

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA Y DE PESTICIDAS EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO CON BUSSINESS INTELLIGENCE

María Isabel Uvidia Fassler

✉ muvidia@unach.edu.ec

Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador

Alexandra Cristina Almeida Castro

✉ aalmeida@icontec.net

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) – Ecuador

María Fernanda Rojas Vallejo

✉ mfrojas@unach.edu.ec

Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador

Pablo Méndez Naranjo

✉ pmendez@unach.edu.ec

Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador

RESUMEN

El sector agropecuario en la provincia de Chimborazo se destaca por la producción de productos como papa, cebolla, ganado y lácteos como actividad económica principal, que puede ser afectado por factores como cambios climáticos, plagas, residuos de pesticidas, fluctuaciones de precios, acceso a tecnología, políticas y financiamiento. Esta investigación evaluó la incidencia de contaminantes microbiológicos y químicos en la producción agropecuaria de Chimborazo, utilizando inteligencia de negocios como herramienta de análisis de datos de los años 2020 al 2023. Entre los resultados más importantes se muestra que el año 2023 tuvo la mayor cantidad de muestras tomadas y la menor cantidad de muestras contaminadas. Además, los tres productos más analizados son el cilantro con un 22,38% de las muestras totales y con la mayor cantidad de muestras positivas con un 36,36%, seguido de la fresa con un 20,00% de contaminación y la miel de abeja con un 13,33%. Finalmente, la mayor cantidad de muestras positivas son Levaduras con un 24,24%, Coliformes totales con un 20,45% y Aerobios Mesófilos con un 19,70%, que evidencia la urgente atención de AGROCALIDAD para mejorar los procesos de producción y que mediante capacitaciones técnicas y colaboración con otras instituciones generen un impacto positivo en la sociedad.

Palabras clave: inocuidad, microorganismos, pesticidas, producción primaria, inteligencia de negocios.

ABSTRACT

The agricultural sector in the province of Chimborazo stands out for the production of products such as potatoes, onions, livestock, and dairy as the main economic activity, which can be affected by factors such as climate changes, pests, pesticide residues, price fluctuations, access to technology, policies, and financing. This research evaluated the incidence of microbiological and chemical contaminants in the agricultural production of Chimborazo, using business intelligence as a data analysis tool from 2020 to 2023. Among the most important results, it is shown that 2023 had the greatest amount of samples taken and the least amount of contaminated samples. Furthermore, the three most analyzed products are cilantro with 22.38% of the total samples, and with the highest number of positive samples with 36.36%, followed by strawberry with 20.00% contamination, and honey bee with 13.33%. Finally, the largest number of positive samples are Yeasts at 24.24%, Total Coliforms at 20.45%, and Mesophilic Aerobes at 19.70%, which shows the urgent attention of AGROCALIDAD to improve production processes. Through technical training and collaboration with other institutions, they generate a positive impact on society.

Keywords: safety, microorganisms, pesticides, primary production, business intelligence.

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Chimborazo, ubicada en el centro de Ecuador, es una región con una amplia diversidad agrícola y una economía que depende en gran medida de la producción primaria, podemos notar una gran producción de productos como zanahoria, papas, habas, col, quinua, frutas de clima frío, leche, carne, lana, peces entre otros (Gualán et al., 2020); sin embargo existen factores que pueden afectar desafíos y oportunidades de negocio como las heladas y sequías (pueden afectar los cultivos), acceso a mercados (pequeños productores tienen dificultades para acceder a mercados más grandes y obtener precios justos), infraestructura, mal manejo de pesticidas y ausencia de controles microbiológicos (Moreno et al., 2020). A pesar de estos desafíos, existen muchas oportunidades para mejorar y expandir la producción a través de técnicas modernas y sostenibles, así como la integración de nuevos mercados y una propuesta al consumidor de productos sanos e inoocuos (Villalba et al., 2021).

La evaluación microbiológica y de residuos de pesticidas en la producción agropecuaria es un factor esencial para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad de los productos agrícolas (Sánchez et al., 2018); es fundamental identificar los cultivos y áreas específicas para tomas de muestreo, tomando en cuenta factores que pueden incidir como el suelo, agua de riego y cualquier otro medio que pueda estar en contacto con los productos (Cáderas et al., 2019). Es necesario evaluar en un laboratorio acreditado muestras de origen agropecuario con el fin de prevenir la contaminación por microorganismos, es importante tener en cuenta que la

evaluación microbiológica y de residuos de pesticidas puede variar según las regulaciones locales y las especificidades del entorno agrícola (Higuera, 2016).

