

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Determinación de plomo y cadmio en el cultivo de kion (*Zingiber officinale*)

en el distrito de Pichanaki – Junín

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Adeli Ingrid QUISPE CORONADO

Asesor:

Mg. Josué Hernán INGA ORTIZ

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Determinación de plomo y cadmio en el cultivo de kion (*Zingiber officinale*)

en el distrito de Pichanaki – Junín

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE

PRESIDENTE

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ

MIEMBRO

Mg. Moisés TONGO PIZARRO

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 073-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
QUISPE CORONADO Adeli Ingrid

Escuela de Formación Profesional
Agronomía - Yanahuanca

Tipo de trabajo
Tesis

**Determinación de plomo y cadmio en el cultivo de kion (*Zingiber officinale*)
en el distrito de Pichanaki - Junín**

Asesor
Mg. Inga Ortiz, Josué Hernán

Índice de similitud
21 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 15 de agosto de 2024



Firmado digitalmente por:
HUANES TOVAR Luis Antonio
FAU 20154805048 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 15/08/2024 23:03:18-0500

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Este estudio está dedicado a mis padres, Gregorio Rigoberto QUISPE BAUTISTA y mi madre Ercilia CORONADO VILLANUEVA, cuyo sacrificio y dedicación orientaron mi camino hacia el conocimiento; su motivación ha sido clave para que lograra concluir con éxito esta etapa de mi carrera profesional.

A mis profesores y compañeros por su continuo estímulo.

Adeli Ingrid

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento: en primer lugar, a Dios, por la vida, la salud y el bienestar de nuestros seres queridos y amigos, quienes han sido parte integral de nuestro desempeño y contribución académica. A mis padres, Gregorio Rigoberto QUISPE BAUTISTA y mi madre Ercilia CORONADO VILLANUEVA, quienes han sido un pilar fundamental de apoyo y motivación durante esta investigación. A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Filial La Merced, por su valioso aporte científico y por impartir sus conocimientos académicos, además de inculcarnos principios y valores morales. Al Ingeniero Inga Ortiz Josué Hernán, por sus consejos y asesoría en la ejecución de este proyecto de investigación. Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de este trabajo.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el distrito de Pichanaki, abarcando las localidades de Alto Kimiriki, Santa Rosa, Unión Autiki, Unión Andahuaylas, Santa Rosa de Alto Zotarani, 28 de Julio, Shankivironi, Uyoriki, Alto Zotarani y San José de Zotarani. Se registró el manejo convencional del cultivo de kion (*Zingiber officinale*), incluyendo la frecuencia y dosis de fertilizantes sintéticos y agroquímicos utilizados. Además, se compararon los niveles de plomo y cadmio en los rizomas de kion en estas áreas. La investigación, de tipo básica y nivel descriptivo y explicativo, concluyó que el aumento en la producción orgánica de kion es beneficioso para la exportación a mercados con estrictas normativas, destacando la importancia de las certificadoras y la necesidad de fomentar la producción orgánica para asegurar un producto seguro. Se evidenció que el uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos puede llevar a la contaminación por metales pesados, subrayando la necesidad de prevención y monitoreo constante para evitar riesgos ambientales y de salud. No se encontró evidencia de contaminación por cadmio en los rizomas de kion, manteniéndose dentro del límite permitido de 0.1 ppm, lo que resalta la importancia de un manejo adecuado del cultivo. Sin embargo, en el distrito de Pichanaqui se detectó contaminación por plomo en los rizomas, superando ligeramente el límite permitido, lo que indica la necesidad de monitoreo regular y el uso de insumos agrícolas con bajo contenido de metales pesados para reducir la contaminación.

Palabra clave: cadmio, plomo, rizomas, kion, jengibre.

ABSTRACT

This research was carried out in the district of Pichanaki, covering the towns of Alto Kimiriki, Santa Rosa, Unión Autiki, Unión Andahuaylas, Santa Rosa de Alto Zotarani, 28 de Julio, Shankivironi, Uyoriki, Alto Zotarani and San José de Zotarani. The conventional management of kion (*Zingiber officinale*) cultivation was recorded, including the frequency and doses of synthetic fertilizers and agrochemicals used. Additionally, lead and cadmium levels in kion rhizomes in these areas were compared. The research, of a basic type and at a descriptive and explanatory level, concluded that the increase in organic production of kion is beneficial for export to markets with strict regulations, highlighting the importance of certifiers and the need to promote organic production to ensure a safe product. It was evidenced that the use of agrochemicals and synthetic fertilizers can lead to contamination by heavy metals, highlighting the need for prevention and constant monitoring to avoid environmental and health risks. No evidence of cadmium contamination was found in kion rhizomes, remaining within the allowed limit of 0.1 ppm, which highlights the importance of proper crop management. However, in the Pichanaqui district, lead contamination was detected in the rhizomes, slightly exceeding the permitted limit, indicating the need for regular monitoring and the use of agricultural inputs with low heavy metal content to reduce contamination.

Keyword: cadmium, lead, rhizomes, kion, ginger.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centró en la determinación de plomo y cadmio en el cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki, Junín. Con la creciente preocupación por la seguridad alimentaria y la salud pública, este estudio buscó evaluar la presencia de metales pesados, específicamente plomo y cadmio, en el kion cultivado en esta región. Dada la importancia del kion como un componente culinario y medicinal, entender la posible contaminación por metales pesados es esencial para garantizar la calidad y seguridad de este cultivo. La investigación abordó aspectos cruciales relacionados con la salud humana y la gestión agrícola, contribuyendo así al conocimiento sobre la seguridad de los productos agrícolas en el distrito de Pichanaki.

La región de Pichanaki ha sido objeto de investigaciones previas relacionadas con el cultivo de kion, destacando su caracterización, comportamiento en diferentes suelos y prácticas agrarias. Sin embargo, la evaluación de la presencia de plomo y cadmio en este cultivo es esencial debido a los posibles riesgos asociados con la contaminación por metales pesados. Pichanaki es una de las principales zonas productoras de kion del Perú.

La presencia de plomo y cadmio en los cultivos puede tener impactos significativos en la salud humana, especialmente cuando estos productos son consumidos regularmente. Por lo tanto, la determinación precisa de los niveles de estos metales en el kion cultivado en Pichanaki se convierte en un aspecto crucial para garantizar la seguridad alimentaria y la salud de la población.

Este estudio pretende contribuir al conocimiento existente sobre la calidad del cultivo de kion en la región, proporcionando datos específicos sobre la presencia de plomo y cadmio, lo que permitirá tomar medidas adecuadas para mitigar posibles riesgos y promover prácticas agrícolas sostenibles.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.1.1.	Delimitación espacial	3
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.2.1.	Delimitación temporal	3
1.2.2.	Delimitación social	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema General	3
1.3.2.	Problemas Específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos	4
1.4.1.	Objetivo General	4
1.4.2.	Objetivos Específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	6
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	8
2.2.1.	Origen y taxonomía del cultivo de kion (<i>Zingiber officinale</i>).....	8
2.2.2.	Morfología del cultivo de kion	9
2.2.3.	Tecnología del cultivo de kion	9
2.2.4.	Aceites esenciales en kion	10
2.2.5.	Uso y aplicación del kion	10
2.2.6.	Agroquímicos y su impacto en la salud humana	11
2.2.7.	Metales pesados	11
2.2.8.	Plomo.....	12
2.2.9.	Cadmio	13
2.2.10.	Metales pesados en productos agrícolas por uso indiscriminado en la agricultura.....	15
2.2.11.	Efecto de contaminación del suelo por uso de agroquímicos.....	15
2.2.12.	Características culturales, económicas y sociales de las zonas rurales ..	16
2.2.13.	Situación actual de contaminación por agroquímicos	17
2.2.14.	Limitaciones en la actividad agrícola que no permite un desarrollo sostenible en las zonas rurales	17
2.3.	Definición de términos básicos	18
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	19
2.4.1.	Hipótesis General	19
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	19
2.5.	Identificación de variables.....	20

2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	20
------	---	----

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	21
3.2.	Nivel de investigación	21
3.3.	Métodos de investigación	21
3.4.	Diseño de investigación.....	21
3.5.	Población y muestra	22
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	24
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	24
3.9.	Tratamiento estadístico.....	24
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	25

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	26
4.1.1.	Ubicación del campo experimental	26
4.1.2.	Ubicación política.....	26
4.1.3.	Ubicación Geográfica	26
4.1.4.	Registro de datos	27
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	27
4.2.1.	Manejo convencional del kion en Pichanaki	27
4.2.2.	Uso de fertilizantes sintéticos y agroquímicos	28
4.2.3.	Niveles de cadmio en rizomas de kion en Pichanaki	29
4.2.4.	Niveles de plomo en rizomas de kion en Pichanaki (ppm)	30

4.3.	Prueba de Hipótesis	31
4.3.1.	Hipótesis de investigación para cadmio	31
4.3.2.	Hipótesis de investigación para Plomo.....	32
4.4.	Discusión de resultados	33
4.4.1.	Manejo convencional de kion.....	33
4.4.2.	Uso de fertilizantes sintéticos y agroquímicos	33
4.4.3.	Niveles de cadmio en rizomas de kion	33
4.4.4.	Niveles de plomo en rizomas de kion.....	34

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Matriz de operacionalización de variables	20
Tabla 2	Zonas donde se tomaron las muestras de rizomas de kion	23
Tabla 3	Siembra y cosecha de kion en Pichanaki.....	28
Tabla 4	Prueba de Tukey para niveles de cadmio en diferentes zonas (ppm).....	29
Tabla 5	Prueba de Tukey para niveles de plomo en diferentes zonas (ppm)	30
Tabla 6	Prueba de t para contrastación de la hipótesis de Cadmio.....	32
Tabla 7	Prueba de t para contrastación de la hipótesis de plomo	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Zonas con riesgo de contaminación por cadmio.....	29
Figura 2	Zonas con riesgo de contaminación por plomo	31

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El jengibre (*Zingiber officinale*) es una importante planta herbácea perenne tropical que se ha utilizado para tratar muchas enfermedades, incluyendo úlceras gastrointestinales, cáncer, artritis, vómitos pépticos y duodenales; y mejora la circulación sanguínea, reduce los niveles de glucosa y colesterol en sangre (Idris *et al.*, 2019).

