



Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

## Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

### Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible

Calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de Kale (*Brassica Oleracea* Var.

*Sabellica* L) en dos sistemas de producción agroecológico y convencional

Trabajo de Titulación previo a la  
obtención del título de Magíster en  
Agroecología y Desarrollo Sostenible

#### AUTORA:

Gema Cristina Palacios Andrade

#### DIRECTOR:

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval PhD.

Loja-Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 28 de abril de 2023

Ing. Wilson Chalco Sandoval. Ph.D

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas del kale (*Brassica Oleracea* Var. *Sabellica* L) en dos sistemas de producción agroecológico y convencional** previo a la obtención del título de Magister en Agroecología y Desarrollo Sostenible, de la autoría de la **Ing. Gema Cristina Palacios Andrade**, con cédula de identidad **Nro. 1150454161**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Wilson Chalco Sandoval, Ph.D.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Gema Cristina Palacios Andrade**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación del Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**

**Cédula de Identidad:** 1150454161

**Fecha:** 16/05/2023

**Correo electrónico:** gcpalaciosa@unl.edu.ec

**Teléfono o Celular:** 0994970108

**Carta de autorización por parte de la autora para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo del Trabajo de Titulación.**

Yo **Gema Cristina Palacios Andrade**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Calidad nutricional y propiedades fisicoquímicos de kale (*Brassica Oleracea* Var. *Sabellica* L)**, en dos sistemas de producción agroecológico y convencional como requisito para optar el título de **Magister en Agroecología y Desarrollo Sostenible**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los dieciséis días del mes de mayo del dos mil veintitrés.

**Firma:**

**Autora:** Gema Cristina Palacios Andrade

**Cédula:** 1150454161

**Dirección:** Sauces Norte

**Correo electrónico:** gcpalacios@unl.edu.ec

**Teléfono o Celular:** 0994970108

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Wilson Chalco Sandoval, Ph.D.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta investigación a mis queridos padres, quienes han sido mi pilar fundamental en mi formación académica y en mi vida en general. Gracias por su amor incondicional, su apoyo constante, sus consejos y por haberme enseñado los valores que hoy me guían.

A mis hermanos y hermana, por estar presente en cada etapa de mi vida, por ser mi fuente de alegría y felicidad, por haberme brindado su apoyo incondicional y por hacer de mi vida una experiencia única.

Este trabajo está dedicado a ustedes, por ser mi motor en la vida y por ayudarme a alcanzar mis sueños. Gracias por todo el amor y el apoyo que me han brindado a lo largo de mi carrera.

**Gema Cristina Palacios Andrade**

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes desde mi infancia me han inculcado el amor por el aprendizaje y la perseverancia. Gracias por haberme apoyado en todo momento, por ser mi ejemplo de tenacidad y por haberme dado la oportunidad de estudiar para poder alcanzar mis metas.

También quiero agradecer a mis hermanos y hermana por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por estar siempre a mi lado en cada etapa de mi vida. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por brindarme su amor y compañía.

A mis amigos, les agradezco por su amistad, su compañía y por haberme brindado momentos inolvidables. Gracias por haber estado presentes en los momentos difíciles, por escucharme y por haberme ayudado a superar obstáculos.

Agradezco a mis profesores y especialmente al Dr. Wilson Chalco por su paciencia, dedicación y por su valiosa contribución en mi formación académica.

**Gema Cristina Palacios Andrade**

## Índice de contenidos

<b>Portada.....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría .....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>x</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de anexos.....</b>	<b>xii</b>
<b>1.    Titulo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.    Resumen .....</b>	<b>2</b>
2.1.    Abstract .....	3
<b>3.    Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4.    Marco teórico.....</b>	<b>6</b>
4.1.    Agricultura convencional .....	6
4.2.    Agricultura agroecológica .....	7
4.3.    Hortalizas.....	9
4.4.    Kale .....	9
4.4.1.    Origen.....	10
4.4.2.    Taxonomía .....	10
4.4.3.    Fases fenológicas del kale .....	10
4.4.4.    Composición nutricional.....	11
4.4.5.    Beneficios del kale .....	12
4.4.6.    Calidad nutricional del kale.....	12
4.4.6.1.    Humedad.....	13
4.4.6.2.    Proteína.....	13
4.4.6.3.    Fibra.....	13
4.4.6.4.    Carbohidratos.....	13
4.4.6.5.    Vitaminas.....	13
4.4.6.5.1.    Vitamina A .....	14
4.4.6.5.2.    Vitamina C.....	14

4.4.6.5.3. <i>Vitamina K</i> .....	14
4.4.6.5.4. <i>Vitamina B</i> .....	14
4.4.6.6. <i>Minerales</i> .....	14
4.4.6.6.1. <i>Calcio</i> .....	14
4.4.6.6.2. <i>Hierro</i> .....	14
4.4.6.6.3. <i>Potasio</i> .....	14
4.4.6.6.4. <i>Magnesio</i> .....	15
4.4.7. <i>Propiedades fisicoquímicas del kale</i> .....	15
4.4.7.1. <i>Altura y ancho de la hoja</i> .....	16
4.4.7.2. <i>Color de la hoja</i> .....	16
4.4.7.3. <i>Acidez titulable</i> .....	16
4.4.7.4. <i>pH</i> .....	16
4.4.7.5. <i>Sólidos Solubles</i> .....	16
4.4.8. <i>Factores que influyen en la calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas del kale</i>	17
<b>5. <i>Metodología</i>.....</b>	<b>18</b>
5.1. <i>Materiales</i> .....	18
5.1.1. <i>Materiales de laboratorio</i> .....	18
5.1.2. <i>Reactivos</i> .....	19
5.1.3. <i>Insumos</i> .....	19
5.1.4. <i>Materiales de oficina</i> .....	19
5.2. <i>Tipo de investigación</i> .....	19
5.3. <i>Técnicas para recolección de datos</i> .....	19
5.4. <i>Obtención del material vegetal</i> .....	20
5.5. <i>Diseño experimental</i> .....	20
5.6. <i>Caracterización de las fincas</i> .....	20
5.7. <i>Metodología para determinar las propiedades fisicoquímicas de kale en dos sistemas</i> ..	21
5.7.1. <i>Determinación de acidez</i> .....	22
5.7.2. <i>Determinación de grados Brix</i> .....	22
5.7.3. <i>Determinación de pH</i> .....	22
5.8. <i>Metodología para valorar la calidad nutricional de kale en sistemas de producción</i> .....	22
5.8.1. <i>Determinación de humedad</i> .....	22
5.8.2. <i>Determinación de cenizas</i> .....	23
5.8.3. <i>Determinación de proteína</i> .....	23



5.8.4.	Determinación de fibra .....	23
5.8.5.	Determinación de carbohidratos .....	23
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>24</b>
6.1.	Resultados de la caracterización de los sistemas de producción.....	24
6.2.	Resultados de las propiedades fisicoquímicos del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional.....	27
6.3.	Resultados de la calidad nutricional del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional.....	27
<b>7.</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>29</b>
7.1.	Caracterización de los sistemas de producción .....	29
7.2.	Propiedades fisicoquímicas del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional .....	34
7.3.	Macronutrientes del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional .....	35
7.4.	Micronutrientes del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional. ....	37
<b>8.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>39</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>40</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>41</b>
<b>11.</b>	<b>Anexo .....</b>	<b>51</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Fases fenológicas de Brassica oleracea var. sabellica L. (kale).....	11
<b>Tabla 2.</b> Composición nutricional de Brassica oleracea var. sabellica L. (kale) fresco en 100 g	11
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos de la investigación .....	21
<b>Tabla 4.</b> Características edafoclimáticas de los sistemas de producción agroecológico y convencional .	24
<b>Tabla 5.</b> Manejo agronómico del kale, en los sistemas de producción agroecológicas y convencionales ..	25
<b>Tabla 6.</b> Análisis de suelo de los dos sistemas de producción agroecológico y convencional .....	26
<b>Tabla 7.</b> Resultados de las propiedades fisicoquímicas del kale en dos sistemas de producción ...	27
<b>Tabla 8.</b> Macronutrientes del kale en dos sistemas de producción .....	27
<b>Tabla 9.</b> Micronutrientes del kale en dos sistemas de producción.....	28

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Localización del área de estudio .....	18
<b>Figura 2.</b> Análisis de correspondencia de la caracterización del manejo agronómico del kale.....	26
<b>Figura 4.</b> Área de terreno de los sistemas de producción agroecológico y convencional .....	57
<b>Figura 5.</b> Análisis de suelo.....	57
<b>Figura 6.</b> Tipo de riego en los sistemas de producción.....	58
<b>Figura 7.</b> Preparación del terreno antes de la siembra .....	58
<b>Figura 8.</b> Siembra en los sistemas de producción.....	59
<b>Figura 9.</b> Origen de la semilla.....	59
<b>Figura 10.</b> Tiempo que se encuentra almacenada la semilla.....	60
<b>Figura 11.</b> Plagas presentes en el cultivo de kale .....	60
<b>Figura 12.</b> Insumos utilizados para prevenir o eliminar plagas .....	61
<b>Figura 13.</b> Insumos utilizados en el suelo bajo cultivo de kale .....	61
<b>Figura 14.</b> Número de fertilizaciones o abonado que aplica al kale .....	62

## **Índice de anexos**

<b>Anexo 1.</b> Encuesta .....	51
<b>Anexo 2.</b> Muestreo de frutas y hortalizas .....	52
<b>Anexo 3.</b> Datos de las encuestas tabuladas.....	57
<b>Anexo 4.</b> Certificado de traducción.....	63

## **1. Título**

Calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de Kale (*Brassica Oleracea* Var. *Sabellica*  
L) en dos sistemas de producción agroecológico y convencional

## 2. Resumen

En varios países del Norte y Centroamérica, el kale es considerado un superalimento debido a su alto valor nutricional y beneficios para la salud humana, sin embargo, en Ecuador no existe información sobre la calidad nutricional de esta hortaliza. En la actualidad existe una demanda de hortalizas con alto contenido de nutrientes y calidad, sin embargo, la agricultura convencional busca el aumento de la producción centrándose en el monocultivo y en el uso de agroquímicos, sin tomar en cuenta las consecuencias que esto provoca a la salud, cultivos, ambiente y suelo. La producción agroecología surge como una alternativa para poder contrarrestar estos efectos negativos, ya que se enfoca en la producción de alimentos sanos y con alto contenido nutricional; por lo cual, el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad nutricional y las propiedades fisicoquímicas del kale en los sistemas de producción agroecológico y convencional. La metodología consistió primero en la caracterización de las fincas, análisis de suelo, el manejo agronómico del kale; seguido se midieron las variables fisicoquímicas como pH, acidez, grados Brix, color, ancho y largo de la hoja, finalmente, se determinó la calidad nutricional considerando los macro y micronutrientes. Los resultados muestran que las propiedades fisicoquímicas del kale, entre los dos sistemas de producción no existieron diferencias estadísticamente significativas, ya que los valores de pH (6 - 6,17), acidez (0,18 - 0,20 %) y °Brix (4,96 – 5,29 %) son similares. El kale agroecológico presenta valores superiores para macronutrientes entre un 12 a 48 %, mientras que en los minerales aumento entre el 25 y 76 % y 6,44 % para vitamina C. En conclusión, la calidad nutricional del kale proveniente del sistema agroecológico fue mayor en comparación con el obtenido del sistema convencional, mientras que, en las propiedades fisicoquímicas no se observó diferencias en el kale agroecológico y convencional.

**Palabras claves:** col rizada, proteína, vitaminas y minerales.

## **2.1. Abstract**

In several countries of North and Central America kale is considered a superfood due to its high nutritional value and benefits for human health; however, in Ecuador, there is no information on the nutritional quality of this vegetable. Currently there is a demand for vegetables with high nutrient content and quality. However, conventional agriculture seeks to increase production by focusing on monoculture and agrochemicals usage, without taking into account the consequences that this causes to health, the environment, crops, and the soil. Agroecology production emerges as an alternative to avoid these negative effects since it focuses on the production of healthy foods with high nutritional content. Therefore, the objective of this research was to evaluate the nutritional quality and physicochemical properties of kale in agroecological and conventional production systems. The methodology consisted first of the characterization of the farms, soil analysis, the agronomic management of kale; followed by measuring the physicochemical variables such as pH, acidity, Brix degrees, color, width and length of the leaf, finally, the nutritional quality was determined considering its macro and micronutrients. The results show that the physicochemical properties of the kale, between the two production systems did not exist statistically significant differences, since the values of pH (6 - 6.17), acidity (0.18 - 0.20%) and °Brix (4.96 – 5.29%) are similar. The nutritional quality of the kale from the agroecological system was higher than from conventional system crops because it was higher in macronutrients between 12 and 48%, in minerals it increased between 25 and 76%, and 6.44% for vitamin C. In conclusion, the nutritional quality of the kale from the agroecological system was higher compared to that obtained from the conventional system, while in the physicochemical properties no differences were demonstrated between the agroecological and conventional kale.

**Keywords:** kale, protein, vitamins, and minerals.

### 3. Introducción

En las últimas décadas la población mundial ha crecido exponencialmente, es así que para el 2050 se estima un promedio de 10 mil millones de habitantes. Esto incrementará el 50 % de la producción de alimentos, lo que representa un desafío para la producción agrícola (Vitón et al., 2017). De acuerdo con esto, la mayoría de los agricultores implementan monocultivos, el uso de maquinaria e insumos químicos, lo que provoca severos impactos en el suelo, el agua, la diversidad genética, la salud humana y la calidad nutricional de los cultivos. En este contexto la agroecología surge como una alternativa para contrarrestar estos efectos negativos, ya que promueve sistemas alimentarios sostenibles, la seguridad alimentaria, fomenta la biodiversidad, aumenta la capacidad de los cultivos para resistir a enfermedades y plagas, emplea prácticas agrícolas que respetan y mejoran la calidad del suelo, etc (Chávez y Burbano, 2021).

La calidad nutricional que contienen las hortalizas como minerales, vitaminas y antioxidantes contribuyen a la salud del ser humano, sin embargo, su bajo consumo puede provocar enfermedades como la desnutrición, diversidad de patologías como el cáncer, anemia por falta de hierro, enfermedades cardiovasculares, entre otros, por tanto es fundamental dar a conocer a los consumidores el valor nutricional de las hortalizas y el aporte importante en la dieta nutricional al brindar carbohidratos, proteína, fibra y mayor contenido de vitaminas y minerales, por tanto es imprescindible el consumo para la buena alimentación y salud de la población (Arroyo et al., 2018).

