 FAO. (2019) "Manual técnico buenas prácticas agrícolas BPA, en la producción de vid bajo condiciones protegidas" [Mensaje en block]. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>.
- 🔖 GARCÍA, J. (2015) "Actualización de límites máximos de residuos de plaguicidas en productos alimenticios de origen vegetal. Situación en Costa Rica". San José, Costa Rica. Publicación de la oficina de extensión comunitaria y Conservación del medio Ambiente, Universidad Estatal a Distancia
- 🔖 GAVILANES, G. (2014) "La acumulación de envases de plaguicidas y su incidencia en la contaminación ambiental del cantón quero". (Tesis de maestría). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador.
- 🔖 LÓPEZ, D. (2016) "Determinación de residuos de plaguicidas en tomate por cromatografía de gases con detector de espectrofotometría de masas (GC-MSD)", (Tesis de grado). Universidad Católica del Ecuador Facultad de ciencias exactas y naturales Escuela de ciencias químicas, Quito.
- 🔖 PÁEZ, M. (2017) "Evaluación de riesgo por plaguicidas". Revista de ciencias, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle. DF México; (pp. 22-56).
- 🔖 RENDÓN, M. (2013) "Determinación de residuos de carbamatos mediante LC-ESI-MS/MS en uva expandidos en el mercado de Guayaquil", (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil Ecuador.
- 🔖 SENASAG (2019). "Reglamento para el uso de agroquímicos en Bolivia e Inocuidad Alimentaria". [Mensaje en block]. Recuperado de: www.senasag.gob.bo
- 🔖 SYNGENTA, (2019) "Ficha técnica Chlorpirifos y de metales pesados". [Mensaje en block]. Recuperado de:
- 🔖 http://www3.syngenta.com/country/es/sp/productos/proteccion_cultivos/Documents/FDS/actara-25wg.pdf