El kion o jengibre (*Zingiber officinale*), se ha convertido en un cultivo importante en el distrito de Pichanaki, región Junín, el área cultivada ha crecido en los últimos años y según COMEXPERU (2022) el kion o jengibre como producto exportable no tradicional desde del 2013 al 2021 se ha incrementado en 49%. Así mismo Guzmán (2022) manifiesta que Perú es el tercer exportador de kion del mundo, China y Países Bajos, se encuentran en el primer y segundo lugar respectivamente. Si bien es cierto que el kion ha sido aceptado por muchos consumidores a nivel mundial para apalear y prevenir infecciones respiratorias y virales, también se ha observado en los productores mal manejo del cultivo

especialmente en sistemas convencionales que muchas veces por querer incrementar los rendimientos hacen un mal uso de los insumos agrícolas como agroquímicos y fertilizantes sintéticos. Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y riego (2020) la región Junín es la principal zona de producción de kion en el Perú con 90% de la producción, las provincias de Chanchamayo y Satipo sobresalen en área cultivada.

Esta contaminación puede derivarse del uso de fertilizantes y agroquímicos sintéticos en el cultivo, así como de factores ambientales relacionados con actividades industriales y mineras en la región. La presencia de estos metales pesados en los rizomas del kion representa un riesgo significativo para la salud humana y plantea desafíos para la producción agrícola segura y sostenible. Además, la contaminación con plomo y cadmio podría limitar la exportación de kion a mercados internacionales que exigen estrictos estándares de calidad y seguridad alimentaria. Por lo tanto, es crucial identificar y medir los niveles de estos contaminantes para implementar estrategias de mitigación y asegurar la inocuidad del producto agrícola.

El cultivo de jengibre o kion es rentable y las condiciones edafoclimáticas de la selva central del país son favorables para el desarrollo del cultivo, sin embargo, se ha observado que los agricultores convencionales aplican fertilizantes sintéticos y agroquímicos que según Rodríguez et al (2008) y Olivares et al (2013) son las principales fuentes de contaminación por cadmio y plomo en vegetales.

Por lo antes mencionado y deseando que la producción de kion sea sostenible, en la presente investigación se plantea monitorear la concentración de plomo y cadmio en los rizomas de kion en las principales zonas de producción

del distrito de Pichanaki y que los resultados sirvan para mejorar el manejo del cultivo ya que la producción convencional en su mayoría se destina al mercado nacional y no se cuenta con información sobre contenido de metales pesados en rizomas de kion.

1.1.1. Delimitación espacial

Esta investigación se llevó a cabo en el distrito de Pichanaki las muestras se tomarán en los siguientes lugares Alto Kimiriki, Santa Rosa, Unión Autiki, Unión Andahuaylas, Santa Rosa de Alto Zotarani, 28 de Julio, Shankivironi, Uyoriki, Alto Zotarani y San José de Zotarani.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación temporal

La investigación se realizó desde mayo de 2022 hasta septiembre de 2022.

1.2.2. Delimitación social

Para llevar a cabo esta investigación, se contó con la colaboración del equipo humano, incluyendo al asesor de la tesis, los productores de kion (*Zingiber officinale*) del distrito de Pichanaki y la tesista quienes condujeron el presente trabajo de investigación. Así mismo se solicitó la autorización de los productores para la toma de muestras de rizomas de kion.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuáles son los niveles de concentración de plomo y cadmio en los rizomas de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo es el manejo convencional del cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki?

- ¿Cuál es la frecuencia, dosis de fertilizantes sintéticos y agroquímicos en el cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki?
- ¿Cuáles son los niveles de plomo y cadmio en los rizomas del cultivo de kion en el distrito de Pichanaki?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar los niveles de concentración de plomo y cadmio en los rizomas de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Registrar el manejo convencional del cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki.
- Registrar la frecuencia, dosis de fertilizantes sintéticos y agroquímicos en el cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki.
- Comparar los niveles de plomo y cadmio en los rizomas del cultivo de kion en el distrito de Pichanaki.

1.5. Justificación de la investigación

- Permite profundizar, explicar y analizar la problemática del cultivo del kion (*Zingiber officinale*) con manejo convencional en relación al medio ambiente.
- Este estudio permite explicar las razones de las variaciones en el manejo técnico entre distintos agricultores, las cuales afectan la calidad del rizoma. Además, contribuirá al conocimiento científico sobre cómo el manejo técnico influye en la calidad de los rizomas de kion.

- Permitirá explicar científicamente el efecto que estaría causando el uso de agroquímicos en el agro ecosistema.
- Se demostrará científicamente como el Pb y Cd estarían influenciando en la concentración de residuos en el rizoma.
- Permitirá incrementar el contexto teórico científico, sobre la problemática observable en la producción y calidad del cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en Pichanaki.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Durante el proceso de la instalación del presente trabajo de investigación se presentan las siguientes limitaciones: Presencia del cambio climático que influye en la intensidad y la severidad de plagas y enfermedades, lo cual induce a los agricultores a usar más agroquímicos por consiguiente afecta de forma indirecta en la inocuidad del rizoma de kion. Limitaciones producto de la pandemia COVID 19. Idiosincrasia de las familias involucradas lo cual influye en el manejo convencional en el manejo de kion.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En el distrito de Pichanaki, no se han realizado investigaciones sobre la concentración de plomo y cadmio en los rizomas de kion (*Zingiber officinale*). No obstante, en otras regiones, sí existen estudios que analizan la presencia de estos metales pesados en kion y otros cultivos:

Gupta et al (2010) estudió la concentración de cadmio y plomo en rizomas de kion o jengibre (*Zingiber officinale*) en el norte del Himalaya mediante espectroscopia de absorción atómica y reporta los siguientes resultados: en plomo (Pb) entre 0.06 a 0.64 $\mu\text{g/g}$ y en cadmio (Cd) de 0.002 a 0.03 $\mu\text{g/g}$ lo que reveló que si existe metales pesados en rizomas de kion en el Himalaya por lo que es necesario realizar las acciones correctivas.

Getaneh et al (2021) investigando metales pesados en jengibre (*Zingiber officinale*) en Etiopia con el método espectrometría de absorción atómica de llamas (FAAS) reporta valores para Cd de 4,63 y 5,43 mg/kg y no se detectó Pb en las muestras, sin embargo, también evaluaron otros metales pesados por lo que

se concluye que el índice en la salud (HI) fue mayor a 1 y existe un ligero riesgo en la salud por consumir jengibre.

Madueño (2017) para determinar el contenido de plomo y cadmio en el cultivo masificado de lechuga (*Lactuca sativa*) en los mercados de Lima Metropolitana tomó veinte puntos aleatorizados de muestreo, además se preguntó por la procedencia de la lechuga y con el método analítico cuantitativo de absorción atómica reporta los siguientes resultados: en promedio 1,279 ppb de plomo y 0.084 ppm para cadmio. El contenido de plomo excedió los límites máximos establecidos por la Organización Mundial de la Salud y la FAO (Codex Alimentarius: Pb = 0.3 ppm y Cd = 0.2 ppm). Además, se observó que las lechugas de la sierra central, como las de Tarma y Huancayo, contienen niveles más altos de plomo. A la luz de estos resultados, es necesario implementar medidas de control más estrictas.

En su estudio sobre las concentraciones de arsénico y cadmio en cebollas (*Allium cepa*) del mercado de Lima, Juan de Dios (2018) informó que los niveles de cadmio (0.06 mg/kg) y arsénico (42.0 µg/kg) superan los límites máximos permitidos por la Organización Mundial de la Salud y la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que son de 0.05 mg/kg para el cadmio y de 20 µg/kg para el arsénico. Las cebollas provenientes de Arequipa muestran una mayor acumulación de estos metales, mientras que las de Huaral y Trujillo presentan concentraciones por debajo de los límites establecidos.

Apacla y Pezo (2015) evaluaron la presencia de metales pesados en la superficie del tallo de chuchuhuasi (*Maytenus macrocarpa*) con fines medicinales en la región de Loreto. Encontraron una concentración de cadmio de 0.132 ppm, que supera los valores límite permisibles, y una concentración de plomo de 0.398

ppm, que está por debajo del límite permitido. Por esta razón, recomendaron no utilizar la corteza en la fabricación de productos naturales bioactivos debido a la contaminación por cadmio. También sugirieron analizar los productos medicinales artesanales que se comercializan en Iquitos.

Escobar (2016) evaluando la concentración de plomo y cadmio en frutos de (*Fragaria ananassa*) y en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la localidad de Quinche Ecuador en sistemas agropecuarios orgánicos y convencionales, reportan que el cadmio en la pulpa de frutilla sobrepasa el límite máximo permisible por el Codex y la Unión Europea de 0.05 mg/kg y 0.02 mg/kg respectivamente, y perjudicaría el bienestar de las personas que lo usan.

Nuñez et al (2015) investigando el contenido de plomo y cadmio en crucíferas como rábano (*Rhaphanus sativus* L.), también en brócoli (*Brassica oleracea* L. var itálica) y cucurbitáceas como calabacín (*Cucurbita pepo* L. Var itálica), tomaron muestras en el mercado de Monterrey México y fueron analizados con un espectrofotometro de absorción atómica con digestión vía seca, los resultados fueron: las crucíferas y cucurbitáceas estudiadas presentan valores por inferiores al límite máximo permitido, por lo que su consumo es inocuo.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Origen y taxonomía del cultivo de kion (*Zingiber officinale*)

Siedentopp (2008) manifiesta que el kion o jengibre es originario del sudeste de Asia y Asia Central, se cultiva principalmente en la Asia tropical, también en Jamaica y Brasil.

Espinoza (2016) afirma que el jengibre se clasifica: División Fanerógamas, Clase monocotiledónea, familia Zingiberacea, género *Zingiber*, especie officinale, nombre científico *Zingiber officinale*.