La col rizada o kale es una hortaliza considerada un superalimento, debido al alto contenido nutricional, ya que es una fuente rica en vitamina C y minerales como el potasio, calcio y hierro, además ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, artritis y cáncer. (Reyes-Munguía et al., 2017). La mayor parte de la población de países desarrollados optan por comprar hortalizas o frutas en las ferias agroecológicas, sin importar el precio en comparación con los productos convencionales, ya que le dan importancia a la calidad nutricional y la seguridad alimentaria (Andrade y Ayaviri, 2018). Así mismo Rodríguez y Zumba (2021) sostienen que los consumidores adquieren los productos considerando la calidad expresada en propiedades fisicoquímicas. Esta calidad está supeditada al manejo de la cadena productiva desde la siembra hasta la poscosecha. Además, la procedencia de las hortalizas influye directamente en el precio y calidad, si comparamos un sistema de producción agroecológica versus un sistema convencional. Existen diversos estudios que demuestran que la calidad



nutricional y propiedades fisicoquímicas de frutas y hortalizas, están asociadas al sistema de producción del que proceden.

Los cultivos procedentes de la agricultura agroecológica, contienen mayor valor nutricional que los convencionales (Casas y Moreno, 2015; Popa et al., 2019). Además, Crecente et al. (2012) estudiaron algunas propiedades de las fresas en fincas de Galicia (España), y demostraron que las fresas cultivadas en un sistema agroecológico tienen alto valor nutricional en cuanto a antioxidantes, en comparación con las cultivadas en un sistema convencional. Por otro lado, Domínguez, García y Raigón (2015) comprobaron que los frutos cítricos procedentes de un sistema ecológicos contienen 28 % más vitamina C que los de la agricultura convencional. Además, estudiaron las propiedades fisicoquímicas en frutos cítricos provenientes de un sistema agroecológico y un convencional, encontraron que no existe diferencia significativa en el peso y diámetro de la fruta, sin embargo, obtuvieron diferencias en cuanto a la altura y color de las frutas, siendo mayor en la agricultura agroecológica.

En este contexto, la presente investigación utilizó el cultivo de kale o col rizada cosechada en los sistemas agroecológico y convencional de la hoya de Loja, para dar a conocer a productores y consumidores la importancia de la calidad nutricional de esta hortaliza y del sistema de producción del que proviene, por tanto, los objetivos planteados para llevar a cabo esta investigación son los siguientes:

### **Objetivo general**

Evaluar la calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L) en dos sistemas de producción agroecológico y convencional.

### **Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional.
- Valorar la calidad nutricional de kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional.

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

H1: La calidad nutricional y las propiedades fisicoquímicas de kale son iguales en el sistema agroecológico y convencional.

Ho: La calidad nutricional y las propiedades fisicoquímicas de kale no son iguales en el sistema agroecológico y convencional.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Agricultura convencional**

La agricultura convencional es el modelo de producción más extendido en el planeta, se caracteriza por la sobreexplotación de los recursos naturales, ocasionando problemas sociales y ambientales, entre ellos, la erosión, pérdida de biodiversidad, contaminación por plaguicidas, y deficiente resiliencia de los ecosistemas (Kavitha y Chandran, 2017). En cuanto a los impactos sociales señalan algunos problemas como enfermedades en los agricultores por la toxicidad de los agroquímicos, explotación a pequeños productores, obligados a facilitar sus recursos a grandes empresas. Además al consumir estos cultivos con agroquímicos, puede ser peligroso para la población ya que el riesgo de intoxicación puede aumentar si se consumen grandes cantidades de cultivos contaminados o si se consumen regularmente productos con altos niveles de residuos de insecticidas (Landini et al., 2019).

La agricultura convencional, basada en los principios de la revolución verde es considerada un sistema eficiente debido al aumento de la producción y al incremento de ingresos. Se caracteriza por obtener altos rendimientos a corto plazo, tiene como objetivo abastecer la demanda de alimentos en el mercado, prioriza el monocultivo, labranza intensiva y uso excesivo de agroquímicos, factores que han provocado daños irreparables al ecosistema (Chávez y Burbano, 2021).

La agricultura convencional utiliza grandes extensiones de terreno, insumos químicos, como pesticidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos, para aumentar la productividad y proteger los cultivos de enfermedades y plagas. También implica la utilización de maquinaria pesada para la preparación del suelo y la siembra. Aunque este tipo de agricultura ha permitido un aumento significativo en la producción de alimentos, también ha sido criticada por sus efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana. Los insumos químicos pueden contaminar el suelo y el agua, así como afectar a los organismos no objetivo, como las abejas y otros polinizadores (Gliessman, 1998).

Además, puede ser costosa para los agricultores, ya que dependen de la compra de insumos externos y maquinaria pesada, lo que puede aumentar los costos de producción. La agricultura convencional está estrechamente relacionada con empresas transnacionales que producen y venden insumos químicos y semillas mejoradas genéticamente. La agricultura convencional se refiere al uso de prácticas agrícolas que se han utilizado ampliamente desde la

revolución industrial, como el arado del suelo, la siembra de monocultivos y el uso de pesticidas y fertilizantes químicos para aumentar la producción (Chávez y Burbano, 2021).

Además, la agricultura convencional depende en gran medida del uso de energía fósil para la producción de alimentos. Esto se debe a que se utilizan maquinarias y equipos pesados para arar el suelo, sembrar, cultivar, cosechar y transportar los cultivos, lo que requiere combustibles como la gasolina o el diésel. Además, la producción de fertilizantes y pesticidas químicos que se utilizan en la agricultura convencional también requiere una gran cantidad de energía, ya que estos productos se fabrican a partir de materias primas que deben ser procesadas y transportadas (Martínez-Centeno y Sobalvarro, 2018).

Los países que adoptaron las prácticas de la "Revolución Verde" han experimentado una disminución en el crecimiento anual de su sector agrícola. Además, en muchas áreas donde se introdujeron prácticas modernas, como el uso de semillas mejoradas, el monocultivo y la aplicación de fertilizantes para la producción de alimentos, se ha observado que los rendimientos no han aumentado o incluso han disminuido después de un aumento exagerado en la producción. La agricultura convencional ha ocasionado múltiples daños a la productividad agrícola, así como suelo, agua y biodiversidad que han sido sobreexplotados, sin tomar en consideración la sustentabilidad del agroecosistema (Martínez-Centeno y Sobalvarro, 2018).

#### **4.2. Agricultura agroecológica**

La agroecología se puede entender como un enfoque holístico que engloba no solo a la agricultura, sino también aspectos sociales, culturales, ecológicos, económicos, políticos y éticos. Busca la sustentabilidad siendo suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada, cultural y socialmente aceptable. La agroecología pretende reunir diferentes disciplinas y experiencias para lograr un agroecosistema más sustentable en donde interactúan procesos físicos, biológicos, socioeconómicos y ambientales. De esta manera se conservan los recursos pensando así en las generaciones futuras (Sarandón y Flores, 2014).

Las prácticas agroecológicas pueden compartirse con los agricultores, quienes serán capaces de aplicar y obtener avances en la producción, al utilizar mínimas cantidades o evitar el uso de agroquímicos, lo cual aportará a la seguridad alimentaria; así como también aplican la labranza cero, lo que permite la conservación de este recurso (Rosset y Altieri, 2017). La agroecología también permite conservar la biodiversidad con el uso de cultivos de cobertura para proteger el suelo y mantener el ciclo óptimo de nutrientes, además de contar con rotación y asociación de cultivos para mantener la regulación de plagas. También tiene como objetivo

reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la capacidad del ecosistema para almacenar carbono. Para ello, la agroecología se basa en un enfoque interdisciplinario, que combina el conocimiento tradicional con la investigación científica, lo que fomenta la innovación y el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y adaptadas a las condiciones locales (Altieri, 1999).

Así mismo, la agroecología promueve sistemas alimentarios más sostenibles y resistentes, lo que ayuda a asegurar la disponibilidad y accesibilidad de alimentos nutritivos y saludables. Fomenta la biodiversidad en el agroecosistema, lo que a su vez mejora la salud del suelo y aumenta la capacidad del ecosistema para resistir a enfermedades y plagas, se enfoca en prácticas agrícolas que respetan y mejoran la calidad del suelo, lo que a su vez mejora la productividad y la resiliencia del ecosistema. La agroecología se centra en la comprensión de los agroecosistemas como sistemas complejos, donde interactúan plantas, animales, microorganismos y el entorno físico (Gliessman, 1998).

La agroecología es una disciplina que integra los principios ecológicos con la agricultura, centrándose en el diseño y manejo sostenible de sistemas agrícolas. Se basa en la comprensión de los procesos ecológicos y la promoción de la biodiversidad, con el objetivo de lograr la producción de alimentos saludables, respetando y mejorando el medio ambiente, además, persigue una distribución más justa, tanto en la producción como en los costos, entre las personas de las generaciones actuales, sin comprometer la capacidad de mantener esta equidad en el futuro. Asimismo, se busca producir alimentos saludables que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población. Además, se abordan aspectos como la seguridad y soberanía alimentaria, y se trabaja en la creación de formas de acción colectiva que fortalezcan el desarrollo y mantenimiento del capital social (Estrada y Altieri, 2019).

Además, la agroecología busca valorar y respetar los saberes y valores locales de las poblaciones rurales en la intervención sobre los agroecosistemas. Desde el punto de vista político, la agroecología pretende incluir la participación comunitaria, en el diseño y ejecución de políticas públicas. Se enfoca en la sustitución de intermediarios comerciales y financieros, así como la adquisición de insumos externos. En cambio, se enfatiza en la eficiencia ecológica a través del ahorro de recursos, el reciclaje, la incorporación de plantas nativas, la conservación de suelos y agua. El enfoque ético de la Agroecología se centra en la importancia de establecer un nuevo conjunto de valores que incluya el respeto y la preservación del medio ambiente, no solo para la generación actual sino también para las futuras generaciones. La Agroecología

reconoce la importancia de la ciudadanía y la dignidad humana, la lucha contra el hambre y la eliminación de la pobreza y sus efectos sobre el medio ambiente (León, 2010).

### **4.3. Hortalizas**

Las hortalizas son de gran relevancia económica y social, ya que proporcionan alimento y empleo a lo largo de todo el proceso productivo. Debido al alto valor nutritivo, que incluye minerales y vitaminas, tienen una gran demanda en los mercados locales y regionales. Las hortalizas son una parte esencial de la producción agrícola en la provincia de Loja, ya que son consideradas productos de primera necesidad. En esta región, existe varias familias botánicas de hortalizas, entre ellas se encuentran las liliáceas, solanáceas, cucurbitáceas, quenopodiáceas, brassicaceae, umbelíferas y leguminosas (Vallejo, 2013).

Las hortalizas de la familia brassicaceae tienen propiedades beneficiosas para la salud, ya que suelen contener altos niveles fitoquímicos, antioxidantes como ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos y glucosinolatos. Estos nutrientes tienen la capacidad de reducir la incidencia de enfermedades degenerativas, tales como: cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras. Las hortalizas que forman parte de la familia de las brassicaceae son: coliflor, brócoli, col, col de bruselas, col rizada o kale, entre otras (Sanlier y Guler, 2018). A continuación, se describe algunas características del kale.

### **4.4. Kale**

La La col rizada o kale es una hortaliza con alto valor nutricional, tiene las hojas largas y se caracteriza por no formar repollo, este cultivo es resistente a las heladas y sequías. El kale se cosecha por la tarde, periódicamente a medida que vaya regenerando nuevas hojas (Casajús et al., 2021). Esta planta puede llegar a medir de 30 a 40 cm, es una hoja verde y rizada, se puede cosechar después de 4 a 6 semanas después de la plantación, según el tamaño y madurez deseada (Reyes-Munguía et al., 2017; Šamec et al., 2019). Su composición nutricional y su tamaño, depende de las prácticas agrícolas que apliquen y de las condiciones edafoclimáticas que se presentan (Satheesh y Workneh, 2020).

Generalmente, las temperaturas ideales para su cultivo se encuentran en un rango entre los 10 y 25 °C. Es importante destacar que temperaturas por encima de los 30 °C pueden provocar que la planta florezca y se vuelva amarga, lo que afectará la calidad y el sabor de las hojas. Además, el kale necesita una humedad constante pero no excesiva en el suelo para su crecimiento óptimo, por lo que es importante mantener un riego regular y suficiente, evitando encharcamientos que puedan provocar pudriciones radiculares. En cuanto al clima, el kale se

adapta a diferentes tipos de climas, pero prefiere climas frescos y suaves. En general, se puede cultivar durante todo el año en climas templados, pero en zonas con climas más cálidos es recomendable cultivarlo en épocas de temperaturas más frescas, como el otoño e invierno, para evitar que la planta florezca prematuramente (Aruquipa, 2021).

En lo que respecta a las características del suelo, es posible realizar cultivos en una gran variedad de suelos, sin embargo, se sugiere utilizar aquellos que posean un pH ácido-neutro (6 - 6,5), además de tener una buena capacidad para retener agua y permitir la circulación de aire. Para asegurar un buen crecimiento del kale y de otras coles, es importante tener en cuenta su alta demanda de nitrógeno. Es por ello que se recomienda abonar el suelo una vez al mes o cada dos meses durante su cultivo, a fin de proporcionarle los nutrientes necesarios para un desarrollo óptimo (Šamec et al., 2019).

#### **4.4.1. Origen**

El kale es originaria de Asia, se cultiva en Europa y América del norte, desde el 2010 en Estados Unidos, debido a su alto valor nutricional y su poder de adaptación a fluctuaciones extremas de temperatura (Šamec, Urlić y Salopek, 2019). Así mismo, esta hortaliza se ha extendido hacia algunas regiones de México, Argentina y Chile desde el 2015 (Hilaquita, 2018).

#### **4.4.2. Taxonomía**

El kale forma parte de la familia de las brassicaceae, a continuación se presenta la taxonomía (Hilaquita, 2018).

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Brassicales

**Familia:** Brassicaceae

**Género:** Brassica







**Especie:** olearacea

**Nombre científico:** *Brassica oleracea* var. *sabellica* L.

#### **4.4.3. Fases fenológicas del kale**

La fenología tiene como objetivo examinar y explicar de manera completa los distintos sucesos que tienen lugar en las plantas en ecosistemas naturales o agrícolas, considerando su interacción con el medio ambiente (Mora, 2021). En la tabla 1 se presenta las fases fenológicas del kale.