El control microbiológico y de residuos de pesticidas en la producción agropecuaria es de suma importancia por varias razones que abarcan desde la seguridad alimentaria hasta la sostenibilidad ambiental (Salina, 2023). La presencia de patógenos microbianos en productos agrícolas puede representar una amenaza para la salud humana. La evaluación microbiológica puede ayudar a identificar y mitigar estos riesgos y garantizar alimentos más seguros (USDA, 2018). La presencia de bacterias como Salmonella y Escherichia Coli, Listeria monocytogenes pueden causar enfermedades transmitidas por los alimentos. La evaluación microbiológica permite la detección y prevención de la contaminación de los alimentos con estos patógenos (Méndez et al., 2022).

La mayoría de los países poseen regulaciones y restricciones sobre patógenos y residuos de pesticidas en los alimentos, promoviendo la sostenibilidad y conservación de los recursos naturales, estas regulaciones contribuyen a garantizar que los productos agrícolas cumplan con estas regulaciones (Morales et al., 2023). La evaluación de los residuos de pesticidas puede ayudar a limitar la cantidad de productos químicos utilizados en la agricultura, previniendo así la contaminación ambiental (Santos et al., 2022). La ausencia de contaminantes microbianos y residuos de pesticidas ayuda a mejorar la calidad general de los productos, resultando ser positivo en la apariencia, el sabor y la textura de los alimentos (FAO, 2020).

Los consumidores y los mercados internacionales generalmente prefieren productos que cumplan con altos estándares de seguridad y calidad (Palomino et al., 2018). Las evaluaciones microbiológicas y de residuos de pesticidas ayudan a establecer y mantener la credibilidad del mercado (Álvarez, 2014). Las enfermedades transmitidas por los alimentos y los residuos de pesticidas pueden causar importantes pérdidas económicas a los agricultores y a la industria alimentaria en su conjunto (Gómez & Ospina, 2021). Estos controles pueden ayudar a reducir estos riesgos. Las prácticas adecuadas de gestión de residuos de pesticidas y permacultura pueden ayudar a proteger la salud del suelo, el agua y los ecosistemas circundantes (Orellana et al., 2023).

En la Provincia de Chimborazo- Ecuador, la evaluación microbiológica y de residuos de pesticidas en la producción agropecuaria es una práctica importante que debería tener un mayor control, para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad de los productos agrícolas. Esta evaluación proporcionaría información valiosa a los agricultores, permitiéndoles adaptar y mejorar sus prácticas agrícolas para cumplir con estándares más altos de calidad y seguridad; la evaluación de residuos microbianos y de pesticidas es esencial para garantizar la seguridad alimentaria, proteger la salud pública, cumplir con las regulaciones, promover prácticas de permacultura y seguir siendo competitivos en los mercados globales.

Según Bernabeu, la Inteligencia de Negocios o Business Intelligence (BI), es un concepto que integra por un lado el almacenamiento y por el otro el procesamiento de grandes cantidades

de datos, con el principal objetivo de transformarlos en conocimiento y en decisiones en tiempo real, a través de un sencillo análisis y exploración (Bernabeu, 2010).

Con base a lo mencionado, esta investigación desarrolla un muestreo de los productos agropecuarios que resultan de la producción de los cantones pertenecientes a la provincia de Chimborazo, realizando una evaluación microbiológica y de residuos de pesticidas en la producción agropecuaria durante los años 2020 a 2023 y desde la perspectiva del análisis de datos, realizar inteligencia de negocios y permitir la toma de decisiones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestreo de la producción primaria provincia de Chimborazo

Para el muestreo de la producción primaria (pecuaria y agrícola) se definió con base al “Plan Nacional de Vigilancia y Control de Contaminantes en la Producción Primaria” estipulado por la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro – AGROCALIDAD en donde los productos priorizados para su control y monitoreo dentro de la provincia de Chimborazo se estipulan de acuerdo con el volumen productivo de los años previos. Los cantones donde se realizó el análisis fueron: Alausí, Chambo, Chunchi, Colta, Guamote, Guano, Riobamba y Penipe.