Ravindran et al (2005) manifiesta que el kion es una planta diploide con carga genética de $2n = 22$).

2.2.2. Morfología del cultivo de kion

Espinoza (2016) reporta que el órgano de la planta que se aprovecha es el rizoma o raíz reservante que generalmente es de uso medicinal y culinario, el mismo autor manifiesta que el kion es herbáceo con hojas lanceoladas, el rizoma presenta colores variables de marrón oscuro a claro, con olores agradables y aromáticos, con sabor picante.

Según Marales (2007) la planta puede alcanzar alturas de 0.5 a 1 m y nace del rizoma, esta raíz reservante acumula aceites esenciales y aromáticas, así como también minerales como fósforo y hierro.

León (1987) refiere que las raíces emergen del rizoma subterráneo por lo que es importante realizar el aporque para un buen desarrollo del sistema radicular, los tallos florales alcanzan alturas hasta 0.3 m con brácteas y espigas cónicas, la flor de color verde amarillento formado por brácteas y con asimetría, presenta estambres verdaderos y estaminodios, en porcentaje de floración es una de cada 10 plantas.

Rosella et al (1996) manifiesta que el kion presenta hojas de entre 0.2 m de largo y 2.0 cm aproximadamente de ancho, con lígula y de peciolo envainador, por el centro emerge el tallo y la inflorescencia.

2.2.3. Tecnología del cultivo de kion

Rosella et al (1996) manifiesta que actualmente ya se cultiva a gran escala el jengibre o kion, se usa con fines farmacológicos, culinarios e incluso se comercializa como jengibre seco entero o en polvo, es un cultivo de zonas subtropicales y tropicales con temperaturas, humedad alta y a pleno sol, no

soporta suelos arcillosos, la producción mejora en suelos arenosos con alta materia orgánica, los principales países productores son China, India, Jamaica y Brasil, la propagación se realiza seleccionando los mejores rizomas y cortando dejando por lo menos 2 yemas u ojos, se planta a una distancia de 0.3 m entre surcos y a una profundidad no mayor a 7 cm, para plantar una hectárea es necesario alrededor de 500 kg de rizomas, un indicador de la cosecha es cuando parte aérea se empieza a amarillarse lo cual generalmente ocurre después de la floración, alrededor de 8 meses después de la plantación, no se debe pasar ya que los rizomas se vuelven corchosas y duras.

2.2.4. Aceites esenciales en kion

Vasquez et al (2001) reportan que el rizoma del kion presenta 85% de humedad después de la cosecha, 4.5 % de grasa, 2.12 % de proteínas y 1.25 % de cenizas, el análisis de aceites esenciales muestra que el rendimiento de 0.8% del peso de la materia seca el 22.2% es zingibereno y 13.3 % α - curcumeno y otros aceites como teranial, citral y β - mirceno.

2.2.5. Uso y aplicación del kion

Vasala (2012) menciona que el jengibre actualmente se consume en todo el mundo ya sea en fresco o deshidratado, en comidas como saborizante o aromatizante de diferentes platos, también es usado en pastelería en encurtido, así mismo menciona que la oleorresina es extraída como aceite esencial, la que se usa en diferentes bebidas alcohólicas o no, también en perfumería, en medicina se usa para calmar el dolor de estómago, flatulencia, ayuda a la digestión, previene las náuseas, artritis, resfríos, etc.

2.2.6. Agroquímicos y su impacto en la salud humana

Azalea et al. (2003) indican que, en 2001, el 51.2% de las intoxicaciones por agroquímicos se clasificaron como graves, aunque esta cifra disminuyó al 43% en 2002. Durante ese año, los casos moderados representaron el 10.9% y los severos el 4.6%. Además, los intentos de suicidio mediante agroquímicos constituyeron el 78% de los casos graves. Los agroquímicos actuales son diversos, cada uno con distintos modos de absorción, eliminación, metabolización, toxicidad y mecanismos de acción. Además, estos productos contienen sustancias inertes que pueden facilitar la entrada del ingrediente activo o, en algunos casos, contaminar los cultivos. Todos los consumidores están expuestos a la contaminación por plaguicidas, ya sea intencionalmente, como en suicidios u homicidios, o de forma indirecta a través de alimentos contaminados, ambientes contaminados o lugares de trabajo afectados. Por lo tanto, es fundamental tomar conciencia y trabajar para reducir la contaminación por agroquímicos.

2.2.7. Metales pesados

Paredes et al (2011) refiere que existe 17 metales pesados: arsénico, zinc, talio, telurio, estaño, selenio, antimonio, platino, paladio, plomo, níquel, mercurio, cobre cobalto, cadmio, bismuto y plata; estos metales se encuentran en suelos arcillosos y limosos que son característicos de la Amazonía, la alta capacidad de intercambio catiónico adsorbe los metales a las arcillas. El arsénico, el mercurio, el plomo y el cadmio son los metales más tóxicos y se han detectado en numerosos alimentos. La absorción de cadmio, cobre y plomo por las plantas ocurre cuando las raíces liberan mucílagos, lo que facilita la entrada de los iones de estos metales en las raíces.

Lehninger (2009) menciona que los elementos como el plomo, mercurio, cadmio, bario y bismuto no presentan función biológica conocida por lo que la bioacumulación resulta tóxica.

2.2.8. Plomo

El plomo es un elemento químico con el número atómico 82, situado en el grupo IVA de la tabla periódica. Su peso atómico es 207.9 g/mol y presenta valencias de +2 y +4, en la corteza terrestre lo podemos encontrar en 13 ppm, en suelos contaminados los valores pueden alcanzar entre 2.5 a 26 ppm (Angenault, 2010).

El plomo es un metal pesado que, debido al avance industrial, se encuentra en la corteza terrestre. Su uso excesivo por parte de los seres humanos ha llevado a la contaminación del suelo, el agua y el aire. Este metal se utiliza en diversos procesos, como la fabricación de baterías, soldaduras, municiones, insecticidas, aleaciones y otros productos, la acumulación del plomo en seres humanos es difícil de eliminar y se conoce como saturación (Toro, 2013).

Roca (2010) en sus investigaciones realizadas reporta que en Latino América las personas presentan concentraciones elevadas de plomo en la sangre, se encontró en Argentina valores de hasta 74.5 µg/dL en trabajadores que fabricaban baterías y valores de hasta 92.5 µg/dL en personas que trabajaban en la fundición de plomo, en Brasil, se han documentado casos de contaminación por plomo en trabajadores de fundiciones desde la década de 1940 hasta la de 1950. En Perú, el Centro Internacional de Agricultura Tropical ha informado que hasta un 39% de los trabajadores agrícolas han estado expuestos al plomo, de un total de 30,729 personas evaluadas. En Venezuela, la contaminación por plomo es la tercera causa principal de mortalidad.

El plomo impacta negativamente diversos sistemas vitales en los seres humanos. En el caso de los niños, la exposición a este contaminante puede detener el crecimiento y reducir significativamente el coeficiente intelectual. Además, los síntomas asociados incluyen pérdida de apetito, irritabilidad, cambios de humor, fatiga, dolores de cabeza, y estreñimiento, entre otros, cuando las concentraciones son elevadas se presenta debilidad muscular, convulsiones, vómitos y finalmente la muerte (Olivares, 2013).

Marmiroti et al (2005) manifiesta que el plomo una vez ingresado a la raíz de la planta se puede almacenar en las paredes celulares en la celulosa y lignina; muchas veces estos vegetales son consumidos por animales y humanos como parte de la cadena trófica.

Para Azcón (2008) la contaminación por plomo está ampliamente distribuida, las baterías se encuentran prácticamente en todo el mundo y se fabrican con plomo que es un metal que no es corrosivo y de alta durabilidad, los órganos donde se acumula el plomo una vez absorbidos son el hígado, riñón, huesos y encéfalo. Por su similitud con el peso del calcio, la mayor contaminación de plomo se da en los huesos, es un metal que el organismo humano no necesita, las dietas pobres en calcio, hierro y proteínas son perjudiciales porque favorecen la acumulación de plomo. Sin embargo, se ha encontrado valores muy bajos de plomo en el esmalte de los dientes.

2.2.9. Cadmio

El elemento cadmio se encuentra en el grupo IIB de la tabla química, su número atómico es cuarenta y ocho y su peso molecular es 112.41 g/mol y con valencia de dos (Angenault, 2010).

Cuando se procesa zinc y cobre se produce también cadmio y es un metal pesado muy contaminante, así mismo cuando se produce baterías de níquel y cadmio, también se produce cadmio cuando quemamos combustibles, la producción de fertilizantes fosforados, la fábrica de cemento y otras industrias también son fuentes de contaminación por cadmio; todas estas industrias contaminan ríos, otros acuíferos y también el suelo (Pan, 2010), este mismo autor manifiesta que el cadmio se fija fuertemente al suelo y puede formar sulfuros cloruros y permanecer en el suelo por mucho tiempo y estar disponible para la planta.

Según Moulis y Thévenod (2010), el incremento del uso de cadmio en la industria va en aumento y en el 2003 fue de 18 400 toneladas y pasó a 20 400 cuatro años después, por lo que la contaminación por este metal también se ha incrementado, especialmente en los suelos que son fertilizados con fosfatos, que pasa a las plantas y se acumula finalmente en los animales.

El cadmio en el ser humano se acumula en diferentes órganos como el hígado, riñón, páncreas, pulmón, placenta, testículos y huesos. Por esas evidencias la organización mundial de la salud ha clasificado al cadmio en la categoría I como un elemento altamente cancerígeno (Giuffré, Ratto, & Pascale, 2005).

Ojeda (2008) manifiesta que el elemento cadmio es difícil de encontrar en la naturaleza, pero se le encuentra como sales inestables, se usa en la fabricación de baterías, también en la galvanización, en fábricas de textiles y pinturas. Las plantas lo toman con facilidad y se acumula en los tejidos vegetales y es eliminado lentamente.