Tabla 1. Fases fenológicas de *Brassica oleracea* var. *sabellica* L. (kale)

Etapa 1 (Semillero)	Etapa 2 (Plántula)	Etapa 3 (Desarrollo vegetativo)	Etapa 4 (Máximo crecimiento)	Etapa 5 (Crecimiento lento)	Etapa 6 (Floración)
					
La fase de germinación comienza cuando la semilla de kale empieza a brotar y a desarrollar raíces y cotiledones. Este proceso ocurre durante los primeros siete días.	La fase de crecimiento ocurre entre los 7 y 10 días, y termina cuando la planta tiene entre 4 y 5 hojas verdaderas, es el momento adecuado para el trasplante.	Esta etapa dura entre 30 y 90 días. Empieza después del trasplante (ddt) hasta que la planta tiene entre 10 y 14 hojas. Durante este periodo, el sistema de raíces, tallo de la planta y el área foliar se desarrollan rápidamente.	La producción de hojas en la planta se encuentra entre 30 y 45 hojas de color verde azulado. Durante este periodo, la planta produce entre 6 y 8 hojas por semana. A partir de los 90-120 ddt.	Durante esta fase, la producción de hojas de la planta se estabiliza y ya no hay un crecimiento acelerado. Sin embargo, aún es posible continuar con la cosecha. Esta fase se extiende desde los 130 a 260 ddt.	Etapa que dura entre 260 a 280 días. Si no se cosecha antes, la planta de kale entra en fase de floración, donde desarrollará flores y comenzará a producir semillas.

Fuente: Mora (2021).

#### 4.4.4. Composición nutricional

El kale contiene altas concentraciones de minerales y vitaminas, además, es una buena fuente de fibra. En la Tabla 2 se presenta la cantidad de cada uno de los nutrientes.

Tabla 2. Composición nutricional de *Brassica oleracea* var. *sabellica* L. (kale) fresco en 100 g

Nutrientes	100 g
Agua	84,04
Calorías (kcal)	49,00
Proteína (g)	4,28
Lípidos (g)	0,93
Carbohidratos (g)	8,75
Azúcares (g)	2,26
Fibra (g)	3,60
Calcio (mg)	150,00
Hierro (mg)	1,47
Potasio (mg)	491,00
Magnesio (mg)	47,00
Vitamina C (mg)	120,00
Vitamina E (mg)	1,54
Vitamina A (µg)	500,00
Vitamina K (µg)	704,80

Fuente: Arranz, 2018.

Según Thavarajah et al. (2019), al incluir 100 g de kale en la alimentación, se estaría consumiendo entre 14 y 19 % de calcio de la ingesta diaria recomendada (IDR) para mujeres y hombres, respectivamente, en cuanto al magnesio, la cantidad diaria recomendada es de 18 % para mujeres y 41 % para hombres, así mismo, con el hierro, la IDR es de 57 y 72 % (mujeres-hombres). Por el contrario, Waterland et al. (2017) sostienen que 100 g de kale contienen 5 % IDR de hierro, cobre, fósforo y potasio, además del 10 % de IDR de zinc, calcio y magnesio, así como también, contiene el 200 % de vitamina C.

#### **4.4.5. Beneficios del kale**

Esta hortaliza es muy beneficiosa para la salud, debido a sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, su consumo previene algunas enfermedades como gastritis, cáncer, diabetes, anemia, cardiopatías, obesidad, entre otros.

El kale contiene altas cantidades de potasio, este mineral reduce la presión arterial e interviene en la síntesis de aminoácidos y proteínas (Kim, 2017). Así mismo, esta hortaliza tiene una elevada concentración de calcio, según Kapusta et al. (2021), este micronutriente previene la osteoporosis, caries dentales, ayuda a liberar energía, para facilitar la contracción y relajación de los músculos. Además, el hierro es uno de los micronutrientes presentes en las hojas de kale, este mineral es necesario para la formación de la hemoglobina y glóbulos rojos, interviene en la producción de mielina en el cerebro (Armesto et al., 2019).

Esta hortaliza contiene vitamina C, que está asociada a propiedades antioxidantes, las cuales permiten la producción de colágeno, previenen resfríos y cualquier tipo de cáncer (Szutowska et al., 2020). La fibra es otro nutriente con elevada concentración en el kale, esta permite mejorar la salud gastrointestinal, reduce los niveles de glucosa en la sangre y puede prevenir el riesgo de cáncer de colon. El kale contiene proteína, que contribuye a la formación de masa muscular y a la conservación de energía (Prade et al., 2021).

#### **4.4.6. Calidad nutricional del kale**

La calidad nutricional es el aporte de fibra, valor calórico, antioxidantes, macro y micronutrientes que contiene un alimento para lograr una alimentación sana y saludable. El kale es una hortaliza con gran calidad nutricional, debido a su elevada concentración de fibra, vitaminas, minerales y antioxidante (Arranz, 2018).

Para evaluar la calidad nutricional de un alimento se toma en cuenta los siguientes parámetros:



**4.4.6.1. Humedad.** Todos los alimentos tienen agua en mayor o menor proporción, es un parámetro importante en el control de calidad de los productos. El kale es una hortalizas que contienen un elevado porcentaje de agua (84,04 %), por lo que mantiene hidratado el organismo y elimina las toxinas del cuerpo. Para determinar la humedad de los alimentos, existen diferentes métodos: secado en estufa de aire, método de microondas, Karl Fisher (García et al., 2017). El método de secado en la estufa consiste en determinar la humedad, mediante la pérdida de peso del alimento por calentamiento, se pesa la muestra, ingresa a la estufa y se vuelve a pesar (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2019).

**4.4.6.2. Proteína.** Son macromoléculas formadas por cadenas de aminoácidos, intervienen en la estructura de los tejidos y células. Las proteínas se encuentran en una amplia gama de alimentos. El kale en comparación con otras hortalizas, contiene una cantidad elevada de proteína, que aporta los aminoácidos esenciales como ácido glutámico (12 %), prolina (12 %) y ácido aspártico (10 %), para un adecuado funcionamiento del organismo (Arranz, 2018; Martínez-Velaz, 2021). Para determinar la proteína en los alimentos, existen varios métodos: Dumas, métodos radio químicos, de Biuret, destilación alcalina y el más utilizado universalmente es el método de Kjeldahl (AOAC, 2019).

**4.4.6.3. Fibra.** Es uno de los componentes más importantes de la dieta. El kale es una verdura rica en fibra, se estima que, por cada 100 g de kale, se obtiene aproximadamente 4,1 g. La fibra en el kale está compuesta principalmente de celulosa, hemicelulosa y pectina, todos estos son de tipo fibra dietética que tienen beneficios para la salud (Arranz, 2018). Existen diferentes métodos para determinar la cantidad de fibra en los alimentos. Algunos de los métodos más comunes son: método gravimétrico, método enzimático-gravimétrico, método espectrofotométrico y método de fibra dietética total (Vilcanqui y Vílchez, 2017).

**4.4.6.4. Carbohidratos.** Son una fuente importante de energía para el cuerpo humano y son esenciales para el funcionamiento adecuado del cerebro y el sistema nervioso central. Los carbohidratos se pueden dividir en dos categorías principales: carbohidratos simples y carbohidratos complejos. Los carbohidratos simples incluyen azúcares como la glucosa, la fructosa y la sacarosa, mientras que los carbohidratos complejos incluyen almidones y fibra (Thavarajah et al., 2019).

**4.4.6.5. Vitaminas.** Son nutrientes esenciales que se encuentren en los alimentos y que son necesarios para el correcto funcionamiento del cuerpo. El kale es una verdura que contiene una amplia variedad de vitaminas (Arranz, 2018). Algunas de las vitaminas que se encuentran en el kale son:

**4.4.6.5.1. Vitamina A.** El kale es una buena fuente de vitamina A en forma de carotenoide, contiene 500 µg de vitamina A por cada 100 g de kale, es importante para la salud ocular, la función inmunológica y la salud de la piel (Arranz, 2018).

**4.4.6.5.2. Vitamina C.** El kale es una hortaliza rica en vitamina C, se estima que por cada 100 g de kale se obtiene aproximadamente 120 mg de vitamina C, es un antioxidante que interviene en la producción de colágeno y la absorción de hierro (Vieira et al., 2021).

**4.4.6.5.3. Vitamina K.** El kale se considera una excelente fuente de vitamina K, 100 g de kale crudo contiene aproximadamente 704,8 µg de vitamina K, es importante para la coagulación sanguínea y la salud ósea (Mladěnka et al., 2022).

**4.4.6.5.4. Vitamina B.** El kale también es una buena fuente de vitaminas del complejo B en particular, es rico en vitamina B6, vitamina B2 (riboflavina) y ácido fólico (vitamina B9). Son importantes para la salud del sistema nervioso, la producción de glóbulos rojos y la función cerebral (Arranz, 2018).

**4.4.6.6. Minerales.** Los minerales son sustancias inorgánicas esenciales para el funcionamiento del cuerpo humano. El kale es una verdura de hoja verde que es rica en minerales que deben ser incluidos en una dieta equilibrada y saludable, lo que lo convierte en una buena opción para incorporar en la dieta diaria. Entre los minerales que se encuentran en el kale se incluyen el calcio, hierro, magnesio, potasio, fósforo, cobre y manganeso, entre otros. Cada uno de estos minerales tiene una función específica en el cuerpo (Armesto et al., 2019).

**4.4.6.6.1. Calcio.** El kale es una hortaliza rica en calcio, por cada 100 g de kale, se obtiene 150 mg de calcio, este mineral es importante para la salud de los huesos y los dientes, además, es necesario para que los músculos y los nervios funcionen correctamente (Arranz, 2018).

**4.4.6.6.2. Hierro.** En 100 g de kale crudo contiene 1,47 g de hierro, este mineral es esencial para la producción de hemoglobina, la regulación de la temperatura corporal y la producción de energía. Una ingesta adecuada de hierro ayuda a prevenir la anemia (Kapusta et al., 2021).

**4.4.6.6.3. Potasio.** El kale se considera una verdura rica en potasio, se estima que por cada 100 g de kale, se obtiene aproximadamente 491 mg de potasio, el potasio es importante para mantener la función muscular y nerviosa adecuada, puede ayudar a reducir el riesgo de hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares (Armesto et al., 2019).

**4.4.6.6.4. Magnesio.** En 100 g de kale crudo se encuentra aproximadamente 47 mg de magnesio. Este mineral ayuda a reducir la ansiedad y el estrés, regula la presión arterial y el nivel de azúcar en la sangre, además previene el estreñimiento y otros problemas digestivos (Kapusta et al., 2021).

A continuación, se presentan algunos estudios realizados acerca de la calidad nutricional en sistemas agroecológicos y convencionales. Según Casas y Moreno (2015) sostienen que la composición nutricional de los alimentos procedentes de un sistema convencional es menor que de los alimentos de un sistema ecológico. Al estudiar la composición nutricional de la manzana en un sistema agroecológico y convencional, se demuestra que existe mayor concentración de magnesio en las frutas procedentes de la agricultura agroecológica.

Así mismo, en sistemas agroecológicos la lechuga romana ha obtenido concentraciones en hierro y fósforo entre 12 y 13,5 % superiores en las lechugas de agricultura convencional. En otro estudio, el mismo autor comprobó que la lechuga, col y escarola lograron mayor contenido de minerales en la producción agroecológica que en la convencional, un caso particular es en el potasio y calcio que obtuvieron valores superiores a 20 % y 30 % respectivamente, aunque existieron niveles inferiores de sodio, en hortalizas procedentes de la agricultura agroecológica (Raigón, 2018).

Según Crecente et al, (2012) demostraron que las fresas orgánicas tienen alto valor nutricional en cuanto a antioxidantes en comparación con las cultivadas en sistema convencional. Por otro lado, Domínguez, García y Raigón (2015) comprobaron que los frutos cítricos ecológicos contienen 28 % más vitamina C que los procedentes de la agricultura convencional. En otros estudios se observa que el pimiento verde ecológico obtiene valores superiores al 10 % de vitamina C comparado con un convencional (Raigón, 2018).

#### **4.4.7. Propiedades fisicoquímicas del kale**

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas son necesarios para determinar la calidad de los alimentos y para que cumplan con los requisitos de comercialización. Además, los parámetros físicos como apariencia, firmeza y color son los que permiten separar alimentos que contengan alguna lesión. Para determinar la calidad de un producto también se toma en cuenta los parámetros químicos como acidez, grados Brix y pH (Cuéllar, Guzmán y Pillco, 2021).

A continuación, se presenta la descripción de algunas propiedades fisicoquímicas del Kale, cabe recalcar que estos parámetros pueden variar según varios factores, como la variedad, la madurez y el método de cultivo.

#### **4.4.7.1. Altura y ancho de la hoja.**

La altura y el ancho de la hoja de kale se miden para evaluar la calidad del cultivo, lo que puede ser importante para su comercialización y uso en diferentes aplicaciones. En la industria agrícola, se puede utilizar la altura y el ancho de la hoja de kale para determinar el momento adecuado para la cosecha. Si las hojas son demasiado pequeñas, es posible que no sean comercialmente viables, mientras que las hojas demasiado grandes pueden tener una textura y sabor menos deseables. Para la comercialización de las hojas de kale, estas deben ser cosechadas cuando alcancen un tamaño de 20 – 30 cm de largo (Mora, 2021).

#### **4.4.7.2. Color de la hoja.**

El color de la hoja de kale se mide para evaluar la calidad y el valor nutricional de las hojas de esta planta. El color de las hojas de kale puede variar desde un verde claro hasta un verde oscuro, y a menudo indica el contenido de nutrientes y la frescura de las hojas. En la industria agrícola, la medición del color de la hoja de kale puede ser importante para determinar el momento adecuado para cosechar las hojas (Waterland et al., 2019).

#### **4.4.7.3. Acidez titulable.**

La acidez de los alimentos se debe a los ácidos orgánicos que contienen estos en mayor o menor cantidad, desempeña un papel importante en la calidad de los alimentos. De acuerdo con Alves et al. (2020) la acidez titulable del kale es de 0,026 % de ácido cítrico, lo que le atribuye un sabor ácido o amargo a esta hortaliza. Por el contrario, Martínez et al. (2010) comprobaron que la acidez del kale es de 0.018 % de ácido cítrico por cada 100 g de kale.

#### **4.4.7.4. pH.**

El pH es un indicador importante de acidez o alcalinidad de un alimento, este parámetro puede afectar la calidad y seguridad del alimento. Este indicador puede cambiar en función a la variedad y madurez del cultivo. Según Pereira et al. (2015) determinaron los parámetros de calidad de hortalizas y frutas, entre ellas el kale, donde obtuvieron como resultado que el pH tiene un valor de 5,6. Así mismo, Reyes-Munguía et al. (2017), al determinar las propiedades antioxidantes del kale, midieron también el pH dando como resultado 5,63.

#### **4.4.7.5. Sólidos Solubles.**

El contenido de sólidos solubles son un indicador que sirve para determinar la calidad, madurez y sabor de los alimentos, este parámetro en el kale no es muy alto, ya que su sabor no es predominantemente dulce. De acuerdo con Pereira et al. (2015), el contenido de sólidos

solubles en el kale es de 3,7 °Brix, por el contrario Reyes-Munguía et al. (2017), comprobaron que los sólidos solubles del kale es 8,9 °Brix.