2.2 Toma de las muestras.

Para el muestreo de la producción primaria (pecuaria y agrícola) se siguieron los protocolos descritos en el Instructivo INT/

CPP/01 “Toma, conservación y envío de muestras para la determinación de contaminantes en productos agropecuarios” de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro – AGROCALIDAD, de los siguientes productos de la Tabla 1:

PRODUCTOS AGRICOLAS	PRODUCTOS PECUARIOS
Cilantro	Huevos
Ajo	Carne Ovina
Fresa	Carne Bovina
Cebolla Blanca	Carne Aviar
Lechuga	Frotis Porcino
Tomate Riñon	
Cebolla	
Tomate De Árbol	
Mora	
Quinoa	

Tabla 1. Muestras analizadas de la producción primaria para productos agrícolas y pecuarios.

2.3 Análisis de las muestras.

Las muestras recolectadas tanto de la parte agrícola como pecuaria se enviaron al “Laboratorio de Diagnóstico de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro – AGROCALIDAD” Tumbaco – Ecuador en donde se realizaron los análisis descritos en la Tabla 2 dependiendo de la naturaleza y siguiendo los protocolos descritos en el “Plan Nacional de Vigilancia y Control de Contaminantes en la Producción Primaria” resaltando que dicho laboratorio cuenta con acreditación SAE para los parámetros descritos.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	ANÁLISIS DE CONTAMINANTES
<i>Escherichia Coli</i>	Propamocarb
<i>Salmonella Spp</i>	Dimetomorph
<i>Listeria</i>	Metalaxyl
<i>Monocytogenes</i>	
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Tebuconazole
Aerobios Mesófilos	Atrazina
Mohos Y Levaduras	Acetamiprid
Aerobios Mesófilos Totales	Imidacloprid
	Propiconazole
	Profenophos
	Thiamethoxam
	Propiconazole
	Methomyl
	Beta-Agonistas
	Carbendazim
	Sulfadiazina
	Sulfadimetoxina
	Sulfadimetoxina
	Tetraciclina
	Oxitetraciclina
	Penicilina V
	Thiamethoxam
	Chlorpyriphos

Tabla 2. Parámetros analizados en la producción primaria.

2.4 Delimitación de Positivos y Negativos.

Para delimitar los resultados positivos y negativos de las muestras analizadas se siguieron las directrices estipuladas por el “Programa Nacional de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas en productos Agrícolas – PNVCR” y el “Programa de Vigilancia y Control de Residuos de Vigilancia de microorganismos de higiene y control de microorganismos patógenos para la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos de origen agrícola y pecuario del país – PNVCH”. En donde los resultados obtenidos de los diferentes análisis de laboratorio tanto de la parte microbiológica como de los residuos de contaminantes fueron comparados con los rangos permisibles de las Normas INEN, en caso de que dichas normas no contengan valores referenciales de cumplimiento para el contaminante analizado se tomó como referencia los valores establecidos dentro del Codex Alimentarius o Límites Máximos para Residuos (LMR) recomendados por el REGLAMENTO (UE) No 37/2010 DE LA COMISIÓN de 22 de diciembre de 2009.

2.5 Análisis de datos

Para el desarrollo del presente estudio se analizaron los datos obtenidos de los años 2020, 2021, 2022, 2023, descritos en la “MATRIZ DE SEGUIMIENTO DE MUESTREO DEL PLAN NACIONAL DE VIGILANCIA Y CONTROL DE CONTAMINANTES EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA – PNVCC” de la Provincia de Chimborazo en donde se realizó el proceso de Inteligencia de Negocios en Power BI que se describe en la Figura 1, pudiendo identificar el análisis de datos para la toma de decisiones.



Figura 1 Proceso de Inteligencia de Negocios

El proceso de Inteligencia de negocios en cada una de sus fases permitió dirigir y planear el análisis de los productos agrícolas y pecuarios de la provincia de Chimborazo, además recolectar las fuentes de datos que pasaron por un proceso de limpieza de datos para garantizar la consistencia de la información, la generación de un repositorio y el análisis de los datos mediante Power BI.

3. RESULTADOS

Posterior a la aplicación de la metodología, se muestran los resultados obtenidos mediante Power BI en los datos de la provincia de Chimborazo desde el año 2020 hasta el año 2023.

PROVINCIA	Total muestras	Positivas	%	Negativas	%
CHIMBORAZO	983	132	13,43 %	851	86,57 %
2020	213	32	15,02 %	181	84,98 %
2021	223	29	13,00 %	194	87,00 %
2022	83	20	24,10 %	63	75,90 %
2023	464	51	10,99 %	413	89,01 %
Total	983	132	13,43 %	851	86,57 %

Figura 2 Matriz de muestras de control microbiológico y pesticidas de la provincia de Chimborazo por año.