Sánchez (2009) afirma que el cadmio afecta alterando los lípidos en la membrana celular y provoca la salida de solutos de las células, por lo que algunos vegetales toleran los metales pesados reduciendo su metabolismo para bombear los metales pesados al citosol y son almacenados en la vacuola que se unen al ácido málico y cítrico formando fitoquelatinas, el efecto tóxico dependerá de la concentración en los tejidos vegetales que posteriormente serán consumidos.

2.2.10. Metales pesados en productos agrícolas por uso indiscriminado en la agricultura

Osma et al (2011) manifiestan que cuando investigaron frutos de tomate lavados y sin lavar en diferentes zonas productoras como costa de arroyo, zona industrial, carreteras, pueblos y centros urbanos en Estambul-Turquía, en el periodo 2009. Los frutos sin lavar y los que se lavaron se utilizaron para analizar el cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc por concentraciones utilizando plasma acoplado inductivamente y espectrometría de emisión óptica. Se observó que el procedimiento de lavado redujo los niveles de todos los elementos pesados relacionados con tipos de estación. Los metales pesados variaron en un rango de 0.16 a 0.41 mg/g de peso seco para cadmio y para cromo entre 0.94 a 5.67 mg/g de peso seco. Para plomo entre 4.32 a 5.50 mg/g de peso seco. Como resultado, se logró evidenciar la presencia de metales pesados y se observó que los frutos de tomate reflejan metal pesado ascendiendo en áreas contaminadas tales como urbano, industrial y de carretera en comparación con las zonas no contaminadas (control) con sus muestras lavadas y sin lavar.

2.2.11. Efecto de contaminación del suelo por uso de agroquímicos

Chaves et al (2013) manifiestan que después de haber evaluado los suelos oxisoles en siembras de cultivo de arroz producidos con agroquímicos y su efecto

en los microorganismos. Los agroquímicos usados fueron Bispiribac, Glifosato, Malation y Azoxystrobin, se aplicó la dosis según la recomendación del fabricante y se experimentó en un diseño de bloques completamente al azar con repeticiones. Se tomaron muestras de suelo con el método del transecto y se priorizó la rizosfera del cultivo. El conteo de los microorganismos se realizó tomando una muestra de la dilución en placas petri, posteriormente se realizó el análisis de varianza y prueba de comparación múltiple. Se encontraron actinomicetos, bacterias gran negativas y positivas y fijadoras de nitrógeno, también solubilizadoras de fosforo, en cuanto a hongos se observó *Fusrium spp*, *Trichoderma spp.* y *Penicillum spp.* los microorganismos más afectados por los agroquímicos fueron los hongos solubilizadores de fosforo y los actinomicetos. Los agroquímicos presentaron diferente efecto en las bacterias especialmente en las fijadoras de nitrógeno. Los resultados muestran que los agroquímicos utilizados, en general presentan diferente efecto en los microorganismos del suelo y tendrán un efecto en la descomposición de la materia orgánica.

2.2.12. Características culturales, económicas y sociales de las zonas rurales

Carrera (2010) refiere que existe evidencia suficiente para afirmar que a una distancia de 100 metros existe un riesgo de contaminación por agroquímicos, un 37 % de habitantes fueron afectados a esa distancia, debido a la deriva de las microgotas que viajan por el viento y en dirección predominante. Dentro de las familias, los más afectados son los niños, que muchas veces se mueven en campos aplicados con pesticidas o por inhalación directa del aire, además que el olor desagradable causa malestar en las personas, muchos pesticidas pueden permanecer días, meses y hasta años después de la aplicación, algunas son volátiles y se mezclan con el aire y lo contaminan.

2.2.13. Situación actual de contaminación por agroquímicos

González (2007) afirma que después de la segunda guerra mundial el uso de agroquímicos se ha incrementado de manera exponencial en el año 1995 a nivel mundial se usó 5 millones de toneladas.

Actualmente en países desarrollados está disminuyendo su uso y en países en vías de desarrollo se ha incrementado de manera exponencial especialmente en todo el trópico. Se ha establecido que menos del 1% llega a la plaga y el restante se acumula en suelos, agua y aire contaminando el medioambiente, y es necesario determinar con precisión los riesgos de contaminación (Carvalho et al, 1998).

A nivel mundial un estudio realizado en Nueva Zelanda entre los años 1973 a 1994 reveló que los acuíferos fueron contaminados con pesticidas organoclorados (Hendin y Peake, 1996). También en la India realizaron una investigación y demostraron la contaminación por DDT en suelos y aguas especialmente en lugares donde se realizó el control de la malaria. Los estudios antes mencionados y muchos numerosos reportes muestran el daño que está causando el uso de plaguicidas especialmente en la salud del ser humano, en Tailandia se encontró que casi el 75% de mujeres embarazadas muestra contaminación por plaguicidas especialmente organoclorados y por consecuencia los neonatos también están contaminados, por lo que es necesario cambiar los sistemas de producción de alimentos a nivel mundial.

2.2.14. Limitaciones en la actividad agrícola que no permite un desarrollo sostenible en las zonas rurales

Miranda (2012) indica que el control de plagas con productos químicos y biológicos pueden causar un impacto negativo en los agroecosistemas si son

usados indiscriminadamente, pero si son usados adecuadamente pueden cumplir el objetivo de controlar las plagas. Para que estos productos sean considerados en las (GAP) Buenas Prácticas Agrícolas deben cumplir con ciertas consideraciones: alta selectividad es decir que solo controle cierta plaga y que sea inocuo a los demás individuos, los plaguicidas de amplio espectro causan mayor impacto en los agroecosistemas ya que afecta a un número mayor de especies presentes en el agroecosistema, los enemigos naturales son afectados y no podrán regular la plaga de manera natural, el modo de acción es importante ya que los productos sistémicos son más selectivos respecto a los de contacto que derriban mayor cantidad de especies por lo que presentan mayor impacto, además de que causan resistencia en las plagas al no ser versátiles tanto en insecticidas como en fungicidas, por lo que su uso debe ser alternado con productos sistémicos.

2.3. Definición de términos básicos

Kion o jengibre (*Zingiber officinale*)

Conocido como ginger en el idioma inglés, es una planta del género *Zingiber* utilizado como condimento en la preparación de diferentes platos a nivel mundial.

Residuos tóxicos

Es un elemento peligroso o un desecho tóxico que puede afectar la salud del ser humano y de los animales, así como también al medio ambiente, pueden ser inflamables, reactivas o corrosivas.

Metal pesado

Es un elemento químico con una densidad alta además de ser tóxica a muy bajas concentraciones. Se encuentran naturalmente en la corteza terrestre y no pueden ser degradados o destruidos.

Agroquímicos

Son sustancias especializadas para el control de plagas agrícolas, se encuentran en este grupo principalmente plaguicidas y fertilizantes de síntesis química, son comúnmente usados en la producción mundial de cultivos de manera convencional

Agroecosistema

Los agroecosistemas son formados por el ser humano, alterados y preparados para la producción agrícola y obtener el máximo beneficio, para alimentar a la población cada vez más creciente, está compuesto por elementos que interactúan entre ellos.

Desequilibrio ecológico

Se presenta cuando el ecosistema es alterado por causas antropológicas o naturales, el cambio climático y el calentamiento global son resultado de la actividad humana y del consumismo.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los niveles de concentración de plomo y cadmio en los rizomas de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki supera los límites máximos permitidos.

2.4.2. Hipótesis Específicas

El manejo convencional del cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki influye en el contenido de cadmio y plomo.

La frecuencia, dosis de fertilizantes sintéticos y agroquímicos en el cultivo de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki influyen en el contenido de cadmio y plomo.

Los niveles de plomo y cadmio son variables en los rizomas del cultivo de kion en el distrito de Pichanaki.

2.5. Identificación de variables

- **Variable independiente:** cultivo de kion en el distrito de Pichanaki.
- **Variable dependiente:** concentración de plomo y cadmio.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Operacionalización de la variable independiente				
Definición conceptual	Variable	Definición operacional	Indicador	Instrumento
Manejo convencional del cultivo de kion (<i>Zingiber officinale</i>) en el distrito de Pichanaki.	Plagas y enfermedades	Es importante evaluar plagas y enfermedades.	Registro de plagas y enfermedades	Cuestionario y la técnica será la Encuesta
	Agroquímicos usados en el control de plagas y enfermedades	Reconocimiento de plaguicidas y fertilizantes sintéticos usados en el cultivo de kion (<i>Zingiber officinale</i>)	Registro de agroquímicos y fertilizantes sintéticos usados en el cultivo de kion (<i>Zingiber officinale</i>)	Cuestionario y la técnica será la Encuesta
Operacionalización de la variable dependiente				
Definición conceptual	Variable	Definición operacional	Indicador	Instrumento
Niveles de cadmio y plomo en rizomas de kion (<i>Zingiber officinale</i>) en el distrito de Pichanaki	Concentración de plomo y cadmio en rizomas	Los niveles no deben sobrepasar los límites máximos permisibles	Concentración en ppm	Espectro fotómetro de absorción atómica

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada (Hernández y Baptista, 2010), así mismo está enmarcada dentro de la investigación no experimental cuantitativa del contenido de plomo y cadmio en rizomas del cultivo de kion (*Zingiber officinale*).

3.2. Nivel de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó, en un nivel descriptivo, del manejo del cultivo de kion y su influencia en la concentración de metales pesados en los rizomas.

3.3. Métodos de investigación

Se usó el método científico y de observación en campo, se dedujo los riesgos de un mal manejo del cultivo de kion y sus consecuencias para el consumo humano.

3.4. Diseño de investigación

Por la naturaleza de la investigación se aplicó el Diseño Descriptivo Simple y comparativo, definido como una estructura esquematizada, Hernández

y Baptista (2010) manifiestan que, en este diseño, el investigador busca y recoge información en forma directa para formar decisiones. Es la más simple elemental por lo que no se usa mucho, cuyo esquema es el siguiente:

X1 ---> O1

X2 --->O 2

Dónde:

X = Muestra

O1 = Variable 1 (análisis químico de rizomas de kion por zona 2 muestras de cada zona 3 lecturas o corridas de cada muestra haciendo un total de 6 corridas, para cada elemento cadmio y plomo)

O2 = variable 2 (entrevista social de productores convencionales, 2 por zona en total 20).