A continuación, se presentan algunos estudios realizados acerca de las propiedades fisicoquímicas en sistemas agroecológicos y convencionales. Estas propiedades permiten que los alimentos sean aceptados comercialmente por el consumidor con un valor justo. Según Campuzano et al. (2010) compararon las propiedades fisicoquímicas (pH, firmeza, acidez, color, entre otros) del cultivo de banano procedente de un sistema agroecológico y un convencional, obteniendo como resultado que no existen diferencias significativas entre estos dos sistemas.

#### **4.4.8. Factores que influyen en la calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas del kale**

La calidad nutricional y las propiedades fisicoquímicas del kale, depende de diversos factores como: condiciones edafoclimáticas, sistema de producción, prácticas agrícolas, riego, manejo agronómico del cultivo y el estado de desarrollo del kale al momento de la cosecha. Un suelo pobre en nutrientes puede limitar el crecimiento de las plantas y disminuir la calidad nutricional del cultivo. Además, un pH demasiado ácido o demasiado alcalino puede impedir la absorción de ciertos nutrientes esenciales, lo que puede afectar negativamente la calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de esta hortaliza. La presencia de contaminantes en el suelo, como metales pesados o pesticidas, pueden ser absorbidos por las plantas y acumularse en sus tejidos, lo que puede afectar la seguridad alimentaria y la salud humana (Núñez et al., 2022).

Las condiciones climáticas pueden tener un efecto significativo en la calidad nutricional de este cultivo, las temperaturas extremas pueden afectar su desarrollo y su calidad nutricional. A temperaturas más altas, el kale puede perder nutrientes importantes, como vitamina C y ácido fólico, debido a la oxidación y la degradación enzimática. Por otro lado, las bajas temperaturas también pueden afectar la calidad nutricional de este cultivo. Por ejemplo, la exposición a temperaturas cercanas al punto de congelación puede dañar la estructura celular del kale, lo que puede afectar su textura y sabor. Además, las bajas temperaturas pueden disminuir la tasa de respiración de esta hortaliza, lo que puede disminuir su capacidad para producir y retener nutrientes (Sangama, 2020). El exceso de agua puede llevar a la pérdida de nutrientes en el suelo, lo que puede hacer que la planta no desarrolle adecuadamente, además, se vuelven más vulnerables a las plagas. Por otro lado, la sequía puede causar un retraso en el crecimiento y hacer que las plagas causen mayores daños. El kale cambia en su composición nutricional y en sus características físicas a medida que maduran (Mora, 2021).

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en dos fases: a) campo: en 3 fincas agroecológicas y 3 fincas convencionales, localizadas en el barrio Amable María ( Figura 1) parroquia el Valle, norte de la ciudad de Loja, entre las coordenadas 3° 57' 31" latitud Sur y 79° 12' 35" longitud Oeste y b) laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja, donde se analizaron las muestras colectadas en campo.

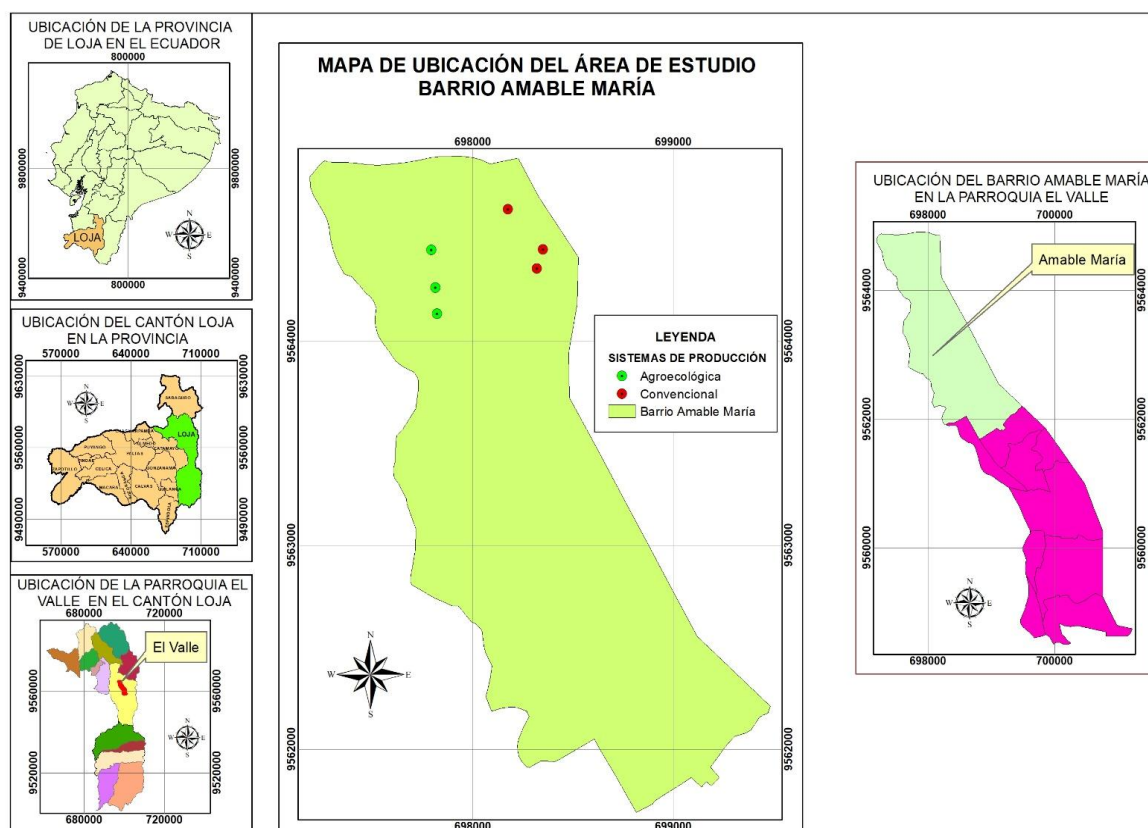


Figura 1 Localización del área de estudio

### 5.2. Materiales

#### 5.2.1. Materiales de laboratorio

Los equipos y materiales utilizados para realizar los ensayos en el laboratorio fueron: equipo Kjeldahl marca VELP Cientifica, equipo extractor de fibra marca Velp Cientifica modelo 6, mufla marca Furnace modelo 1300, estufa marca memmert, colorímetro PCE-CSM, peachímetro, brixometro digital, crisoles de porcelana para la determinación de humedad, crisoles de vidrio para determinación de fibra, desecador, matraz de 500 ml, vasos de precipitación de 100 ml, probeta graduada de 100 ml, balón aforado de 500 ml, pipetas volumétricas de 1 ml, bureta de 50 ml, agitador de vidrio, micropipeta, agitador magnético y envase Daplast enrejado para la recolección del producto y tabla de color Munsell.

### **5.2.2. Reactivos**

Los reactivos utilizados en laboratorio fueron: ácido sulfúrico comercial concentrado (98 %), a 0,255 y 0,1 N, hidróxido de sodio 0,223, N-octanol BDH Reagents y Chemicals, hidróxido de sodio al 30%, ácido sulfúrico 0,1 N, ácido bórico al 4 %, indicador Mortimer: 0,016 % rojo de metilo y 0,083 % de verde bromocresol en etanol, pastillas catalizadoras, acetona anhidra, cloruro de sodio y agua destilada.

### **5.2.3. Insumos**

Los insumos utilizados en esta investigación fueron: 2 kg kale o col rizada por finca, obteniendo un total de 12 kg.

### **5.2.4. Materiales de oficina**

Para la presente investigación se utilizó los siguientes materiales: computadora portátil, encuestas, bloc de notas, esferográficos, etiquetas adhesivas, grabadora, cámara fotográfica, impresora e internet.

## **5.3. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo experimental, utilizando el método deductivo, donde a partir de la colecta del material vegetal en fincas agroecológicas y convencionales se realizó ensayos en laboratorio para determinar la calidad nutricional y las propiedades fisicoquímicas del kale.

También se empleó el método descriptivo que, mediante la observación, sirvió para detallar las características más importantes de las fincas tanto agroecológicas como convencionales, en este caso, las condiciones edafoclimáticas y el manejo agronómico de kale; información que se corroboró mediante las encuestas aplicadas al agricultor. Este método también permitió comparar la calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de kale en un sistema convencional y agroecológico.

Así mismo, se utilizó el método explicativo para describir los efectos de los sistemas de producción (agroecológico y convencional) sobre la calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de kale.

## **5.4. Técnicas para recolección de datos**

Se realizó visitas de campo, con el fin de seleccionar las fincas de estudio, tomando en cuenta criterios de selección. Los criterios de selección fueron: accesibilidad al lugar, la misma zona, clima, cercanía de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales, fincas

donde se encontró la hortaliza en estudio, el mismo estado de madurez y la predisposición de los productores para realizar los análisis. Además, con la finalidad de obtener información sobre el manejo agronómico de kale en los sistemas seleccionados, se aplicaron encuestas a los productores. Así mismo, con el propósito de caracterizar el suelo de cada sistema se recolectaron muestras de este recurso, para luego enviarlas laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para realizar los análisis de materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

#### **5.4.1. Caracterización de las fincas**

Para la caracterización de las fincas se realizó una encuesta tal como se detallada en el Anexo 1. Se tomó en cuenta diferentes aspectos entre ellos: el manejo agronómico del kale, siembra directa o trasplante, riego, fertilización, control de plagas y agroquímicos empleados para el manejo del cultivo. Además, se tomó en cuenta otros parámetros como condiciones edafoclimáticas, coordenadas geográficas, altitud, temperatura, características físicas y químicas de suelo (textura, color, porcentaje de materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo y potasio).

#### **5.5. Obtención del material vegetal**

La obtención de hojas de kale se realizó por muestreo, tomando en cuenta el protocolo establecido por INEN 1750:1994 (2012), el cual consistió en recolectar una muestra compuesta de 2 kg de kale por finca (alrededor de 10 plantas) para llevar al laboratorio y realizar los análisis bromatológicos (Anexo 2). Para la recolección de la muestra, se procedió a escoger las hojas de kale en la etapa de máximo crecimiento que ocurre a los 110 días después del trasplante, además, tomando en cuenta lo descrito por Mora (2021), se consideró que la altura de las hojas estén en un intervalo de 25 a 30 cm de altura y un color verde azulado.

#### **5.6. Diseño experimental**

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 2 tratamientos y 3 bloques, (Tabla 3). La especificación de las unidades experimentales fueron las siguientes:

Número de tratamientos: 2

Numero de bloques (fincas): 3

Número de repeticiones por bloque: 10 plantas de kale

Número de unidades experimentales: 6



Tabla 3. Tratamientos de la investigación

Tratamientos	Repetición	Codificación*
<b>Agroecológica</b>	Finca agroecológica 1	F1A1
	Finca agroecológica 2	F2A2
	Finca agroecológica 3	F3A3
<b>Convencional</b>	Finca convencional 1	F4C1
	Finca convencional 2	F5C2
	Finca convencional 3	F6C3

\*F: Finca; A: Agroecológica; C: Convencional

Modelo matemático del diseño estadístico experimental DBCA.

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$\mu$  = media general.

$\beta_j$  = efecto del  $i$  – ésimo bloque.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error.

Para el proceso estadístico de datos se utilizó el programa Infostat, con una confiabilidad en la estimación del 95% ( $\alpha = 0,05$ ) para establecer el comportamiento del kale, bajo dos sistemas de producción: agroecológico y convencional; para lo cual se utilizó el análisis de varianza ANOVA en cada una de las variables (acidez, grados Brix, pH, altura, ancho y color de la hoja, humedad, ceniza, proteína, fibra, carbohidratos minerales y vitaminas), previo cumplimiento de los supuestos de independencia de errores, normalidad de datos y homogeneidad de varianza. Es importante mencionar que el programa Infostat también sirvió para tabular los datos de las encuestas, aplicando un análisis multivariado de correspondencia para variables cualitativas, en el cual se observa la relación que existe entre ellas, según el porcentaje de inercia (si todos los puntos están cerca del centro del plano cartesiano significa que la inercia es baja, es decir que las categorías son similares, mientras que, si los puntos están más alejados, significa que la inercia es alta y que sus categorías son diferentes).

### 5.7. Metodología para determinar las propiedades fisicoquímicas de kale en dos sistemas: agroecológico y convencional

En base a la determinación del estado de madurez óptimo se procedió a medir la altura, y ancho de la hoja de kale, así como también el color utilizando un colorímetro PCE-CSM, este equipo permite medir el color y proporciona los valores de las coordenadas en el espacio de

color CIE L\* a\* b\*, estos valores se ingresaron en la aplicación color analysis, la cual nos permitió obtener el color de la hortaliza en estudio; seguidamente se determinó las propiedades químicas del kale, como se detallan a continuación.

#### **5.7.1. Determinación de acidez**

Para determinar la acidez se siguió el procedimiento establecido en el método de la AOAC 942.15. Se licuó 100 g de kale y 100 ml agua destilada, luego se llevó a ebullición por 30 min, después se filtró y se colocó la mezcla en un balón de 250 ml y con agua destilada se aforó, por último se tituló con NaOH hasta observar un cambio de color a rosa (AOAC, 2019).

#### **5.7.2. Determinación de grados Brix**

Los grados brix se determinaron con el método AOAC 932.12, para ello se licuó 25 g de kale y 50 ml de agua destilada, luego se filtró en un vaso de precipitación, finalmente se tomó una alícuota y se colocó en el brixometro digital (AOAC, 2019).

#### **5.7.3. Determinación de pH**

El pH se determinó considerando el método AOAC 981.12. Se licuó 25 g de muestra y 50 ml de agua destilada, luego se filtró en un vaso de precipitación y después se midió el pH con un peachímetro digital (AOAC, 2019).

### **5.8. Metodología para valorar la calidad nutricional de kale en sistemas de producción: agroecológico y convencional**

Una vez determinadas las propiedades fisicoquímicas, se procedió a valorar la calidad nutricional de kale, para esto se procedió a aplicar las siguientes metodologías:

#### **5.8.1. Determinación de humedad**

Para determinar humedad se siguió el procedimiento establecido en el método AOAC 934.01, donde se usó el método gravimétrico para encontrar la materia seca parcial, para lo cual se colocó entre 150 y 200 gramos de kale en bolsas de papel y posteriormente someterlas a una temperatura de 65 °C en una estufa durante 24 horas. Después se retiró las muestras, se procedió a triturarlas y guardarlas en un contenedor hermético. A continuación, se calculó la materia seca total pesando 2 gramos de la muestra triturada en crisoles de porcelana, y luego ingresaron a la estufa a una temperatura de 105 °C por 24 horas. Finalmente, se retiraron las muestras de la estufa y se procedió a pesar.

### **5.8.2. Determinación de cenizas**

Las cenizas se determinaron mediante el método AOAC 962.09, para ello inicialmente se determinó el peso de los crisoles de porcelana vacíos, luego se añadió 1 gramo de muestra triturada y se expuso a una temperatura de 550 °C en la mufla. Después de 3 horas, se retiró la muestra y se dejó enfriar en un desecador antes de pesarla (AOAC, 2019).