En 2020, existieron 213 muestras, de las cuales el 15.02% fueron positivas. En 2021, el porcentaje de muestras positivas disminuyó al 10.31%. En 2022, existió un incremento notable en el porcentaje de muestras positivas (24.10%). En 2023, aunque el total de muestras fue mayor (464), el porcentaje positivo bajó al 10.99%. Se analizaron 983 muestras, de las cuales el 13.43% fueron positivas y el 86.57% negativas.

En la Figura 3 se observa el muestreo de datos tanto para el control microbiológico y residuos de pesticidas, resultados que han sido obtenidos de acuerdo con los datos tomados por AGROCALIDAD del año 2020 al año 2023. Mediante Power BI se puede evidenciar que el año 2023 concentra la mayor cantidad de muestras tomadas, siendo en total 464 de un total de 983 en los últimos cuatro años de análisis, además, que este fue el año en donde existieron mayor cantidad de positivos respecto a contaminantes con un 10.99%.

PROVINCIA	Total muestras	Positivas	%	Negativas	%
CHIMBORAZO	983	132	13,43 %	851	86,57 %
2020	213	32	15,02 %	181	84,98 %
CHAMBO	2			2	100,00 %
COLTA	6			6	100,00 %
GUAMOTE	15			15	100,00 %
GUANO	3			3	100,00 %
RIOBAMBA	187	32	17,11 %	155	82,89 %
2021	223	29	13,00 %	194	87,00 %
CHAMBO	5			5	100,00 %
COLTA	83	9	10,84 %	74	89,16 %
GUAMOTE	1			1	100,00 %
GUANO	3			3	100,00 %
PENIPE	3			3	100,00 %
RIOBAMBA	128	20	15,63 %	108	84,38 %
2022	83	20	24,10 %	63	75,90 %
GUAMOTE	26	6	23,08 %	20	76,92 %
GUANO	6			6	100,00 %
RIOBAMBA	51	14	27,45 %	37	72,55 %
2023	464	51	10,99 %	413	89,01 %
ALAUSI	6	1	16,67 %	5	83,33 %
CHAMBO	77	17	22,08 %	60	77,92 %
CHUNCHI	11			11	100,00 %
COLTA	23			23	100,00 %
GUAMOTE	30	2	6,67 %	28	93,33 %
GUANO	12			12	100,00 %
RIOBAMBA	305	31	10,16 %	274	89,84 %
Total	983	132	13,43 %	851	86,57 %

Figura 3 Matriz de muestras de control microbiológico y pesticidas de la provincia de Chimborazo por año y cantones

La Figura 3 que corresponde a matriz creada en Power BI, evidencia los cantones de análisis por año, en el cual, se observa que el año 2023 fue el que tiene mayor cantidad de cantones de análisis, siendo Riobamba el cantón más analizado con 305 muestras, seguido de Chambo con 77 muestras y Guamote con 30 muestras de un total de 983 muestras. Además, el

cantón con mayor cantidad de muestras positivas es Chambo con el 22.08%.

CONTAMINANTE ANALIZADO	CONTAMINANTE	%	Positivos
E. COLI	173	17,60%	15,15%
SALMONELLA	160	16,28%	3,03%
AEROBIOS MESÓFILOS	107	10,89%	19,70%
LISTERIA	62	6,31%	
STAPHYLOCOCCUS AUREUS	59	6,00%	4,55%
COLIFORMES TOTALES	57	5,80%	20,45%
LEVADURAS	50	5,09%	24,24%
MOHOS	41	4,17%	0,76%
RESIDUOS DE PLAGICIDAS POR UPLC/MS/MS	31	3,15%	2,27%
SULFADIAZINA	14	1,42%	0,76%
SULFADIMETOXINA	14	1,42%	0,76%
Total	983	100,00%	100,00%

Figura 4 Matriz de datos de la provincia de Chimborazo con mayor cantidad de análisis

En la Figura 4, se resalta que Escherichia Coli, Salmonella y Aerobios Mesófilos son los controles microbiológicos más realizados, sin embargo, Levaduras con un 24,24%, Coliformes totales con un 20,45% y Aerobios Mesófilos con un 19,70% son las pruebas que mayor cantidad de positivos muestran como resultado.