3.5. Población y muestra

Población: estuvo conformada por todos los campos de cultivo de kion del distrito de Pichanaki.

Muestra: La muestra fue no probabilística ya que fue de acuerdo al interés de la investigación, el tamaño de muestra estuvo constituida por 10 zonas representativas de producción de kion de donde se recogieron 1 kg de muestras de rizoma, por cada muestra se realizó 6 corridas por zona, haciendo un total de 60 muestras.

La obtención, selección fue intencional, teniendo en cuenta que provinieron de un campo de agricultura convencional de uso frecuente de agroquímicos y fertilizantes sintéticos. Para la entrevista con los agricultores se tomaron a partir de una muestra representativa de 10 agricultores que producen kion bajo el sistema convencional de los cuales se seleccionaron los productores

de cada localidad que usan mayores cantidades de agroquímicos y que representaron 10 sectores dentro del distrito de Pichanaki.

Tabla 2

Zonas donde se tomaron las muestras de rizomas de kion

Muestras	Elementos	Localidades	Cadmio	Plomo	Número de Agricultores a Encuestar
Total, de Muestras 10 kg	05 para Cd	Alto	1/2kg	1/2kg	2
	05 para Pb	Kimiriki			
		Santa Rosa	1/2kg	1/2kg	2
		Unión	1/2kg	1/2kg	2
		Autiki			
		Unión	1/2kg	1/2kg	2
		Andahuaylas			
		Santa Rosa de Alto	1/2kg	1/2kg	2
		Zotarani			
		28 de Julio	1/2kg	1/2kg	2
	Shankivironi	1/2kg	1/2kg	2	
	Uyoriki	1/2kg	1/2kg	2	
	Alto	1/2kg	1/2kg	2	
	Zotarani				
	San José de Zotarani	1/2kg	1/2kg	2	
	Total		5kg	5kg	20

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas utilizadas durante la investigación fueron: observación, mediciones y evaluación en fase campo y laboratorio, para la determinación de metales pesados. Las muestras de los rizomas debidamente codificados fueron llevadas al Instituto Nacional de Innovación Agraria Santa Ana Huancayo para el análisis de cadmio y plomo con el equipo de emisión atómica, cumpliendo con todos los protocolos de bioseguridad. Para el componente social se utilizó la

técnica de entrevista y el dialogo. Los instrumentos utilizados en la investigación fueron: fichas, formatos pre diseñadas, para registrar los datos obtenidos durante el proceso de evaluación y mediciones. fueron validados por un laboratorio certificado.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se usaron equipos de precisión Espectrofotómetro, encuesta a agricultores, se utilizó prueba de Tukey para comparar zonas y prueba de t Student para validar la hipótesis.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva e inferencial para el análisis de datos, de análisis de tendencia central tales como, media aritmética, promedios, varianza; para el componente social de los productores en el cultivo de kion para lo cual se diseñó una encuesta que se encuentra en la sección anexo. Se procesaron los datos con la utilización de un Software Excel, Infostat y SPSS, estableciéndose el análisis e interpretación y la distribución de las medias y las pruebas estadísticas datos fueron analizados mediante el uso de paquetes estadísticos para una mejor precisión.

3.9. Tratamiento estadístico

El análisis estadístico para el componente social consistió en reportar tablas de frecuencia para los objetivos de reconocer las principales plagas y enfermedades y los principales plaguicidas usados para su control, frecuencia y dosis.

Para comparar las muestras se usó la prueba de Tukey a un nivel de 0.05, se usó el software Infostat.

En el caso de los niveles de cadmio y plomo se hizo una prueba de t-student para muestras independientes a un nivel de confianza de 99 % y se comparará los valores con el límite máximo permitido por la OMS/FAO (Codex Alimentarius Pb = 0.1 ppm y Cd = 0.1 ppm) lo cual sirvió para aceptar o rechazar la hipótesis planteada de que los rizomas de kion se encuentran contaminados o no y si son aptos para el consumo humano.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Autoría

La autora Adeli Ingrid QUISPE CORONADO fue la que planteó y ejecutó la presente tesis.

Originalidad

Todos los autores considerados en la presente investigación fueron citados respetando su autoría en la sección referencias bibliográficas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación del campo experimental

Los diferentes trabajos realizados durante su ejecución se llevaron a cabo en 10 sectores, Provincia de Chanchamayo.

4.1.2. Ubicación política

Región	: Junín
Provincia	: Chanchamayo
Distrito	: Pichanaki
Latitud Sur	: 10°55'29"
Longitud Oeste	: 74°52'36"

4.1.3. Ubicación Geográfica

La ciudad de Pichanaqui está ubicada en la selva central del Perú, a una altitud de 525 msnm en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, a 75 km de distancia noreste de la ciudad de La Merced, capital de la provincia.

Dista 380 km de la ciudad de Lima y 248 de la ciudad de Huancayo. La atraviesan el río Pichanaqui por el norte y el río Perené por el este.

4.1.4. Registro de datos

Se evaluaron las siguientes variables:

a. Manejo convencional del cultivo de kion

Se aplicó encuestas a los agricultores para conocer el manejo convencional del cultivo de kion.

b. Uso de fertilizantes sintéticos y agroquímicos

Se aplicó encuestas para conocer que fertilizantes sintéticos usan los agricultores, así como también cuales son los agroquímicos más usados en el cultivo de kion en el distrito de Pichanaqui.

c. Determinación de Cadmio y Plomo

Se sacaron muestras de rizomas de kion de 10 sectores del distrito de Pichanaqui que son representativas de la producción del cultivo.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para efectuar los cálculos estadísticos de las variables independientes, se utilizó el análisis de varianza. La diferencia estadística entre tratamientos se realizó mediante la prueba de Fisher. La comparación de los datos entre los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiple de Tukey.

4.2.1. Manejo convencional del kion en Pichanaki

Luego de haber aplicado la encuesta para agricultores se presenta que el 40% de los agricultores son productores convencionales del cultivo de kion, y el 60% orgánicos, existe certificación orgánica del kion, sin embargo, los agricultores deben cumplir con normas internacionales para exportación, por lo que el manejo del cultivo se realiza en base a normas de Buenas Prácticas

Agrícolas (BPA). En el distrito de Pichanaqui la asistencia técnica lo brinda las empresas exportadoras.

La región Junín especialmente el distrito de Pichanaqui ha mostrado un crecimiento sostenido en cuanto a área de cultivo de kion se refiere y esto se debe al inmenso mercado de China que demanda cada vez más este cultivo. Además, las condiciones edafoclimáticas son las más adecuadas, también la cercanía al puerto del Callo para la exportación. Las empresas agroexportadoras juegan un papel importante ya que brindan asistencia técnica y se puede cosechar prácticamente todo el año.

Tabla 3

Siembra y cosecha de kion en Pichanaqui

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Siembra								X	X			
Cosecha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Modificado de Ancco (2018).

Sin embargo, es necesario que se incremente la producción orgánica y que las certificadoras garanticen una producción sostenible.

4.2.2. Uso de fertilizantes sintéticos y agroquímicos

El 40 % de agricultores usa fertilizantes sintéticos como la urea, fosfato di amónico, cloruro de potasio, también fertilizantes preparados como el 20-20-20 de NPK, ya que los suelos son pobres y el cultivo de kion es un cultivo extractivo, sin embargo, el manejo de fertilizantes es adecuado.

En cuanto a los agroquímicos más usados son los herbicidas especialmente el glifosato para el control de malezas. También se ha detectado el uso de una diversidad de insecticidas usados como fosforados, piretroides, carbamatos, así mismo, se ha detectado una gran diversidad de uso de fungicidas

ya sea de contacto o sistémicos. Las dosis y las frecuencias de aplicación son adecuadas ya que reciben asesoramiento de las casas de agroquímicos que abundan en la ciudad de Pichanaki y de las empresas acopiadoras.

4.2.3. Niveles de cadmio en rizomas de kion en Pichanaki

Tabla 4

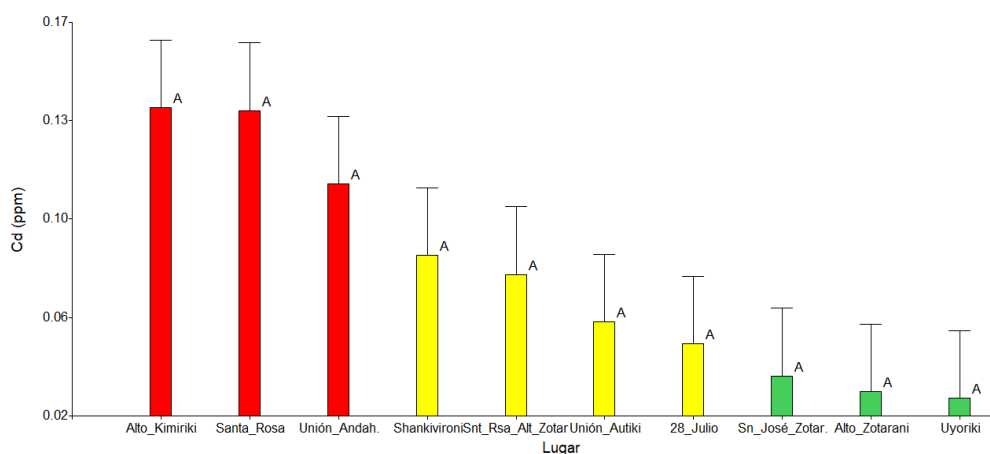
Prueba de Tukey para niveles de cadmio en diferentes zonas (ppm)

Mérito	Zonas	Media (ppm)	Nivel de significación 0.05
1	Alto_Kimiriki	0.14	A
2	Santa_Rosa	0.14	A
3	Unión_Andah	0.11	A
4	Shankivironi	0.08	A
5	Snt_Rsa_Alt_Zotar	0.08	A
6	Unión_Autiki	0.06	A
7	28_Julio	0.05	A
8	Sn_José_Zotar	0.04	A
9	Alto_Zotarani	0.03	A
10	Uyoriki	0.03	A

La tabla 4 muestra que las zonas con contaminación por cadmio en rizomas de kion que superan el límite máximo permitido de 0.1 ppm, estas zonas son Alto Kimiriki, Santa Rosa y Unión Andahuaylas. Esto se debe a que el manejo del cultivo no es el más adecuado, falta asesoramiento técnico para el uso racional de agroquímicos y de manejo adecuado de suelos.