### **5.8.3. Determinación de proteína**

Para la determinación de proteína se tomó en cuenta el método AOAC 2001.1, y se lo realizó mediante el procedimiento Kjeldahl, el cual involucra 3 fases. La primera es la digestión, que se realiza en presencia de ácido sulfúrico concentrado; la segunda fase es la destilación, que se lleva a cabo en presencia de hidróxido de sodio al 40 % y la tercera fase realiza la valoración mediante el uso de ácido sulfúrico al 0,1 normal (AOAC, 2019).

### **5.8.4. Determinación de fibra**

La fibra se determinó mediante el método AOAC 991.43, el cual, consta de dos fases. En la primera, se etiquetaron y pesaron los crisoles de vidrio, los cuales se llenaron con 1 gramo de muestra triturada y se colocaron en el extractor de fibra. A continuación, se agregaron 150 ml de una solución básica (ácido sulfúrico) y se sometieron a ebullición durante 30 minutos. Después, se lavaron los crisoles para eliminar cualquier residuo de esta solución. En la segunda fase, se agregaron 150 ml de una solución ácida (hidróxido de potasio) y se dejó en ebullición durante 30 minutos, seguido de otro lavado. Finalmente, los crisoles fueron retirados del extractor y se colocaron en una estufa a 105 °C durante 8 horas (AOAC, 2019).

### **5.8.5. Determinación de carbohidratos**

Para determinar los carbohidratos que contiene el kale se utilizó la siguiente fórmula:

$$C = Ms - (Pr + Cz + Gs)$$

donde

**C:** porcentaje de carbohidratos,

**Ms:** porcentaje de materia seca

**Pr:** porcentaje de proteína

**Cz:** porcentaje de cenizas

**Gs:** porcentaje de grasas

### **5.8.6. Determinación de minerales y vitamina C**

Los análisis de minerales como potasio, calcio, hierro y vitamina C se realizaron en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

## 6. Resultados

### 6.1. Caracterización de los sistemas de producción agroecológico y convencional

En la Tabla 4 se presentan los resultados de las características edafoclimáticas de las fincas agroecológicas y convencionales, en esta se observa las coordenadas, altitud, textura y color de suelo.

Tabla 4. Características edafoclimáticas de los sistemas de producción agroecológico y convencional

Sistema de producción	Coordenadas	Altitud m s.n.m.	Temperatura (°C)	Textura suelo	Color suelo
Agroecológica 1	3° 56' 29" S 79° 13' 6" O	2000	18,0	Arcilloso	Gris muy Oscuro
Agroecológica 2	3° 56' 29" S 79° 13' 6" O	2000	18,0	Arcilloso	Marrón grisáceo muy oscuro
Agroecológica 3	3° 56' 29" S 79° 13' 6" O	2000	18,0	Arcilloso	Marrón grisáceo muy oscuro
Convencional 1	3° 56' 21" S 79° 12' 49" O	2017	17,5	Arcilloso	Marrón
Convencional 2	3° 56' 21" S 79° 12' 49" O	2018	17,5	Franco arcilloso	Marrón
Convencional 3	3° 56' 18" S 79° 12' 48" O	2020	17,5	Arcilloso	Marrón

En la Tabla 5 se presentan los resultados de las encuestas aplicadas a los propietarios de los sistemas de producción agroecológico y convencional.

*Tabla 5. Manejo agronómico del kale, en los sistemas de producción agroecológico y convencional*

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
Área de terreno	800	800	800	1900	1000	1500
Análisis de suelo	No	No	No	No	No	No
Tipo de riego	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Goteo	Aspersión	Goteo
Preparación del terreno	Manual	Manual	Manual	Mecanizada	Mecanizada	Mecanizada
Tipo de siembra	Semillero	Semillero	Semillero	Semillero	Semillero	Semillero
Origen de la semilla	Propia	Propia	Propia	Propia	Propia	Propia
Plagas presentes en el cultivo	Pulgón	Pulgón	Pulgón	Pulgón	Pulgón	Pulgón
Insumos para control de plagas	Ceniza	Agua y detergente	Agua y detergente	Bala 55	Bala 55	Bala 55
Frecuencia de este insumo	C/plaga	C/plaga	C/plaga	C/plaga	C/plaga	C/plaga
Insumos para fertilizar o abonar el suelo	Compost y estiércol de vaca, oveja y gallinaza			Cal Gallinaza	Urea Gallinaza	Urea
Frecuencia de fertilizantes o abonos	Cada 2 meses	Cada 2 meses	Cada 2 meses	Cada 3 meses	Cada 6 meses	Cada 6 meses

En la figura 2 se presenta el análisis de correspondencia, para encontrar la relación de las categorías presentes en la encuesta aplicada a propietarios de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales, considerando un 74,72 % de inercia (diferencia que existe entre los sistemas de producción), se puede observar la relación que existe entre los componentes y los sistemas de producción.

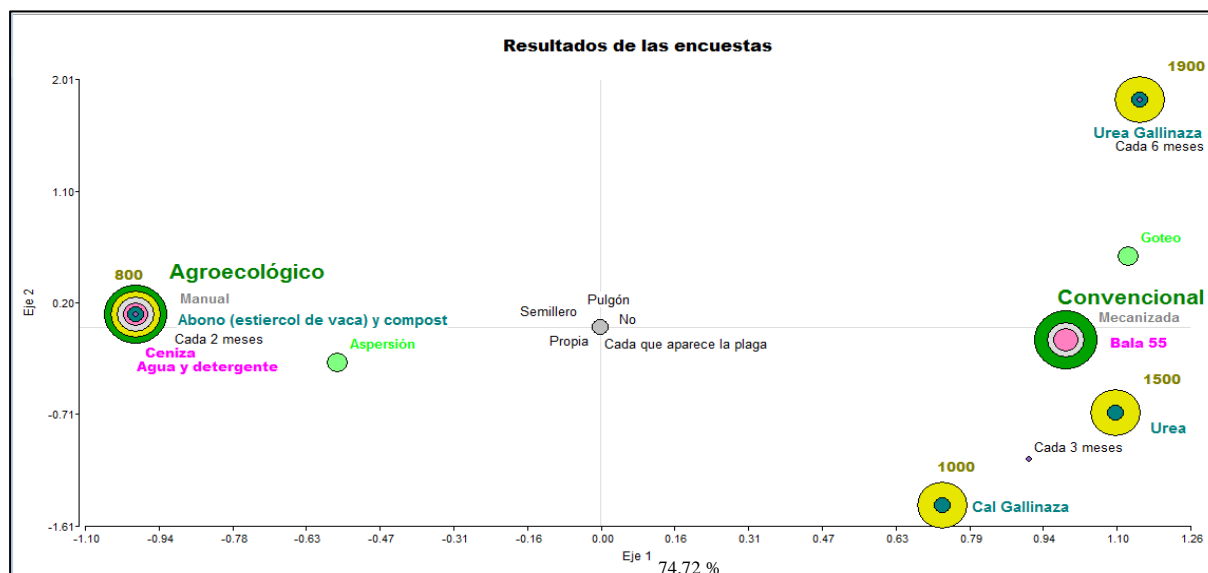


Figura 2. Análisis de correspondencia de la caracterización del manejo agronómico del kale

Como se puede observar en la Tabla 6, se presentan los resultados de los análisis del suelo de los dos sistemas de producción agroecológico y convencional. En esta se puede observar que en la densidad aparente (Da), porosidad total, pH, potasio (K) y magnesio (Mg) no existe diferencias estadísticamente significativas entre estos dos sistemas, mientras que materia orgánica (M.O), capacidad de intercambio catiónico (CIC), nitrógeno (N), fósforo (P) y calcio (Ca), si existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 6. Análisis de suelo de los sistemas de producción agroecológico y convencional

Propiedades fisicoquímicas	Agroecológico	Convencional
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	1,11 a	1,06 a
Porosidad total (%)	57,66 a	54,05 a
Materia orgánica (%)	5,29 a	3,94 b
pH	7,55 a	7,10 a
CIC (meq/100g)	49,83 a	36,61 b
Nitrógeno (ppm)	57,23 a	39,84 b
Fósforo (ppm)	115,79 a	55,91 b
Potasio (meq/100g)	2,25 a	2,07 a
Calcio (meq/100g)	29,91 a	15,69 b
Magnesio (meq/100g)	7,33 a	6,43 a

a-b: Medias con la misma letra, no hay diferencia significativa.

## 6.2. Propiedades fisicoquímicas del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional

En la Tabla 7 se muestra los resultados de las propiedades fisicoquímicas del kale en dos sistemas de producción agroecológica y convencional, en esta se observa que la acidez (0,18 - 0,20), grados brix (4,96 - 5,29), pH (6,0 - 6,17), color (verde azulado), altura (25,85 - 26,21) y ancho (3,89 - 4,02) de las hojas del kale, no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

*Tabla 7. Resultados de las propiedades fisicoquímicas del kale en dos sistemas de producción*

Sistema de Producción	Acidez (%)	Grados Brix (%)	pH	Altura (cm)	Ancho (cm)	Color
Agroecológico	0,20 <b>a</b>	5,29 <b>a</b>	6,17 <b>a</b>	26,21 <b>a</b>	4,02 <b>a</b>	Verde azulado
Convencional	0,18 <b>a</b>	4,96 <b>a</b>	6,00 <b>a</b>	25,85 <b>a</b>	3,89 <b>a</b>	Verde azulado

a-b: Medias con la misma letra, no hay diferencia significativa.

## 6.3. Calidad nutricional del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional

En la Tabla 8 se puede observar que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en función del sistema de producción. De forma que el kale de producción convencional presenta mayor contenido en agua (87,95 %) que las de producción agroecológica (86,29 %). El sistema de producción agroecológica influye significativamente en la fibra, ya que presentó el mayor valor de 1,54 %, mientras que el convencional obtuvo 1,05 %. Así mismo, los carbohidratos dependen del sistema de producción, siendo la agricultura agroecológica donde se alcanzan las mayores concentraciones 5,81 %, mientras que en el convencional obtuvo un valor de 3,92 %. Además, la proteína presentó mayor contenido en el sistema agroecológico (4,62 %) que en el convencional (4,12 %). El contenido de cenizas de las muestras de kale no presenta diferencias estadísticamente significativas para el sistema de producción.

*Tabla 8. Macronutrientes del kale en dos sistemas de producción*

Sistema de producción	Agua (%)	Carbohidratos (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)
Agroecológico	85,29 <b>b</b>	5,81 <b>a</b>	4,62 <b>a</b>	1,54 <b>a</b>	2,71 <b>a</b>
Convencional	87,95 <b>a</b>	3,92 <b>b</b>	4,12 <b>b</b>	1,05 <b>b</b>	2,77 <b>a</b>

a-b: Medias con la misma letra, no hay diferencia significativa.

En la Tabla 9 se observa que el calcio, potasio, hierro y vitamina C, presentaron diferencias estadísticamente significativas entre estos sistemas de producción. El sistema agroecológico fue el que obtuvo la concentración más alta de calcio 375 mg, potasio 256,93 mg, hierro 2,57 mg y vitamina C 111,40 mg, mientras que para los sistemas convencionales presentan valores de 298,7; 203,09; 1,46 y 104,66 mg, para calcio, potasio, hierro y vitamina C, respectivamente.

*Tabla 9. Micronutrientes del kale en dos sistemas de producción*

Sistema de producción	Ca (mg)	K (mg)	Fe (mg)	Vit. C (mg)
Agroecológico	375,56 <b>a</b>	256,93 <b>a</b>	2,57 <b>a</b>	111,40 <b>a</b>
Convencional	298,71 <b>b</b>	203,09 <b>b</b>	1,46 <b>b</b>	104,66 <b>b</b>

a-b: Medias con la misma letra, no hay diferencia significativa.



## 7. Discusión

### 7.1. Caracterización de los sistemas de producción

Los sistemas de producción convencional se encuentran a una altitud entre 2 017 a 2 020 m s.n.m. con una temperatura media de 17,5 °C, cuentan con suelos arcillosos y de color gris muy oscuro a marrón grisáceo muy oscuro, mientras que los sistemas de producción agroecológico están a una altitud de 2 000 m s.n.m., a una temperatura de 18 °C, además, poseen con suelos arcillosos y franco arcilloso de color marrón. Esto coincide con lo descrito por Mnzava y Schippers (2007); Aruquipa, (2021), quienes señalan que altitudes de hasta 2 600 m s.n.m., temperaturas óptimas dentro de un rango de 10 a 25 °C y la presencia de suelos arcillosos se consideran condiciones más favorables para el desarrollo adecuado del cultivo de kale.

Las fincas agroecológicas cuentan con superficies de terreno de 800 m<sup>2</sup> mientras que las convencionales se encuentran en un rango de 1 000 a 1 900 m<sup>2</sup>, esto coincide con lo mencionado por Gliessman (1998); Altieri (1999); Sarandón y Flores (2014), donde señalan que los sistemas de producción convencionales necesitan de gran extensión de terreno para obtener mayor producción. Además, ambos sistemas de producción conservan su propia semilla, y usan semilleros para la siembra, aunque en los sistemas convencionales, la práctica de conservar semillas no es generalizada, los agricultores de estas fincas han optado por conservar sus propias semillas ya que prefieren mantener variedades locales adaptadas a las condiciones específicas de la región y reducir los costos asociados con la compra de semillas comerciales; en contraste, en los sistemas agroecológicos, la conservación de semillas es una práctica establecida y valorada ya que fomenta la autonomía y la soberanía alimentaria, permitiendo a los agricultores tener un mayor control sobre los recursos y reducir la dependencia de las empresas comerciales de semillas (Gliessman, 1998; Altieri, 1999; León, 2010; Sarandón y Flores, 2014). Cabe mencionar que las fincas en estudio no tienen resultados sobre el análisis de suelo, por lo que no se conocen los problemas nutricionales que presenta este recurso.

Los sistemas de producción agroecológicos abonan los suelos con compost o abonos orgánicos (estiércol de vaca, oveja y gallinaza) cada dos meses, preparan el terreno de forma manual, además, utilizan ceniza y agua con detergente para eliminar la plaga (pulgón) presente en el kale. Esto concuerda con León (2010); Herrera et al. (2017); Rosset y Altieri (2017), quienes manifiestan que los sistemas de producción agroecológicos evitan el uso de agroquímicos y labranza mecanizada, con el objetivo de producir alimentos sanos, contribuir a la seguridad alimentaria, conservar el suelo, agua y la biodiversidad. Por el contrario, los sistemas de producción convencionales fertilizan el suelo con urea- gallinaza, o cal-gallinaza

cada 3 o 6 meses y preparan el terreno con motocultor; esto coincide con Chávez y Burbano (2021), quienes manifiestan que los sistemas de producción convencionales utilizan agroquímicos para obtener altos rendimientos a corto plazo, así mismo utilizan mecanización agrícola para preparar el suelo para la siembra y facilitar la incorporación de fertilizantes.