RIOBAMBA	671
COLTA	112
CHAMBO	84
GUAMOTE	72
GUANO	24
CHUNCHI	11
ALAUSI	6
PENIPE	3
Total	983

Figura 5 Matriz de datos de cantones con mayor cantidad de análisis mediante muestras

En la Figura 5, se muestra que los tres primeros cantones con mayor cantidad de análisis son Riobamba con 671 muestras, Colta con 112 muestras y Chambo con 84 muestras de un total de 983 muestras.



Figura 6 Mapa de los cantones de la provincia de Chimborazo

Mediante un mapa la ubicación de los cantones de la provincia de Chimborazo con el tamaño de la burbuja identifica las provincias con mayor cantidad de muestras tomadas (Figura 6). Se proporciona una forma más dinámica de analizar datos y tomar decisiones.

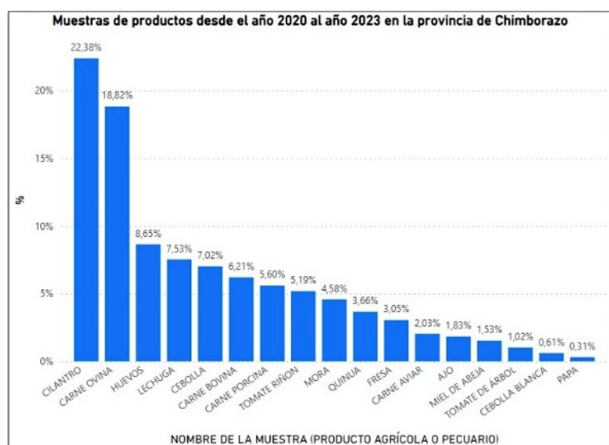


Figura 7 Gráfica de los productos agrícolas en los que se tomaron las muestras.

En la Figura 7, se observa que en los cuatro años de análisis el cilantro con un 22,38%, carne ovina con un 18,82% y huevos con un 8,65% fueron los productos agrícolas o pecuarios con mayor cantidad de toma de muestras para la determinación de controles microbiológicos y pesticidas.

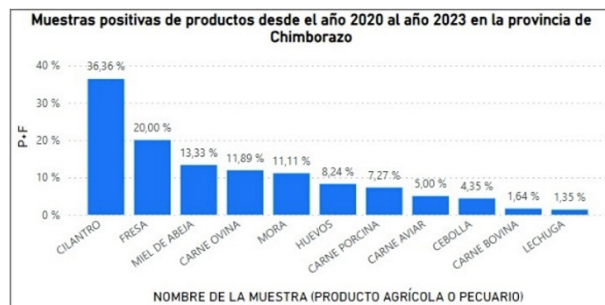


Figura 8 Gráfica de los productos agrícolas con mayor cantidad de muestras positivas.

En la Figura 8, los cuatro años de análisis presentan los siguientes productos agrícolas y pecuarios con la mayor cantidad de muestras positivas a controles microbiológicos y pesticidas: cilantro con un 36,36%, fresa con un 20,00% y miel de abeja con un 13,33%.

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE CHIMBORAZO	
CANTÓN	% Positivos
CHAMBO	20,24 %
CILANTRO	100,00 %
ALAUSI	16,67 %
CARNE AVIAR	100,00 %
RIOBAMBA	14,46 %
CILANTRO	32,53 %
FRESA	25,00 %
MIEL DE ABEJA	15,38 %
MORA	12,50 %
CARNE OVINA	10,45 %
CARNE PORCINA	10,26 %
HUEVOS	8,24 %
CEBOLLA	7,14 %
CARNE BOVINA	5,00 %
LECHUGA	2,17 %
GUAMOTE	11,11 %
CARNE OVINA	22,22 %
COLTA	8,04 %
CILANTRO	24,32 %
Total	13,43 %

Figura 9 Matriz de los cantones con los productos agrícolas con mayor cantidad de contaminación en la provincia de Chimborazo

El cantón Chambo con el producto cilantro es el que presenta mayor cantidad de muestras positivas a controles microbiológicos y de pesticidas, seguido del cantón Alausí con el producto Carne aviar, y el cantón Riobamba nuevamente con el producto cilantro como muestra la Figura 9.