Figura 1

Zonas con riesgo de contaminación por cadmio



Las barras de color rojo representan un riesgo alto de contaminación de rizomas de kion con cadmio, las barras amarillas representan un riesgo medio ya que se aproximan al valor medio límite de contaminación que es de 0.1 ppm y las barras de color verde representan riesgo bajo y con bajo riesgo y se deduce que el manejo del cultivo es el más adecuado.

4.2.4. Niveles de plomo en rizomas de kion en Pichanaki (ppm)

Tabla 5

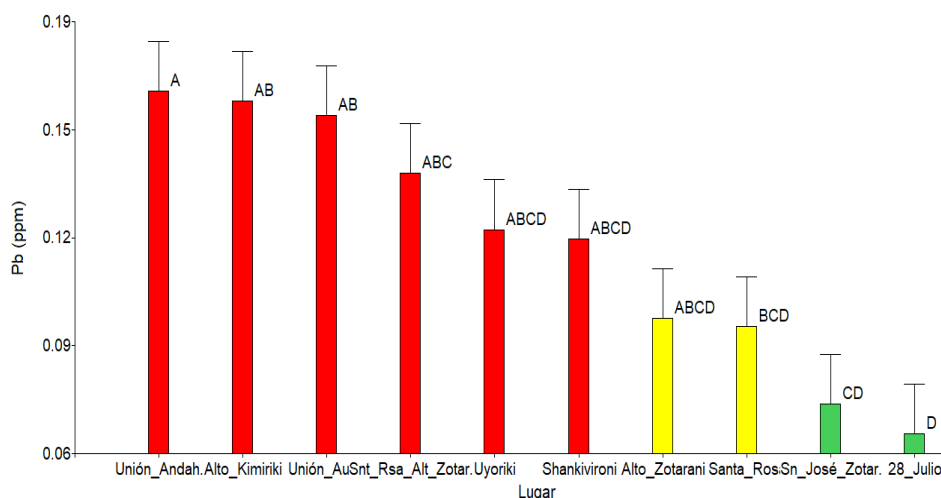
Prueba de Tukey para niveles de plomo en diferentes zonas (ppm)

Mérito	Zonas	Media (ppm)	Nivel de significación 0.05
1	Unión_Andah	0.17	A
2	Alto_Kimiriki	0.16	A B
3	Unión_Autiki	0.16	A B
4	Snt_Rsa_Alt_Zotar	0.14	A B C
5	Uyoriki	0.13	A B C D
6	Shankivironi	0.12	A B C D
7	Alto_Zotarani	0.10	A B C D
8	Santa_Rosa	0.10	B C D
9	Sn_José_Zotar	0.08	C D
10	28_Julio	0.07	D

La tabla 5 muestra que las zonas con contaminación por plomo en rizomas de kion que superan el límite máximo permitido de 0.1 ppm, estas zonas son Unión Andahuaylas, Alto Kimiriki, Union Autiki, Santa Rosa de Alto Zotarani, Uyoriki, Shankivironi y Santa Rosa. Esto se debe a que el manejo del cultivo no es el más adecuado, falta asesoramiento técnico para el uso racional de agroquímicos, fertilizantes sintéticos y de manejo adecuado de suelos. Las encuestas revelaron que la demanda de este cultivo en el año 2020, 2021 y 2022 se incrementaron debido a la pandemia COVID 19, lo que influyo en el abuso de insumos agrícolas en la producción.

Figura 2

Zonas con riesgo de contaminación por plomo



Las barras de color rojo representan un riesgo alto de contaminación de rizomas de kion con plomo, las barras amarillas representan un riesgo medio ya que se aproximan al valor medio límite de contaminación que es de 0.1 ppm y las barras de color verde representan riesgo bajo y con bajo riesgo y se deduce que el manejo del cultivo es el más adecuado.

4.3. Prueba de Hipótesis

A. Hipótesis general

Los niveles de concentración de plomo y cadmio en los rizomas de kion (*Zingiber officinale*) en el distrito de Pichanaki supera los límites máximos permitidos.

4.3.1. Hipótesis de investigación para cadmio

Los niveles de cadmio en los rizomas de kion con manejo convencional del cultivo en el distrito de Pichanaqui superan los límites máximos permitidos.

Tabla 6*Prueba de t para contrastación de la hipótesis de Cadmio*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.1						
	t	gl	Sig. (bilatera l)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Concentración de cadmio	-2,792	59	,007	-.02467	-.0423	-.0070

Como T_p cae en zona de Aceptación de la H_0 entonces se rechaza la H_1

Los resultados nos permiten afirmar que los rizomas de kion no supera el Codex alimentario de cadmio de 0.1 mg/kg. Con un nivel de confianza del 95%.

4.3.2. Hipótesis de investigación para Plomo

Los niveles de plomo en los rizomas de kion con manejo convencional del cultivo, en el distrito de Pichanaqui supera los límites máximos permitidos de 0.1 mg/kg del Codex alimentario.

Tabla 7*Prueba de t para contrastación de la hipótesis de plomo*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.1						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Concentración de plomo	3,627	59	,001	.02217	.0099	.0344

Como T_p cae en zona de rechazo de la H_0 entonces se acepta la H_1

Los resultados nos permiten afirmar que los rizomas de kion superan el Codex alimentario de plomo de 0.1 mg/kg. Con un nivel de confianza del 95%.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Manejo convencional de kion

Se ha observado un incremento en la producción orgánica y una baja en la producción orgánica lo cual es favorable para incrementar la exportación de kion a diversos mercados con normas exigentes. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ancco (2008) que menciona que las certificadoras juegan un papel importante en la cadena de valor del kion y que es necesario seguir incentivando la producción orgánica para garantizar un producto inocuo.

4.4.2. Uso de fertilizantes sintéticos y agroquímicos

El uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos es común entre los agricultores convencionales, sin embargo, existe la posibilidad de contaminación por metales pesados ya que estos productos acarrean dichos metales en el proceso de fabricación y se incluyen en el material inerte, estos resultados concuerdan con lo reportado por Gupta *et al.* (2010) que menciona que el mal uso de insumos agrícolas acarrea problemas ambientales y con riesgo a la salud humana, por lo que se debe prevenir y monitorear constantemente.

4.4.3. Niveles de cadmio en rizomas de kion

Se evidenció que no existe evidencia de contaminación con cadmio en rizomas de kion (jengibre) en la selva central de Perú ya que los valores encontrados no superan el límite máximo permitido de 0.1 ppm. El cadmio es un metal pesado tóxico que puede acumularse en el suelo y ser absorbido por las plantas, contaminando los cultivos alimentarios. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Gupta *et al.* (2010) que menciona que si se toma medidas adecuadas en el manejo del cultivo los riesgos de contaminación disminuyen.

4.4.4. Niveles de plomo en rizomas de kion

Se evidenció que en ciertas zonas de producción de kion en el distrito de Pichanaqui existe contaminación por plomo en los rizomas, los reportes revelan que los valores superan ligeramente el límite máximo permitido de 0.1 ppm, esto debido al mal manejo del cultivo, estos resultados concuerdan con lo reportado por Gataneh et al (2021) que encontró contaminación por plomo en zonas productoras de Etiopia debido al uso irracional de insumos agrícolas. Por lo que se debe implementar programas de monitoreo regular para medir los niveles de cadmio en los suelos y en los rizomas de kion. Fomentar el uso de fertilizantes y plaguicidas con bajo contenido de cadmio, así como prácticas agrícolas que minimicen la absorción de cadmio por las plantas. Utilizar técnicas de remediación del suelo, como la fitoextracción, para reducir los niveles de cadmio en el suelo y capacitar a los agricultores sobre los riesgos del cadmio y las prácticas para reducir la contaminación.

CONCLUSIONES

1. El incremento en la producción orgánica de kion es favorable para la exportación a mercados con normas exigentes, coincidiendo con la importancia de las certificadoras en la cadena de valor y la necesidad de incentivar la producción orgánica para garantizar un producto inocuo.
2. El uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos en la agricultura convencional puede causar contaminación por metales pesados, destacando la necesidad de prevención y monitoreo constante para evitar problemas ambientales y riesgos para la salud humana.
3. No se encontró evidencia de contaminación con cadmio en los rizomas de kion en la selva central de Perú, ya que los niveles están por debajo del límite permitido de 0.1 ppm, coincidiendo con la importancia de un manejo adecuado del cultivo para reducir riesgos de contaminación.
4. En el distrito de Pichanaqui se observó contaminación por plomo en rizomas de kion, superando ligeramente el límite permitido de 0.1 ppm, debido al mal manejo del cultivo, lo que subraya la necesidad de monitoreo regular y uso de insumos agrícolas con bajo contenido de metales pesados.