En lo referente al control de plagas, previenen la plaga (pulgón) en el cultivo de kale con el insecticida bala 55, lo que provoca efectos negativos para la salud de los productores y consumidores, pérdida de fertilidad de los suelos, contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, resistencia de plagas, y daño de la microflora y microfauna del suelo, entre otros (Gliessman, 1998; Sarandón y Flores, 2014; Chávez y Burbano, 2021).

El uso de riego por aspersión que emplean las fincas agroecológicas se debe a la facilidad con la que se puede adquirir los equipos y la instalación, además, el riego por aspersión permite una cobertura más amplia en comparación con el riego por goteo, lo que puede ser beneficioso en sistemas agroecológicos donde se busca una mayor diversidad y asociación de cultivos (Sarandón y Flores, 2014). Por otro lado, en las fincas convencionales, se emplea tanto el riego por goteo como el riego por aspersión ya que cuentan con los recursos necesarios para implementar este tipo de riego, cabe recalcar que este método permite una mejor gestión del recurso hídrico y contribuye a la conservación del agua, lo cual es especialmente relevante en sistemas convencionales donde se tiende a aplicar fertirriego (Aguilar y Martínez, 2015).

El análisis de correspondencia permitió evidenciar que el sistema de producción agroecológico tiene una estrecha relación con el uso de ceniza, agua y detergente para combatir la plaga presente en el kale, así como también emplean compost y abonos orgánicos para abonar el suelo, preparan el terreno de forma manual y cuentan con riego por aspersión. Por el contrario, las fincas convencionales utilizan bala 55 para eliminar cualquier tipo de plaga presente en sus cultivos, además, utilizan fertilizantes sintéticos y gallinaza; preparan el terreno con motocultor y usan riego por goteo. Las diferencias de los componentes antes mencionados han sido observados por Gliessman (1998) y Altieri (1999), donde señalan que los sistemas de producción agroecológicos realizan labranza cero y evitan el uso de agroquímicos en sus fincas, mientras que las fincas convencionales emplean maquinaria y el uso intensivo de agroquímicos. En esta figura también se observa un grupo de componentes como el tipo de semilla, semillero, presencia de pulgón, y tiempo de aplicación de insecticida, no se encuentra una dependencia con ninguno de los sistemas de producción debido a que ambos sistemas comparten estos componentes.

Los sistemas de producción agroecológico y convencional presentaron una Densidad aparente (Da) de 1,11 y 1,06 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente; estos resultados se encuentran dentro de los valores reportados por Cáceres (2017) y Taipe (2018) de 1,00 a 1,30 g/cm<sup>3</sup> de Da y mencionan que la Da está determinada por la textura arcillosa del suelo. En estudios similares Rojas et al. (2021) comparó la Da de un suelo agroecológico y un convencional, en la cual, no encontró diferencias estadísticamente significativas, obteniendo como resultado una Da de 1,07 g/cm<sup>3</sup> para ambos sistemas.

Otro de los parámetros evaluados en el suelo fue la porosidad con 57,66 y 54,05 % para los sistemas agroecológico y convencional respectivamente; estos valores se encuentran dentro de los valores de 47 – 63 %, reportados por Reyes-Moreno (2018) y Vergara (2020) y mencionan que estos tipos de suelos son ideales para el desarrollo del cultivo; y consideran que esto se debe a la textura que presentan los dos sistemas, ya que al ser arcillosa tiene la capacidad de retener agua y nutrientes, lo que permite el desarrollo óptimo del cultivo.

En cuanto a la materia orgánica, presentó valores de 5,29 y 3,94 % para el sistema agroecológico y convencional. Resultados similares fueron reportados por López y Alemán (2017), quienes compararon dos tipos de suelos: uno agroecológico y otro convencional. Los resultados mostraron que el suelo agroecológico presentó un contenido de materia orgánica del 4,7%, mientras que el suelo convencional mostró un valor de 2,3%; de acuerdo al análisis realizado las elevadas concentraciones de materia orgánica en los sistemas agroecológicos se deben al manejo del suelo, ya que realizan la rotación de cultivos, el uso de cultivos de cobertura, aplicación de abonos orgánicos (compost, estiércol de vaca, oveja y gallinaza), conservan la biodiversidad, mantienen los macroorganismos en el suelo, quienes ayudan a descomponer los residuos y convertirlos en materia orgánica ( Gliessman, 1998; Altieri, 1999; León, 2010; Sarandón y Flores, 2014). Mientras que los sistemas convencionales tienen una menor cantidad de materia orgánica, debido a dos causas principales: el uso de agroquímicos y la labranza intensiva, que causan reducción de la actividad microbiana del suelo, dañan la estructura, aumentan la erosión y la pérdida de nutrientes; lo que afecta a la capacidad para retener la materia orgánica en el suelo de forma permanente ( Orozco et al., 2016; Florida et al., 2018 y Celis et al., 2020).

El pH de los sistemas agroecológico y convencional presenta valores de 7,55 y 7,10, estos se encuentran en un rango de 6,5 a 7,5 equivalentes a prácticamente neutro. Estos valores coinciden con el trabajo realizado por Robles (2019), quien manifiesta que al comparar un suelo

agroecológico y convencional bajo cultivo de rábano, obtuvo un pH de 7,14 y 7,04 respectivamente. Así mismo, Yandún (2018) realizó el mismo estudio bajo el cultivo de papa, y obtuvo como resultado un pH de 7,3 y 6,61 para sistemas agroecológicos y convencionales,. Este comportamiento se debe a diferentes razones en función del sistema de producción; en el caso de los sistemas agroecológicos aplican compost, que contienen diversidad de residuos, especialmente de cáscara de huevo, la cual según varios estudios aporta carbonato de calcio al suelo, lo que eleva el pH hasta el punto de la neutralidad (Fajardo, 2017; Huanca, 2018; Mora, 2021); mientras que en los convencionales según la Tabla 5 agregan abonos orgánicos y fertilizantes, los cuales pueden tener diferentes efectos sobre el pH del suelo, dependiendo de su composición química, en este caso, se utilizó la cal agrícola, mismo que aumenta el pH del suelo (Osorio, 2012 y Duarte, 2019) .

Los valores de CIC para los sistemas agroecológico y convencional fueron 49,83 y 36,61 meq/100g; estudios similares, fueron reportados por Cruz et al. (2022), quienes obtuvieron resultados de CIC de 48,9 y 30,3 meq/100g, para sistemas agroecológicos y convencionales, respectivamente. Según Estrada y Altieri (2019) consideran que esta diferencia se debe a la elevada cantidad de materia orgánica que tienen los suelos agroecológicos, ya que, al tener carga negativa, atrae a los cationes como calcio, magnesio, potasio y otros nutrientes hacia el suelo; mientras que los sistemas convencionales tienen menor capacidad de retención de estos cationes, debido al uso de agroquímicos, pérdida de materia orgánica y labranza intensiva (Martínez-Aguilar et al., 2020; Hernández y Castellanos, 2022).

En cuanto al nitrógeno, el sistema agroecológico presenta un valor de 57,23 ppm de N, mientras que el nitrógeno en el sistema convencional obtuvo una menor cantidad, esto es 39,84 ppm; esto coincide con Gavilanes (2018), quien al comparar un sistema de producción agroecológica y convencional, presentaron valores de 0,19 y 0,12 % de nitrógeno, respectivamente. Este comportamiento se debe a que el sistema agroecológico presenta una frecuente incorporación de compost y abonos orgánicos (estiércol de vaca, oveja y gallinaza) que contienen compuestos liberadores de nitrógeno al suelo (Sarandón y Flores, 2014); otro de los factores que interviene para incrementar la presencia de este mineral, es la fijación de nitrógeno por leguminosas, que los propietarios del área de estudio cultivan (haba, alfalfa y fréjol), de forma asociada (Gliessman, 1998; Navarro 2013; Estrada y Altieri, 2019); así mismo, este sistema contienen mayor cantidad y variedad de microorganismos que desempeñan un papel importante en el ciclo del nitrógeno, algunas especies pueden descomponer la materia

orgánica y convertirla en formas de nitrógeno que esté disponible para la planta (Sánchez y Reinés, 2001).

Mientras que los sistemas convencionales contienen menor cantidad de N que los agroecológicos, esto se debe, a que aunque agregan urea, esta tiene la desventaja de perderse por lixiviación, desnitrificación y volatilización; además, la pérdida de nitrógeno se ve reflejada por la cantidad de materia orgánica en el suelo como se comentó anteriormente (Morales et al., 2019 y Barreras, 2020).

Los resultados de fósforo, 115,79 y 55,91 ppm para los sistemas agroecológicos y convencionales, respectivamente. Este comportamiento también lo evidenciaron Sarandón y Flores (2014) quienes comprobaron que en sistemas agroecológicos y en condiciones climáticas propias de la región Pampeana – Argentina, se mantuvo niveles de fósforo superiores (51,8 ppm) en relación a los convencionales (11,7 ppm). Y mencionan que estas diferencias se deben a factores que dependen del tipo de sistema de producción. En el caso de los sistemas agroecológicos que muestran elevadas concentraciones de fósforo, se deben a la incorporación al suelo de abonos orgánicos ricos en este mineral (Sarandón y Flores, 2014; Mora, 2021); otras de las razones, es la acumulación de fósforo debido a la baja movilidad de este nutriente en el suelo (Rivero et al., 2020). Por el contrario, los sistemas de producción convencional presentaron menor concentración de fósforo que los agroecológicos, debido al uso de maquinaria agrícola, la labranza intensiva y el uso de agroquímicos, ya que estos alteran la estructura del suelo, reducen la materia orgánica y la actividad biológica, lo que afecta a la capacidad del suelo para retener nutrientes, incluyendo el fósforo (Gliessman, 1998; Mejía et al., 2011; Clavijo, 2013).

Los sistemas agroecológico y convencional presentaron valores de 2,25 y 2,07 meq/100g de potasio, respectivamente. Así mismo, en otras investigaciones muestran resultados similares, por ejemplo Blanco et al. (2023) en condiciones propias de Nicaragua, presentó valores de 1,81 meq/100 g de potasio en el sistema agroecológico mientras que para el convencional 1,60 meq/100 g. Este comportamiento se debe a que los suelos de estos sistemas tienen una textura arcillosa, lo cual según Ramos et al. (2006) y Cáceres (2017), las arcillas son fuente de reserva de potasio. Esto coincide con lo expuesto en la Tabla 4, donde se indica que la textura de los suelos agroecológicos y convencionales es arcillosa.

El contenido de calcio de 29,91 y 15,69 meq/100g en sistemas agroecológicos y convencionales, respectivamente, estas diferencias también las evidencio Fajardo (2017), quien en condiciones climáticas propias de Colombia manifestó que al incorporar los residuos vegetales al suelo incrementó las concentraciones de calcio (11,51 meq/100g). Por otro lado, Mora (2021) comprobó que al aplicar fertilización orgánica al suelo, aumentó el calcio a 41,25 meq/100g. Así mismo, Huanca (2018), en condiciones edafoclimáticas de Perú, comprobó que al agregar 400 % de cáscara de huevo (compost), elevaría un 13,26 meq/100g de calcio al suelo. Según Forero et al. (2010); Aguilar y Martínez (2015) manifiestan que estas diferencias se deben a las prácticas de manejo de los sistemas de producción, ya que los agroecológicos incorporan residuos vegetales, compost y abonos orgánicos al suelo, los cuales contienen alta cantidad de nutrientes y elevadas concentraciones de calcio.

Por el contrario, en sistemas convencionales el contenido de calcio, según Osorio (2012), se debe a la incorporación de cal agrícola a los suelos, esto coincide con los productores de los sistemas convencionales, quienes agregan cal al suelo; aunque al emplear agroquímicos, afectan la actividad de los microorganismos del suelo y reducen la biodiversidad del suelo, lo que disminuye la capacidad del suelo para retener nutrientes como el calcio. En literatura observamos resultados similares, por ejemplo, según Duarte (2019) comprobó que al incrementar cal agrícola a su sistema de producción, elevó los valores de pH y la concentración de calcio en el suelo.

Los sistemas agroecológico y convencional contienen 7,33 y 6,43 meq/100g de magnesio. Estas pequeñas diferencias (estadísticamente no significativas) se debe a que este mineral se encuentra en mayor cantidad en suelos de textura arcillosa (Williams et al., 2017 y Panaifo et al., 2021). Así mismo, según Sánchez y Reinés (2001) mencionan que la actividad biológica que realizan los microorganismos en el suelo hacen posible la concentración y disponibilidad de los nutrientes en el suelo. En estudios similares, Pérez (2019) comparó la cantidad de magnesio de un sistema de producción agroecológico (2,37 meq/100g) y convencional (2,72 meq/100g) y obtuvo como resultados, que no existe diferencia significativa entre los sistemas.

## **7.2. Propiedades fisicoquímicas del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional**

De acuerdo con los análisis realizados no presentan diferencias estadísticamente significativas; es decir, las propiedades fisicoquímicas del kale no se vieron afectadas por el

tipo de sistema de producción; resultados similares fueron reportados por Fontana et al. (2018), quienes observaron un comportamiento similar en el cultivo de lechuga, en condiciones edafoclimáticas propias de Brasil, en diferentes sistemas de producción (orgánico y convencional), donde midieron acidez, grados Brix, pH, color, longitud y ancho de la hoja, los cuales no tuvieron diferencias significativas. Así mismo, según Barrera (2020), al comparar los grados Brix y altura del cultivo de lechuga, proveniente de un sistema agroecológico y convencional, no encontró diferencias estadísticamente significativas. Además, Campuzano et al. (2010) compararon las propiedades fisicoquímicas (pH, firmeza, acidez, color, grados Brix, entre otros) del cultivo de banano procedente de un sistema agroecológico y un convencional, obteniendo como resultado que no existen diferencias significativas entre estos dos sistemas.

Según Martínez et al. (2010); Crecente et al. (2012) y Casajús et al. (2021), este comportamiento se debe a que el kale fue cosechado en la misma zona durante la tarde del mismo día, en condiciones edafoclimáticas similares e igual estado de madurez. Además, como se mencionó en metodología las muestras fueron recolectadas tomando en cuenta, una altura de (25 a 30 cm) y un color (verde azulado) determinados.

### **7.3. Macronutrientes del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional**

Los macronutrientes del kale dependen del sistema de producción del que proviene (agroecológico y convencional), por ejemplo las diferencias de humedad entre estos sistemas se deben a que los cultivos convencionales que se desarrollan con fertilizantes sintéticos, necesitan absorber mayor cantidad de agua que los cultivos agroecológicos (Yu et al., 2018).