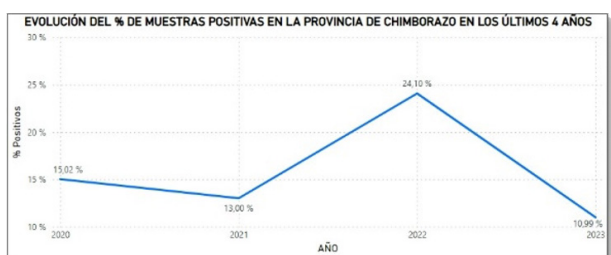


Figura 10 Evolución de muestras positivas en la provincia de Chimborazo.

Finalmente Figura 10, indica la evolución de muestras positivas a controles microbiológicos y de pesticidas en la provincia de Chimborazo, mostrando que el año 2023 tuvo el porcentaje más bajo de contaminación con el 10,99%.

4. DISCUSIÓN

El análisis de los datos obtenidos con Power BI entre los años 2020 y 2023 confirma que el control microbiológico y de residuos de pesticidas en la provincia de Chimborazo es un desafío que requiere atención inmediata, proporcionando de manera clara el trabajo que debe desarrollar AGROCALIDAD al brindar productos de calidad para el consumo humano.

Chimborazo es una provincia con gran producción primaria (Gualán et al., 2020) que puede tener factores que afectan al proceso de producción (Moreno et al., 2020), mediante esta investigación se evalúa la incidencia

de contaminantes microbiológicos y químicos en la producción agropecuaria de Chimborazo, utilizando inteligencia de negocios como herramienta de análisis de datos, demostrando la utilidad de las herramientas tecnológicas para identificar patrones y riesgos en tiempo real. Sin embargo, los hallazgos también exponen la necesidad de fortalecer el monitoreo y la capacitación en el manejo de pesticidas y microorganismos en áreas de alta vulnerabilidad como Riobamba y Chambo.

Moreno et al. (2020) y Villalba et al. (2021) destacan que la producción agropecuaria enfrenta desafíos multifacéticos, como condiciones climáticas adversas y falta de acceso a mercados. Estos factores son paralelos a las observaciones en Chimborazo, donde cantones como Chambo presentan altos niveles de contaminación microbiológica y de pesticidas debido, en parte, a limitaciones estructurales. Es así como, la presente investigación complementa este análisis al proporcionar datos específicos y cuantificables sobre contaminación, que permiten priorizar acciones en cultivos clave como el cilantro.

Sánchez et al. (2018) subrayan la importancia de evaluar patógenos como Escherichia Coli y Salmonella, coincidiendo con los resultados en Chimborazo, donde estas bacterias representan un porcentaje significativo de contaminación en productos agrícolas y pecuarios. Sin embargo, el enfoque del estudio en Chimborazo abarca no solo la identificación de estos microorganismos, sino también su incidencia en diferentes cantones y años, proporcionando una visión más completa y estratégica del problema.

El manejo adecuado de pesticidas es un punto crucial destacado por Higuera (2016) y Salina et al. (2023), quienes resaltan el impacto ambiental y en la salud humana de su uso indiscriminado. Los hallazgos en Chimborazo refuerzan esta preocupación, mostrando residuos significativos en productos agrícolas como la fresa y el cilantro. No obstante, la investigación actual va más allá al emplear inteligencia de negocios para identificar patrones de contaminación, algo que no se detalla en los estudios anteriores.

El cumplimiento de regulaciones internacionales, como las establecidas por el Codex Alimentarius y el Reglamento de la UE (2010), es señalado por Salina (2023) y el USDA (2018) como esencial para garantizar productos inocuos. En Chimborazo, se evidencia la falta de un control uniforme que cumpla con estos estándares, especialmente en áreas con altos niveles de contaminación. La comparación con estos estudios subraya la necesidad de fortalecer los programas locales de vigilancia y monitoreo.

Según Palomino et al. (2018), el cumplimiento de estándares de seguridad y calidad es fundamental para acceder a mercados internacionales y fortalecer la competitividad de los productos agrícolas. Esto se refleja en el caso de Chimborazo, donde el análisis de datos sugiere que cantones como Riobamba tienen potencial para posicionarse en mercados más amplios, siempre y cuando se implementen mejoras en el control microbiológico y de pesticidas.