RECOMENDACIONES

1. Incentivar la producción orgánica de kion mediante apoyo técnico y certificaciones, asegurando un producto apto para mercados internacionales exigentes y aumentando el valor agregado.
2. Implementar programas de educación y capacitación para agricultores sobre el uso seguro y responsable de agroquímicos, promoviendo alternativas orgánicas para minimizar la contaminación por metales pesados.
3. Mantener y fortalecer el monitoreo constante de los niveles de cadmio en los suelos y rizomas de kion, asegurando que se mantengan dentro de los límites seguros y evitando riesgos para la salud pública.
4. Establecer programas de monitoreo regular de plomo en áreas de cultivo de kion, especialmente en zonas como Pichanaki, y fomentar el uso de insumos agrícolas con bajo contenido de metales pesados para reducir la contaminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancco Acuña, A. C. (2018). Sub-sistema de jengibre orgánico en la región Junín-Perú (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Escuela para Graduados).
- Angenault, J. (2010). Diccionario Enciclopédico de Química. México: Continental.
- Apaclla, P.& Pezo, L. (2015) Evaluación de metales en corteza de *Maytenus macrocarpa* (chuchuhuasi) de uso etnomedicinal en la región Loreto.
- Azalea, E. & Castro, H. (2003) Ministerio de Salud. OPS/OMS. San José de Costa Rica. www.netsalud.sa.cr y www.cor.ops-oms.org.
- Azcón Bieto, Talon M. (2008). Fundamento de Fisiología vegetal. 2 da. Edición McGraw-Mill- interamericana de España S.A.U
- Carrera, E. (2010) Evaluación de indicadores de eventos de salud Pública Huila. Gobernación del Huila. Colombia.
- Carvalho, F., Zhong, N., & Klaine, S. (1998). Rastreo de plaguicidas en los trópicos. Boletín del OEIA, 40, 24-30.
- Chaves, G., Ortiz, L. y Ortiz, Y. (2013). Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. Grupo de Investigación Plantae, Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia.
- COMEXPERU (2022). Exportaciones no tradicionales crecieron 21% entre enero y julio 2021. Sociedad de comercio exterior del Perú. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/agroexportaciones-no-tradicionales-crecieron-un-21-en-el-periodo-enero-julio-de-2021>

- Escobar, S. (2016). Determinación de la presencia de plomo y cadmio en frutilla (*Fragaria ananassa*) y tomate (*Solanum lycopersicum*) en el Quinche. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Espinoza, S. (2016). Uso de metabolitos de actinobacterias en el manejo post cosecha de rizomas de jengibre. Tesis para Ing. Agro. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Getaneh, A., Guadie, A., & Tefera, M. (2021). Levels of heavy metals in ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) from selected districts of Central Gondar Zone, Ethiopia and associated health risk. *Heliyon*, 7(4), e06924.
- Giuffré, L., Ratto, S., & Pascale, C. (2005). Impacto ambiental en Agrosistemas. Argentina: Scielo, 23(1) disponible en URL: www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1117744&pid=S1850-2067200500010001200006&lng=es
- González, R. (2007) Presencia de residuos de fungicidas e insecticidas en muestras comerciales de hortalizas de hojas. Universidad de Vigo. Ourense. Departamento de Química Analítica y Alimentaria. p. 11-13
- Gupta; P. Pandotra; A.P. Gupta; J.K. Dhar; G. Sharma; G. Ram; M.K. Husain; Y.S. Bedi (2010). Volatile (As and Hg) and non-volatile (Pb and Cd) toxic heavy metals analysis in rhizome of *Zingiber officinale* collected from different locations of North Western Himalayas by Atomic Absorption Spectroscopy., 48(10), 0–2971. doi: 10.1016/j.fct.2010.07.034
- Guzmán (2022). Perú tercer mayor exportador mundial de kion, pero envíos cayeron en 2021. PQS. <https://pqs.pe/actualidad/peru-tercer-mayor-exportador-mundial-de-kion-pero-envios-cayeron-en-2021/>

- Hendin, E. & Peake, B. (1996). Organochlorine pesticides in a dated sediment core from Mapua, Waiwea Inlet, New Zeland. *Marine Pollution Bulletin*. 32:10 751- 754. New Zeland.
- Idris, N. A., Yasin, H. M., & Usman, A. (2019). Voltammetric and spectroscopic determination of polyphenols and antioxidants in ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Heliyon*, 5(5).
- Juan De Dios, K. (2018) Niveles de arsénico y cadmio en muestras de cebolla (*Allium cepa*) expendidas en la ciudad de Lima.
- Lehninger A. (2009). Bioquímica 18va. Edic. Editorial Omega S.A. Barcelona.
- León, J. (1987). Botánica de los Cultivos Tropicales. Segunda edición. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura IICA. San José. Costa Rica.
- Madueño, M. (2017). Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana.
- Marmiroli M, Antonioli G, Maestri E, Marmiroli N. (2005). Evidence of the involvement of plant ligno cellulosic structure in the sequestration of Pb: an X ray spectroscopy-based analysis. *Environ. Pollut.* 134: pag 217–227; 2005. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749104003471>
- Midagri (2020). El jengibre o kion peruano, una estrella que vuelve (*Zingiber officinale*). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1476844/El%20jenjibre%20o%20ki%20C3%B3n%20peruano%20una%20estrella%20que%20vuelve.pdf>
- Miranda, D. (2012). Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). En Manual Para el Cultivo de Frutales en el Trópico. Editorial Produmedios. pp. 550-578.
- Morales, A. (2007). Cultivo del Jengibre (*Zingiber officinale*). Ministerio de Agricultura San José – Costa Rica.

- Moulis, & T. (2010). New perspectives in cadmium toxicity an introduction. USA: Springer Link 23, pp.763-768 disponible en URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10534-010-9365-6>
- Núñez A., Martínez S., Moreno S., et al. (2015). Determinación de metales pesados (aluminio, plomo, cadmio y níquel) en rábano (*Raphanus sativus* L.), brócoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) y calabacín (*Cucurbita pepo* L. var. italica).
- Ojeda E. (2008) Estudio de Dieta Total. Estimación de la ingesta de cadmio en la población de la ciudad de Valdivia. Chile. Valdivia – Chile.
- Olivares. (2013). Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de La Habana, Cuba. Cuba: Rev. Int. Contam. Ambie. 29(4), pp. 285-294 disponible en URL: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v29n4/v29n4a6.pdf>
- Osma, E., Ozyigit I., Leblebici, Z., Hierro, G. y Fresco, M. (2011). Determinación de las Concentraciones de Metales Pesados en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), cultivados en diferentes estaciones. Universidad de Estambul, Facultad de Ciencias y Artes, Departamento de Biología. Estambul, Turquía.
- Pan, J. (2010). Cadmium levels in Europe: implications for human health. USA: Environ Geochem Health 32(1), pp. 1-12 disponible en URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19688602>
- Paredes S, Aguilar J, Navarro P. (2001). Determinación de metales pesados y sales solubles en suelos de cultivo acondicionados con lodos residuales. Rev. Conciencia tecnológica. México pp. 4-8.
- Ravindran, P. N; Sasikumar, Bhaskaran; George, Johnson K; Ratnambal, M.J; Nirmal Babu, K; Zachariah, John T; Nair, R.R. (1994). Genetic resources of ginger

- (*Zingiber officinale* Rose.) and its conservation in India. In: Plant Genetic Resources Newsletter. 1994. no. 98, p. 1–5
- Roca, S. (2010). Concepción y descentralización de la protección al consumidor en el Perú: un análisis comparado con México, EE. UU., Brasil y Suecia. Revista del CLAD Reforma y Democracia, (47), 131-166.
- Rodríguez-Serrano, M., Martínez-de la Casa, N., Romero-Puertas, M. C., Del Río, L. A., & Sandalio, L. M. (2008). Toxicidad del cadmio en plantas. Ecosistemas, 17(3). <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/409>
- Rosella, M. A., Bongiorno de Pfirter, G., & Mandrile, E. L. (1996). Jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe, Zingiberaceae): etnofarmacognosia, cultivo, composición química y farmacología. Acta Farmacéutica Bonaerense, 15.
- Sánchez J. (2009). Efecto de la quercetina y la rutina frente al daño oxidativo inducido en eritrocitos con distintos contenidos de colesterol. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca, Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular.
- Siedentopp, U. (2008). El jengibre, una planta medicinal eficaz como medicamento, especia o infusión: Ginger-effective as drug, spice and tea. Revista Internacional de Acupuntura, 2(3), 188-192.
- Toro, P. (12 de 10 de 2013). Determinación de los metales pesados Cobalto, Mercurio y Plomo en la represa Daule Peripa por medio de Espectrómetro de emisión atómica con fuente de Plasma de argón con Acoplamiento Inductivo. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. disponible en URL: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3678/1/1118.pdf>
- Vasala, P.A. (2012). Handbook of Herbs and Spices || Ginger, 319–335. doi:10.1533/9780857095671.319

Vásquez, R. O, Alva, A., & Valles, J. M. (2001). Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). *Alimentaria*, 1(1), 38-42.

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos

- Cartillas de registro de datos (evaluación)
- GPS, Laptop
- Cuaderno de evidencias
- Celular con cámara fotográfica, USB
- Balanzas electrónica
- Wincha y vernier
- Programa Excel e Infostat
- Observación de fenómenos y entrevista a expertos como técnicas para recojo de la información.
- Supuestos e ideas
- Métodos analíticos y cuantitativo.

Reporte de análisis de metales pesados en rizomas de kion

FECHA	HORA	NOMBRE ESPECIALISTA	Código de Muestra	Cd	Cd	Pb	Pb
				ppm	ppm	ppm	ppm
				replicas	promedio	replicas	promedio
2022-10-03	INICIO:	Lidiana Alejandro	BLM03102022	0.000	–	0.268	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	MRC STD Cd	1.673	–	4.038	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1279-SA-22	0.121	0.119	–	–
				0.117		–	–
				0.120		–	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1280-SA-22	0.157	0.157	–	–
				0.154		–	–
				0.160		–	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1281-SA-22	0.229	0.230	–	–
				0.229		–	–
				0.231		–	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1282-SA-22	0.045	0.045	–	–
				0.043		–	–
				0.046		–	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1283-SA-22	0.105	0.106	–	–
				0.102		–	–
				0.109		–	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1284-SA-22	0.011	0.013	–	–
				0.015		–	–
				0.013		–	–
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1285-SA-22	0.205	0.207	–	–
				0.211		–	–

				0.204		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1286-SA-22	0.015	0.013	-	-
				0.012		-	-
				0.013		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1287-SA-22	0.136	0.138	-	-
				0.138		-	-
				0.139		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1288-SA-22	0.016	0.016	-	-
				0.011		-	-
				0.020		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1288-SA-22D	0.037	0.041	-	-
				0.040		-	-
				0.046		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1289-SA-22	0.059	0.061	-	-
				0.063		-	-
				0.061		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1290-SA-22	0.158	0.159	-	-
				0.155		-	-
				0.164		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1291-SA-22	0.007	0.008	-	-
				0.009		-	-
				0.009		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1292-SA-22	0.043	0.046	-	-
				0.049		-	-
				0.045		-	-
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1293-SA-22	0.020	0.017	-	-

				0.008		-	-
				0.021		-	-
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1294-SA-22		0.072	0.065	-	-
				0.061		-	-
				0.064		-	-
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1295-SA-22		0.001	0.001	-	-
				0.001		-	-
				0.001		-	-
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1296-SA-22		0.140	0.140	-	-
				0.141		-	-
				0.139		-	-
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1297-SA-22		0.045	0.044	-	-
				0.042		-	-
				0.046		-	-
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1298-SA-22		0.032	0.034	-	-
				0.035		-	-
				0.035		-	-
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1298-SA-22D		0.035	0.036	-	-
				0.036		-	-
				0.036		-	-
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1299-SA-22		-	-	0.112	0.109
				-		0.113	
				-		0.103	
2022-10-03	Lidiana Alejandro	FO1300-SA-22		-	-	0.213	0.216
				-		0.216	
				-		0.218	

2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1301-SA-22	-	-	0.165	0.169
				-		0.163	
				-		0.179	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1302-SA-22	-	-	0.024	0.026
				-		0.026	
				-		0.028	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1303-SA-22	-	-	0.159	0.150
				-		0.136	
				-		0.156	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1304-SA-22	-	-	0.166	0.167
				-		0.166	
				-		0.168	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1305-SA-22	-	-	0.151	0.153
				-		0.152	
				-		0.156	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1306-SA-22	-	-	0.171	0.178
				-		0.170	
				-		0.193	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1307-SA-22	-	-	0.139	0.135
				-		0.141	
				-		0.125	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1308-SA-22	-	-	0.142	0.148
				-		0.142	
				-		0.162	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1309-SA-22	-	-	0.065	0.065
				-		0.069	

				-		0.060	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1310-SA-22	-	-	0.069	0.068
				-		0.068	
				-		0.068	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1311-SA-22	-	-	0.085	0.087
				-		0.089	
				-		0.087	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1312-SA-22	-	-	0.158	0.159
				-		0.166	
				-		0.152	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1313-SA-22	-	-	0.131	0.132
				-		0.133	
				-		0.131	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1314-SA-22	-	-	0.107	0.119
				-		0.133	
				-		0.118	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1315-SA-22	-	-	0.114	0.117
				-		0.122	
				-		0.115	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1316-SA-22	-	-	0.085	0.083
				-		0.073	
				-		0.090	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1317-SA-22	-	-	0.087	0.088
				-		0.087	
				-		0.089	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1318-SA-22	-	-	0.063	0.063

				-		0.062	
				-		0.063	
2022-10-03		Lidiana Alejandro	FO1318-SA-22D	-		0.064	0.064
				-	-	0.063	
				-		0.064	

Panel fotográfico



Muestreo de rizomas de kion



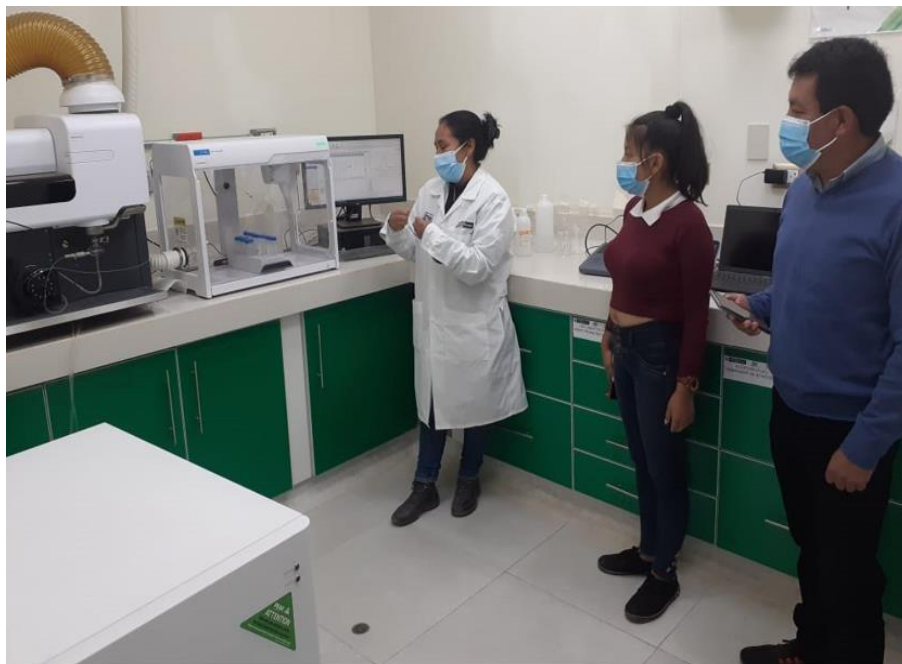
Ingreso de las muestras de rizomas de kion al INIA Huancayo



Preparación de las muestras de rizomas de kion para análisis



Secado de muestras de kion para análisis



Análisis de muestras de kion con equipo de emisión atómica

Encuesta para agricultores

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS-ESCUELA DE AGRONOMÍA

I. UBICACIÓN

Zona de producción:

II. UNIDAD FAMILIAR

Grado de instrucción

Encuestado	Educ.	Principal Act. Ecom.
Padre ()	1.-superior	1.-agricola ()
Madre ()	2.-tecnico	2.- pecuaria ()
Hijos ()	3.- secundaria completa	3.-comercio ()
A ()	4.- secundaria incompleta	4.- otros ()
B ()	5.-primaria completa	
C ()	6.-primaria incompleta	
D ()	7.-ninguno	
Otros.....		Otros.....

¿Cómo son sus ingresos?

Muy suficientes ()	Buenos ()
Insuficientes ()	Excelentes ()
Regular ()	

III. INFORMACIÓN GENERAL:

Los terrenos que siembra de kion son:

PROPIO ().....m2,ha	COMUNAL ().....m2, ha
ALQUILADO ().....m2, ha	AL PARTIR ().....m2, ha

¿Qué cultivos siembra aparte de kion?:

(...).....m2,ha, ().....m2,ha
().....m2,ha

Precio de venta de kion

.....

rendimiento de kion por hectárea:

.....

¿Qué insumos o agroquímicos utilizas?

Fertilizantes ()
Insecticidas ()
Fungicidas ()
Herbicidas ()

Recibe asistencia técnica

SI () NO ()

QUIEN TE ASESORA

.....

Como selecciona sus pesticidas

Propaganda () asistencia tec. () Imita vecinos () otros ()

¿Quién le recomendó la aplicación?

.....
.....

Procedimiento para la prueba de hipótesis

- Población

Rizomas de kion del distrito de Pichanaqui.

- Muestra

Fue no probabilística por interés de la investigación (30 muestras para cada elemento en 10 zonas).

- Instrumento

Equipo de emisión atómica, certificado por el INACAL

- Datos

Se encuentran en tablas de resultados en la sección anexo.

- Prueba de normalidad para plomo

Ho: Los datos de la variable (plomo) siguen la distribución normal

H1: Los datos de la variable (plomo) no siguen la distribución normal.

Se usa la prueba de Shapiro Wilk ($n \leq 50$).

Cuadro 1. Pruebas de normalidad para cadmio

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concentración de plomo	,102	60	,197	,974	60	,236

a. Corrección de significación de Lilliefors

La significancia es 0.236 que es mayor a 0.05 por lo que se acepta la Ho, es decir los datos siguen una distribución normal.

Por lo que se usa la prueba de t para datos cuantitativos

- Prueba de medias

Hipótesis estadística

H1: $\mu > 0,1 \text{ mg/kg}$ alterna

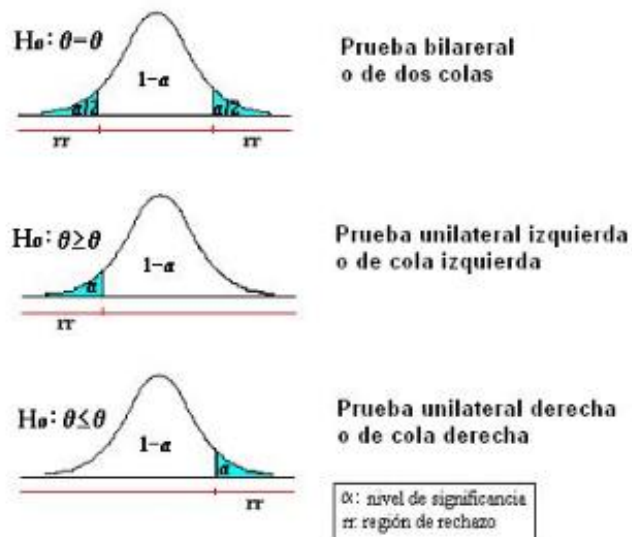
H0: $\mu \leq 0,1 \text{ mg/kg}$ Nula

- Significancia

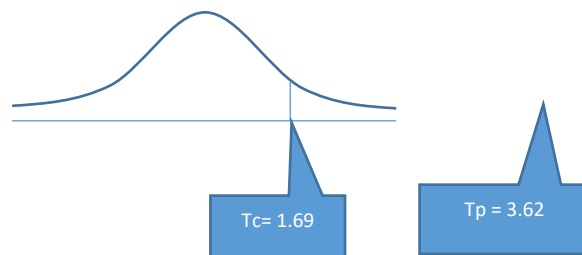
Error tipo I= $\alpha = 0.05$

I. Tipo de prueba

Regiones Críticas



Cola derecha, porque Hipótesis alterna tiene el signo $>$ (mayor)



La muestra presenta evidencias para afirmar que los rizomas de kion supera el ECA respecto a plomo. Con un nivel de confianza del 95%.