Esa así que, con la información de los

datos se confirma que el proceso de evaluación es importante para garantizar procesos adecuados de producción, siendo así que el año 2023 es el año con la mayor cantidad de muestras tomadas, pero también en el análisis de la evaluación en los cuatro años, es el que tiene la menor cantidad de muestras positivas o contaminadas, representando únicamente el 10,99%. Además, Riobamba es el cantón con mayor cantidad de análisis presentados, pero también el mayor productor respecto a las muestras tomadas.

El producto primario más analizado es el cilantro con un 22,38% de las muestras totales, pero también el que presenta mayor cantidad de muestras positivas con un 36,36%. En segundo lugar, se ubica la fresa con un 20,00% de contaminación y en tercer lugar la miel de abeja con un 13,33%. Este análisis permite identificar los productos que requieren mayor atención respecto al proceso de producción para evitar la contaminación, lo que además sugiere preparar procesos de capacitación por parte de AGROCALIDAD y permitir la mejora en la producción de la provincia de Chimborazo y sus cantones.

Escherichia Coli con un 17,60%, Salmonella con un 16,28% y Aerobios Mesófilos con un 10,89% son las muestras más realizadas en los cuatro años de análisis, sin embargo, la mayor cantidad de muestras positivas son de Levaduras con un 24,24%, en segundo lugar, Coliformes totales con un 20,45% y Aerobios Mesófilos con un 19,70%, lo que ratifica la atención de AGROCALIDAD para mejorar los procesos de producción y garantizar la salud en la ciudadanía.

Aunque los resultados reflejan progresos en el control de contaminantes, también evidencian la falta de uniformidad en la aplicación de estándares de calidad en los cantones analizados. Por ejemplo, Chambo presentó el porcentaje más alto de muestras positivas (22.08%), lo que sugiere deficiencias específicas en el manejo de pesticidas y controles microbiológicos en comparación con otros cantones.

Este hallazgo podría estar vinculado a factores estructurales como el acceso limitado a capacitación técnica, financiamiento insuficiente para adoptar prácticas sostenibles, y barreras culturales en la aceptación de nuevas tecnologías por parte de los agricultores. Por tanto, una intervención más robusta, que integre a las comunidades agrícolas en el diseño y ejecución de programas de mejora, es esencial.

El presente estudio reafirma la necesidad de establecer sistemas de monitoreo más exhaustivos y sostenibles en la provincia de Chimborazo.

Finalmente, el proceso de Inteligencia de Negocios destaca por su enfoque en la integración de tecnologías de análisis, como el uso de Power BI, lo que proporciona una ventaja comparativa en la identificación y mitigación de riesgos y permite a AGROCALIDAD tomar las mejores decisiones y estrategias respecto a la producción primaria de la provincia de Chimborazo y sus cantones, aportando al crecimiento de la actividad de la provincia y permitiendo fortalecer los procesos productivos modulares del centro del país.

5. CONCLUSIONES

La Inteligencia de Negocios puede desempeñar un papel crucial en el control de pesticidas y la microbiología en el sector agropecuario de Chimborazo, ya que genera un monitoreo en tiempo real e identificar las áreas de riesgo para tomar medidas preventivas de manera proactiva como parte de la toma de decisiones.

Los datos evidencian que AGROCALIDAD debe fortalecer la integración de la tecnología en sus procesos de control para de manera estratégica tomar soluciones respecto a los procesos de producción en donde se evalúan los controles microbiológicos y de pesticidas, confirmando que el monitoreo y la evaluación a través de análisis y seguimiento continuo de indicadores clave de rendimiento, garantizan mejores productos, además, es necesario fortalecer la producción primaria con capacitaciones y acompañamiento a los productores de la provincia de Chimborazo.

Además de la capacitación respecto a la producción agrícola saludable, es importante el componente tecnológico que permitirá reforzar el monitoreo en tiempo real utilizando herramientas de inteligencia de negocios, integrando datos de todas las etapas de la cadena productiva.

Finalmente, para generar el impacto social adecuado es importante generar la colaboración interinstitucional, uniendo esfuerzos entre AGROCALIDAD, universidades y productores locales para garantizar la adopción de estándares internacionales de calidad y seguridad

alimentaria en el sector agropecuario de Chimborazo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

71. Álvarez, VH (2014). Protocolo De Vigilancia Y Control De Intoxicaciones Por Plaguicidas. *Revista Ciencias de La Salud*, 29 (5), 373–380. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2015.05.028><http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3939/1/Tesis-35agr.pdf>http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662014000100003<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456>
2. Bernabeu, R. (2010). Hefesto. 146. <http://www.dataprix.com/data-warehousing-y-metodologia-hefesto/hefesto-metodologia-propia-para-la-construccion-un-data-wareh><http://www.dataprix.com/data-warehousing-y-metodologia-hefesto/ii-hefesto-metodologia-propia-para-la-construccion-un-data-warehouse>
3. Cárdenas Castro, E., Sánchez Espinosa, J., Barrera Cárdenas, FA, Tenjo Morales, AI, & Espitia Barrera, JE (2019). EFECTO DE LA RENOVACIÓN DE PRADERAS CON GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS FUNCIONALES EN SUELOS ÁCIDOS. *Suelos Ecuatoriales*, 49 (1 y 2), 1–8. [https://doi.org/10.47864/se\(49\)2019p1-8_99](https://doi.org/10.47864/se(49)2019p1-8_99)
4. Gualán-Simbaña, L., Lisintuña-Vinueza, L., & Rivera-Badillo, P. (2020). El liderazgo femenino como impulsor de la actividad emprendedora en la zona 3 del Ecuador. *593 Editorial Digital CEIT*, 2 (5), 93–107. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.2.183>
5. FAO. (2020). Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. *Lucha Contra La Contaminación Agrícola de Los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55)*, 1–16. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm> <http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm> <http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm> <http://www.fao.org/3/W2598S/w2598s06.htm> [http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm#capítulo 4](http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm#capítulo4) los plaguicidas, en cuanto con
6. Gómez, C. y Ospina, D. (2021). Análisis de las estrategias de prevención y control de enfermedades transmitidas por alimentos. *Tesis*, 26 (2), 173–180. Recuperado de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/22482/8/GómezCarlosOspinaDaniel_2021_EstudioEnfermedadesAlimentos..pdf
7. Higuera, D. (2016). Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. *BIOTECNOLOGÍA*, 1–9.
8. Mendez-Trujillo, V., Gonzalez Mendoza, D., Grimaldo-Juarez, O., Ceceña-Duran, C., Tzintzun-Camacho, O., & Duran-Hernández, D. (2022). Inoculantes comerciales en Baja California, México: calidad y capacidad de biocontrol de hongos fitopatógenos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(1), 1–8. <https://>

- doi.org/10.23850/24220582.4357
9. Morales-Galindo, E., Blanco-Muñoz, J., ... Hernández Mariano, J. Á. (2023). Condiciones de trabajo y prácticas con plaguicidas en trabajadores de control de vectores en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* , 39 , 229–240. <https://doi.org/10.20937/rica.54786>
 10. Moreno Guerra, AM, Zurita Gallegos, RM, & Robalino Vallejo, A. (2020). Costumbres Culinarias de la Sierra Ecuatoriana. *ConcienciaDigital* , 3 (3.1), 371–382. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1442>
 11. Palomino, C., Gonzáles, Y., Pérez, E., & Aguilar, V. (2018). Metodología Delphi en la gestión de la inocuidad alimentaria y prevención de enfermedades transmitidas por alimentos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* , 35 (3), 483–490.
 12. Orellana-Suárez, K., & Salcedo-Burgos, EA (2023). Enfermedades transmitidas por alimentos: factores sociodemográficos y de riesgo. *MQRInvestigar* , 7 (3), 1440–1457. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.7.3.2023.1440-1457>
 13. Salina, MD, Vega, M., Bravi, ME, Bais, B. y Sguazza, H. (2023). Fluctuación de la prevalencia viral en relación a Varroa destructor. *Eunk* , 1 (2), 3–11. <https://doi.org/10.52559/eunk.v1i2.25>
 14. Sánchez-Moreno, C., González-Peña, D., Colina-Coca, C., & de Ancos, B. (2018). Métodos físicos no tradicionales de control microbiológico aplicables al proceso de elaboración de hortalizas de IV Gama. *Agrociencia* , 22 (1), 26–36. <https://doi.org/10.31285/agro.22.1.3>
 15. USDA. (2018). *Parásitos y Enfermedades Transmitidas por Alimentos*. Departamento de Agricultura de Estados Unidos , 1–9.
 16. Villalva-Bustamante, D., F. Logroño-Rodríguez, M., F. Flores-Pulgar, T., & Naula-Erazo, B. (2021). Prioritization of Alternative Agricultural Products Based on Market Signals as a Tool for the Development of Innovative Projects. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.* <https://doi.org/10.18502/epoch.v1i1.9610>