Por otro lado, las diferencias encontradas en los carbohidratos se debe a que los sistemas agroecológicos evitan el uso de pesticidas y herbicidas, lo que puede reducir el estrés en las plantas y aumentar su capacidad para producir nutrientes, favoreciendo el proceso de fotosíntesis, durante el cual las plantas utilizan la energía de la luz solar a través de pigmentos llamados clorofila, que se encuentran en los cloroplastos de las células vegetales, para convertir el dióxido de carbono y el agua en carbohidratos, específicamente glucosa (Behr y Wiebe, 1992; Antón, 2018). Mientras que los sistemas convenciones usan agroquímicos, los cuales pueden estresar a las plantas al afectar su metabolismo y sus funciones fisiológicas normales tal como se establece en la investigación de Crawford (2017). Por ejemplo, algunos herbicidas pueden inhibir la fotosíntesis en las plantas, lo que reduce su capacidad para producir energía y crecer

adecuadamente. Del mismo modo, los insecticidas pueden afectar a las enzimas y procesos bioquímicos de las plantas, lo que puede dañar su crecimiento y desarrollo (Ramírez, 2021).

La explicación para las diferencias encontradas en el contenido de fibra entre los sistemas de producción agroecológico y convencional, es muy similar al descrito para los carbohidratos, ya que la fibra es un nutriente que pertenece a este macronutriente. Es decir, los sistemas convencionales como se comentó anteriormente usan pesticidas que ocasionan un estrés en la planta, provocando una disminución en el porcentaje de fibra en las hortalizas, mientras que en los sistemas agroecológicos limitan el uso de pesticidas y en su lugar reactivan sus propios mecanismos de defensa, además utilizan la rotación de cultivos, lo que ayuda incrementar las concentraciones de nutrientes, entre ellos la fibra (Serquén, 2017 y Camino, 2022).

En cuanto a los valores de proteína se atribuyen estas diferencias a las prácticas de manejo propias de cada sistema, por ejemplo, el sistema de producción agroecológico presenta mayor contenido de nitrógeno en el suelo ya que los nutrientes se liberan lentamente, de acuerdo con el requerimiento de la planta; además, utiliza abonos orgánicos que fomentan el incremento y actividad de microorganismos benéficos en el suelo, los cuales favorecen la absorción del nitrógeno por parte de las plantas; tomando en cuenta que este mineral es esencial para la síntesis de proteínas se tiene como resultado que el kale contienen mayores concentraciones de este macronutriente (De Souza-Araújo et al. 2014; Popa et al. 2019). En el caso del sistema convencional como se mencionó anteriormente utiliza fertilizantes nitrogenados, los cuales ofrecen fuentes de nitrógeno en una alta concentración durante poco tiempo, esto favorece la producción de hojas en las plantas; sin embargo, este comportamiento no favorece la absorción completa de este nutriente por parte del cultivo, obteniendo un kale con menor contenido de proteína (Yu et al., 2018; Santos et al., 2020).

Con la finalidad de realizar una comparación de los resultados obtenidos en cuanto al contenido de macronutrientes, a continuación, se exponen algunas investigaciones de otros cultivos, ya que no se ha encontrado en literatura trabajos similares que se relacionen con el kale. Por ejemplo, según De Souza-Araújo et al. (2014) al comparar la calidad nutricional de la lechuga en dos sistemas de producción, obtuvieron como resultados que la lechuga proveniente de un sistema orgánico presentó una humedad de 93,62 % y fibra de 2,90 %, mientras que la lechuga convencional mostró una humedad de 93,84 % y fibra de 2,53 %. Así mismo, según Gąstoł et al. (2011) al comparar el contenido de humedad y proteína en el cultivo de apio,



obtuvieron como resultado que en los sistemas convencionales presentaron una humedad de 88,8 % y una proteína de 0,19 %, mientras que el apio convencional mostró una humedad de 88,0 % y 0,15 de proteína. Además, según Antón (2018), al realizar un estudio comparativo de macronutrientes de un sistema agroecológico y convencional en la lechuga, obtuvo los siguientes resultados para la lechuga agroecológica una humedad de 94,60 %, fibra de 1,90 % y carbohidratos de 12,11 %, mientras que la lechuga convencional mostró valores en cuanto a humedad de 95,35 %, fibra de 1,08 % y carbohidratos de 9,41 %.

#### **7.4. Micronutrientes del kale en dos sistemas de producción agroecológico y convencional.**

Con base a los resultados obtenidos en esta investigación, los micronutrientes se vieron afectados por el sistema de producción, es decir las diferencias encontradas de calcio, potasio, hierro y vitamina C, entre los sistemas agroecológico y convencional, se deben a las prácticas propias de cada sistema, por ejemplo, los sistemas agroecológicos utilizan prácticas que minimizan o eliminan completamente el uso de pesticidas y herbicidas, esto puede tener beneficios importantes en la salud de las plantas, ya que reduce el estrés y les permite producir más nutrientes y vitaminas de forma natural (De Oliveira et al., 2017).

Así mismo, Gliessman (1998); Altieri (1999); Sarandón y Flores (2014) consideran que la cantidad de nutrientes en el cultivo depende de la disponibilidad de minerales en el suelo, además, mencionan que los sistemas agroecológicos emplea diversas técnicas para preservar la fertilidad del suelo, como son: la rotación de cultivos para evitar la disminución de los nutrientes del suelo, asociación de cultivos que se incorporan al suelo para enriquecerlo; y la aplicación de abonos orgánicos (estiércol de animales y residuos de plantas) al suelo. La característica principal de estas prácticas es la incorporación de materia orgánica, la cual mantiene la estructura y provee alimento de forma continua a los microorganismos que se encuentran en el suelo; con estas técnicas, los nutrientes del suelo se liberan gradualmente con el tiempo, lo cual favorece, la absorción y disponibilidad de minerales hacia el cultivo, dando como resultado mayor contenido de estos nutrientes en el kale. Por el contrario, en el sistema convencional existe un uso excesivo de fertilizantes químicos que disminuyen la fertilidad del suelo y comprometen la absorción de los nutrientes por parte de la planta. Como resultado, las plantas fertilizadas con estos químicos se presentan con mayor crecimiento vegetal y menor valor nutricional, además, destruyen la vida en el suelo (Gliessman, 1998; Altieri, 1999; Worthington, 2001; Estrada y Altieri, 2019; Sarandón y Flores, 2014).

Debido a la falta de estudios comparativos entre el kale agroecológico y convencional en cuanto al contenido de micronutrientes, se realizó una comparación con otras investigaciones, en las que han realizado estudios similares, pero con otros cultivos. Por ejemplo, Kapoulas et al. (2017) al comparar el valor nutricional de cebolla verde, concluyó que la cebolla orgánica contenían mayores concentraciones de calcio 2,31 %, potasio 3,73 % y hierro 81,16 ppm; mientras que la cebolla convencional obtuvo valores para calcio de 0,92 %, potasio 2,64 % y hierro 57,97 ppm. Así mismo, Raigón (2018) manifiesta que la lechuga, col y escarola presentaron mayor contenido de potasio y calcio en la producción agroecológica que en la convencional, obteniendo valores superiores a 20 y 30 %, respectivamente. Del mismo modo, De Oliveira et al. (2017), en condiciones climáticas propias de Brasil, estudiaron la influencia del sistema de producción en la vitamina C del maracuyá y obtuvieron como resultado que el maracuyá orgánico, logró mayor contenido de vitamina C (28,72 mg/100 g) en comparación con el convencional (21,81 mg/100g); por otro lado, Domínguez, García y Raigón (2015) comprobaron que los frutos cítricos ecológicos contienen 28 % más vitamina C que los procedentes de la agricultura convencional, este mismo autor, en otros estudios observó que el pimiento verde ecológico contiene valores superiores al 10 % de vitamina C comparado con un convencional (Raigón, 2018).

En base al análisis antes mencionado se determina que el kale agroecológico contiene valores superiores en todos los nutrientes, tal como se detalla a continuación: 48,21 % para carbohidratos, 12,14 % para proteína, 46,67 % en fibra; 25,73; 26,51 y 76,03 % para calcio, potasio y hierro, respectivamente, y, 6,44 % en vitamina C.

## **8. Conclusiones**

Las propiedades fisicoquímicas de kale como acidez, grados Brix, pH, color, altura y ancho de la hoja no presenta diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de producción convencional y agroecológico.

La calidad nutricional del kale fue mayor en el sistema agroecológico que en el convencional, debido a que el cultivo agroecológico presenta valores superiores para macronutrientes entre un 12 a 48 %, mientras que en los minerales aumento entre el 25 y 76 % y 6,44 % para vitamina C.

El sistema agroecológico se caracterizó por presentar un suelo con mayor cantidad de nutrientes (N, P y Ca) y materia orgánica, debido a las prácticas de manejo específicas de este sistema, como el uso de abonos orgánicos y la rotación de cultivos. En contraste, el sistema convencional presentó una concentración menor de nutrientes en el suelo, debido al uso de agroquímicos y a una menor incorporación de materia orgánica a este recurso.

## **9. Recomendaciones**

En futuras investigaciones se sugiere implementar más análisis sobre otro tipo de suelo, bajo otro tipo de clima y el efecto de los pesticidas en la calidad nutricional de los cultivos. Además, se sugiere replicar estos análisis en más fincas agroecológicas y convencionales, ya que este tipo de investigación contribuye a la seguridad alimentaria y al desarrollo sostenible.

Promover la investigación continua en este tema para ampliar el conocimiento sobre los compuestos bioactivos del kale, como carotenoides, flavonoides, carbohidratos prebióticos y compuestos azufrados, que tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias.

En base a la evidencia sobre el alto valor nutricional del kale agroecológico y la creciente demanda de este vegetal en mercados internacionales, se puede recomendar la exploración de oportunidades de exportación de kale desde Ecuador hacia mercados como Estados Unidos. Para ello, se sugiere establecer estrategias de promoción del kale agroecológico, destacando su calidad y sabor, así como la forma sostenible y responsable de producción, ya que cada vez son más los consumidores que buscan la seguridad alimentaria.

## 10. Bibliografía

- Aguilar, F., y Martínez, O. (2015). Bases científicas de la agroecología. LICEAGA, I. Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología.
- Altieri, M. (1999, marzo 17). AGROECOLOGÍA: Bases científicas para una agricultura sustentable. Biodiversidad en América Latina. [https://www.biodiversidadla.org/Documentos/AGROECOLOGIA\\_Bases\\_cientificas\\_para\\_una\\_agricultura\\_sustentable](https://www.biodiversidadla.org/Documentos/AGROECOLOGIA_Bases_cientificas_para_una_agricultura_sustentable)
- Alves, T. N., Echer, M. de M., Coutinho, P. W. R., Júnior, E. K. M., Klosowski, É. S., Sackser, G. A. B., Black, A. V., y Inagaki, A. M. (2020). Efeitos dos consórcios com quiabeiro nas características físico-químicas da couve de folha sob manejo orgânico. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-430>
- Andrade, C. M., y Ayaviri, D. (2018). Demand and Consumption of Organic Products in the Riobamba Cantón, Ecuador. *Información tecnológica*, 29(4), 217-226. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000400217>
- Antón, L. (2018). Estudio comparativo de la composición de macronutrientes y micronutrientes en diferentes tipos de lechugas procedentes de cultivo ecológico y convencional. *Ingeniería del agua*, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>
- AOAC. (2019). Official methods of analysis of AOAC International (21 ed). AOAC International. <http://www.eoma.aoac.org/>
- Armesto, J., Gómez-Limia, L., Carballo, J., y Martínez, S. (2019). Effects of different cooking methods on the antioxidant capacity and flavonoid, organic acid and mineral contents of Galega Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala* cv. *Galega*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(2), 136-149. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1482530>
- Arranz, L. I. (2018). Kale: El superalimento que puede ayudarte a mejorar tu alimentación y salud. Editorial AMAT.
- Arroyo, P., Mazquiarian, L., Rodríguez, P., Valero, T., Ruiz, E., Ávila, J., y Varela, G. (2018). Informe Estado de Situación sobre “Frutas y Hortalizas: Nutrición y Salud en la España del S. XXI”. SEÑ - Sociedad Española de Nutrición. <https://www.sennutricion.org/es/2018/04/26/informe-estado-de-situacin-sobre-frutas-y-hortalizas-nutricin-y-salud-en-la-espaa-del-s-xxi>
- Aruquipa, O. (2021). Comportamiento agronómico de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*) bajo dos frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz en el municipio de el alto.

- Barrera, C. (2020). Concentración de nitratos en lechuga orejona (*Lactuca sativa* L. var. Parris Island) en un cultivo intercalar con hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.).
- Barreras Urbina, C. G. (2020). Diseño e implementación de un sistema de liberación prolongada de urea en un cultivo de trigo. <http://repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/4256>
- Behr, U., y Wiebe, H.-J. (1992). Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. *Scientia Horticulturae*, 49(3-4), 175-179. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(92\)90155-6](https://doi.org/10.1016/0304-4238(92)90155-6)
- Blanco, M. A., Mendieta, B., y Rocha, L. (2023). Asocios de cultivos en camellones prehispánicos y su efecto en las propiedades del suelo. *La Calera*, 23(40). <https://camjol.info/index.php/CALERA/article/download/15917/18805?inline=1>
- Cáceres, H. (2017). Evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en plantaciones de *pinus radiata*, en tres sitios de la región sierra ecuatoriana”. Universidad Técnica del Norte.
- Camino, M. (2022). Análisis comparativo nutricional del tomate (*Solanum lycopersicum*) y mora (*Rubus ulmifolius*) de origen orgánico y agroquímico. Universidad Técnica De Ambato.
- Campuzano, A. M., Cornejo, F., Ruiz, O., y Peralta, E. L. (2010). Efecto del Tipo de Producción de Banano Cavendish en su Comportamiento Poscosecha. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 23(2), Article 2. <http://200.10.150.204/index.php/tecnologica/article/view/54>
- Casajús, V., Perini, M., Ramos, R., Lourenco, A. B., Salinas, C., Sánchez, E., Fanello, D., Civello, P., Frezza, D., y Martínez, G. (2021). Harvesting at the end of the day extends postharvest life of kale (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*). *Scientia Horticulturae*, 276, 109757. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109757>
- Casas, A., y Moreno, A. (2015, febrero 10). Seguridad alimentaria y cambio climático en América Latina. *Biodiversidad en América Latina*, 30(4). [https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Revista\\_LEISA\\_Nutricion\\_y\\_agricultura\\_familiar\\_-\\_Volumen\\_30\\_numero\\_4](https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Revista_LEISA_Nutricion_y_agricultura_familiar_-_Volumen_30_numero_4)
- Celis Tarazona, R., Florida, N., y Rengifo Rojas, A. (2020). Impacto sobre indicadores físicos y químicos del suelo con manejo convencional de coca y cacao. *Revista Ciencia UNEMI*, 13(33), 1-9.
- Chávez Caiza, J. P., y Burbano Rodríguez, R. T. (2021). Cambio climático y sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro

- Moncayo. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 29, 149-166. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.29.2021.4751>
- Clavijo, N. (2013). *Entre la agricultura convencional y la agroecológica. El caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el Municipio de Silvania. Pontificia Universidad Javeriana.*
- Crecente-Campo, J., Nunes-Damaceno, M., Romero-Rodríguez, M. A., y Vázquez-Odériz, M. L. (2012). Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria×ananassa* Duch, cv Selva). *Journal of Food Composition and Analysis*, 28(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.07.004>
- Cruz, J. E. M. de la, Mendoza, M. de las N. R., Cué, J. L. G., Escudero, J. S., y Rueda, J. Á. T. (2022). Impacto del manejo de agroecosistemas cafetaleros en la calidad del suelo en las cuatro estaciones del año en Tlapacoyan, Veracruz. *CIENCIA ergo-sum*, 29(2), Article 2. <https://doi.org/10.30878/ces.v29n2a8>
- Cuellar, J., Guzmán Loayza, D., y Pillco, C. (2021). Composición físico química y análisis proximal del fruto de sofaique *Geoffroea decorticans* (Hook. Et Arn.) procedente de la región Ica-Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(1), 14-25. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.319>
- De Oliveira, A. B., De Almeida Lopes, M. M., Moura, C. F. H., De Siqueira Oliveira, L., De Souza, K. O., Filho, E. G., Urban, L., y De Miranda, M. R. A. (2017). Effects of organic vs. Conventional farming systems on quality and antioxidant metabolism of passion fruit during maturation. *Scientia Horticulturae*, 222, 84-89. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.021>
- De Souza Araújo, D. F., Da Silva, A. M. R. B., De Andrade Lima, L. L., Da Silva Vasconcelos, M. A., Andrade, S. A. C., y Asfora Sarubbo, L. (2014). The concentration of minerals and physicochemical contaminants in conventional and organic vegetables. *Food Control*, 44, 242-248. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.04.005>
- Domínguez, A., García, M., y Raigón, M. (2015). La calidad de los frutos cítricos de producción ecológica. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/56245>
- Duarte, A. D. (2019). *Producción de maíz – soja y alteraciones de parámetros químicos del suelo por aplicación de yeso con cal agrícola [Maestría]. Universidad Nacional de Asunción.*
- Estrada, C., y Altieri, M. (2019). *Caminos para la amplificación de la Agroecología.*

- Fajardo, M. (2017). Sistemas de producción indígenas en suelos degradados: Caso San Sebastián y sus chagras (Leticia, Amazonas).
- Florida, N., López, C., y Pocomucha, V. (2018). Efecto del herbicida paraquat y glifosato en propiedades del suelo que condicionan el desarrollo de bacterias y fungi. *RevIA*, 2(1-2), Article 1-2. <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/100>
- Fontana, L., Rossi, C. A., Hubinger, S. Z., Ferreira, M. D., Spoto, M. H. F., Sala, F. C., y Verruma-Bernardi, M. R. (2018). Physicochemical characterization and sensory evaluation of lettuce cultivated in three growing systems. *Horticultura Brasileira*, 36(1), 20-26. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180104>
- Forero, A., Escobar, H., Medina, A., y Monsalve, O. (2010). Uso de materiales orgánicos en el manejo del suelo en cultivos de hortalizas (1.<sup>a</sup> ed.).
- García-Mogollón, C., Alvis-Bermúdez, A., y Dussán-Sarria, S. (2017). Validación del Método de Microondas para Determinar Humedad en Ñame Espino (*Dioscorea rotundata* Poir). *Información tecnológica*, 28(2), 87-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000200010>
- Gąstoł, M., Domagała-Świątkiewicz, I., y Krośniak, M. (2011). Organic versus conventional – a comparative study on quality and nutritional value of fruit and vegetable juices. *Biological Agriculture & Horticulture*, 27(3-4), 310-319. <https://doi.org/10.1080/01448765.2011.648726>
- Gavilanes Morales, D. E. (2018). Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica de la zanahoria (*Daucus carota*) en las juntas parroquiales «La Esperanza» y «Tabacundo», cantón Pedro Moncayo. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15291>
- Gliessman, S. R. (1998). *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Ann Arbor Press.
- Hernández, B., y Castellanos González, L. (2022). Caracterización agroquímica del suelo de 15 fincas con proyección hacia la transformación agroecológica, en el municipio santa maría, Boyacá. *RIAA*, 13(1), 1.
- Herrera-Pérez, L., Valtierra-Pacheco, E., Ocampo-Fletes, I., Tornero-Campante, M. A., Hernández-Plascencia, J. A., Rodríguez-Macías, R (2017). Prácticas agroecológicas en Agave tequilana Weber bajo dos sistemas de cultivo en Tequila, Jalisco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(SPE18), 3711-3724. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i18.216>



- Hilaquita, R. (2018). Evaluación de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*) bajo niveles de abonamiento foliar orgánico aeróbico: Rosa Hilaquita Ticona. *Apthapi*, 4(1), 935-946.
- Huanca, A. F. (2018). Uso de la cáscara de huevo molida como material encalante en suelos ácidos del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- INEN 1750:1994. (2012). Hortalizas y frutas frescas. Muestreo (Norma técnica Ecuatoriana).
- Kapoulas, N., Koukounaras, A., y Ilić, Z. S. (2017). Nutritional quality of lettuce and onion as companion plants from organic and conventional production in north Greece. *Scientia Horticulturae*, 219, 310-318. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.027>
- Kapusta, J., Florkiewicz, A., Leszczyńska, T., y Borczak, B. (2021). Directions of Changes in the Content of Selected Macro- and Micronutrients of Kale, Rutabaga, Green and Purple Cauliflower Due to Hydrothermal Treatment. *Applied Sciences*, 11(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/app11083452>
- Kavitha, V., y Chandran, K. (2017). Organic farming in conserving bio diversity in India-A review. *Agricultural Reviews*, 38(04). <https://doi.org/10.18805/ag.R-1709>
- Kim, S. Y. (2017). Production of Fermented Kale Juices with *Lactobacillus* Strains and Nutritional Composition. *Preventive Nutrition and Food Science*, 22(3), 231-236. <https://doi.org/10.3746/pnf.2017.22.3.231>
- Landini, F., Beramendi, M., Vargas, G. L. (2019). Uso y manejo de agroquímicos en agricultores familiares y trabajadores rurales de cinco provincias argentinas. *Revista Argentina de Salud Pública*, 10(38), 22-28.
- León, T. (2010). Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción.
- Martínez, S., Olmos, I., Carballo, J., y Franco, I. (2010). Quality parameters of *Brassica* spp. Grown in northwest Spain. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(4), 776-783. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02198.x>
- Martínez Velaz, Ó. (2021). Recuperación de la fracción proteica de residuos agroalimentarios. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/47270>
- Martínez-Aguilar, F. B., Guevara-Hernández, F., Aguilar-Jiménez, C. E., Rodríguez-Larramendi, L. A., Reyes-Sosa, M. B., O-Arias, M. A. L. (2020). Caracterización físico-química y biológica del suelo cultivado con maíz en sistemas convencional, agroecológico y mixto en la Frailesca, Chiapas. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 871-881. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.793>
- Martínez-Centeno, A. L., y Sobalvarro, K. K. H. (2018). La revolución verde. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 4(8), Article 8. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6717>

- Mejía Umaña, D. M., ángel Sánchez, D. I., y Menjivar Flores, J. C. (2011). Fracciones de fósforo en suelos del Valle del Cauca con diferentes sistemas de cultivo de café. *Acta Agronómica*, 60(3), 263-272.
- Mladěnka, P., Macáková, K., Kujovská Krčmová, L., Javorská, L., Mrštná, K., Carazo, A., Protti, M., Remião, F., Nováková, L., y Collaborators, the O. researchers and. (2022). Vitamin K – sources, physiological role, kinetics, deficiency, detection, therapeutic use, and toxicity. *Nutrition Reviews*, 80(4), 677-698. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab061>
- Mnzava, NA, y Schippers, RR,. (2007). Col Rizado Etiope. ECHOcommunity. <https://www.echocommunity.org/resources/91bd34ff-09dd-4f8e-85f3-9b63802ab3a5>
- Mora Bautista, M. A. (2021). Desarrollo y producción de Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala* auct.) en campo. [Tesis Doctoral]. Institución De Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., Morales-Rosales. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1875-1886. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>
- Navarro, G. (2013). Química agrícola: Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas (Vol. 3). <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484766568/quimica-agricola--quimica-del-suelo-y-de-los-nutrientes-esenciales-para-las-plantas>
- Nuñez, K., Castellano, G., Sindoni, M., y Ramirez, R. (2022). INIA Divulga 28 mayo -agosto 2014.
- Orozco Corral, A. L., Valverde Flores, M. I., Martínez Téllez, R., Chávez Bustillos, C., y Benavides Hernández, R. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 441-456.
- Osorio, N. (2012). ¿Cómo determinar los requerimientos de cal del suelo? 1(5).
- Panaifo-Gómez, C., Ñique-Álvarez, M., y Levano-Crisóstomo, J. (2021). Calidad y uso sustentable del suelo en el Valle del Monzón, Huánuco – Perú. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 3(5), Article 5. <https://doi.org/10.38186/difcie.35.02>
- Pereira, E. M., Santos, Y. M. G. dos, Filho, M. T. L., Fragoso, S. P., y Pereira, B. B. M. (2015). Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças cultivadas de forma orgânica. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3441>

- Pérez, E. (2019). Comparativo de dos sistemas de producción agrícola (agroecológica y convencional). En comunidades campesinas de Poques y Lamay QOSQO, Distrito Lamay – Calca – Cusco.
- Popa, M. E., Mitelut, A. C., Popa, E. E., Stan, A., y Popa, V. I. (2019). Organic foods contribution to nutritional quality and value. *Trends in Food Science & Technology*, 84, 15-18. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.003>
- Prade, T., Muneer, F., Berndtsson, E., Nynäs, A.-L., Svensson, S.-E., Newson, W. R., y Johansson, E. (2021). Protein fractionation of broccoli (*Brassica oleracea*, var. *Italica*) and kale (*Brassica oleracea*, var. *Sabellica*) residual leaves—A pre-feasibility assessment and evaluation of fraction phenol and fibre content. *Food and Bioproducts Processing*, 130, 229-243. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2021.10.004>
- Raigón, M. (2018). Calidad del alimento ecológico Sociedad Española de Agricultura Ecológica Agroecología. <https://docplayer.es/183208656-Calidad-calidad-del-alimento-ecologico-sociedad-espanola-de-agricultura-ecologica-agroecologia.html>
- Ramírez, F. (2021). El herbicida glifosato y sus alternativas.
- Ramos, A., Durango, J., Grandett, G., Díaz, B., y Barrera, J. L. (2006). Evaluación de las diferentes formas de potasio en suelos de la zona platanera de Córdoba (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 24(2), 334-339.
- Reyes Moreno, G. (2018). Aprovechamiento de residuos forestales en forma de biocarbón como alternativa agroecológica para la producción de madera de calidad de *Acacia mangium* Willd.
- Reyes-Munguía, A., Rojas-Trejo, L., Campos-Montiel, R., Quintero-Lira, A., y Carrillo-Inungaray, M. (2017). Propiedades antioxidantes del extracto acuoso de *Brassica oleracea* var. *Sabellica*. <https://docplayer.es/88643933-Propiedades-antioxidantes-del-extracto-acuoso-de-brassica-oleracea-var-sabellica.html>
- Rivero-Herrada, M., Gutiérrez-Rivero, E., Granados-Rivas, Y. E., Varas-Maenza, C. C. (2020). Influencia de diferentes sistemas agroecológicos en los indicadores químicos de un suelo cultivado de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(4), 735-743. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.558>
- Robles Cuesta, P. G. (2019). Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica del rábano (*Raphanus Sativus*) en el cantón Cayambe. [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17004>

- Rodríguez, V., y Zumba, D. (2021). Influencia de tres variedades de col (*Brassica oleracea*) en la elaboración de chucrut—Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8266825>
- Rojas, J. M., Schahovskoy, N., Toledo, M., Rojas, J. M., Schahovskoy, N., y Toledo, M. (2021). Relación entre percepción y cuantificación de calidad de los suelos en huertas de Chaco (Argentina). *Ciencia del suelo*, 39(2), 130-145.
- Rosset, P., y Altieri, M. (2017a). *Agroecology: Science and Politics. Agrarian Change & peasant Studies*. [https://www.academia.edu/40594014/Agroecology\\_Science\\_and\\_Politics](https://www.academia.edu/40594014/Agroecology_Science_and_Politics)
- Šamec, D., Urlič, B., y Salopek-Sondi, B. (2019). Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) as a superfood: Review of the scientific evidence behind the statement. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(15), 2411-2422. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1454400>
- Sánchez, S., y Reinés, M. (2001). Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. 24(3).
- Sangama Sangama, C. (2020). Aplicación de tres dosis de cuyasa en el rendimiento del cultivo de col crespita (*Brassica oleracea* L.), variedad Savoy Perfection, en el distrito de Lamas. Repositorio - UNSM. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4035>
- Sanlier, N., y Guler, M. (2018). The Benefits of Brassica Vegetables on Human Health. *J Human Health.*, 1, 1: 104.
- Santos, A. P. dos, Sousa, C. da S., Santos, Í. P. de O., Jesus, J. C. de, y Souza, F. M. de. (2020). Qualidade de plantas de alface produzidas sob sistema agroecológico e convencional. En R. J. de Oliveira, *Agricultura Em Foco: Tópicos em Manejo, Fertilidade do Solo e Impactos Ambientais—Volume 3* (1.<sup>a</sup> ed., pp. 106-124). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.37885/200800871>
- Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/37280>
- Satheesh, N., y Workneh Fanta, S. (2020). Kale: Review on nutritional composition, bio-active compounds, anti-nutritional factors, health beneficial properties and value-added products. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1811048. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1811048>

- Serquén Guevara, M. V. (2017). Calidad de *Lactuca sativa* L. producida en cultivo hidropónico Nutrient Film Technique en el vivero de la Universidad Cesar Vallejo—Chiclayo, 2015. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10895>
- Szutowska, J., Rybicka, I., Pawlak-Lemańska, K., y Gwiazdowska, D. (2020). Spontaneously fermented curly kale juice: Microbiological quality, nutritional composition, antioxidant, and antimicrobial properties. *Journal of Food Science*, 85(4), 1248-1255. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15080>
- Taipe Velasco, C. M. (2018). Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica del tomate en las juntas parroquiales «La Esperanza» y «Tabacundo», cantón Pedro Moncayo. Universidad Politecnica Salesiana sede Quito.
- Thavarajah, D., Siva, N., Johnson, N., McGee, R., y Thavarajah, P. (2019). Effect of cover crops on the yield and nutrient concentration of organic kale (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala*). *Scientific Reports*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46847-9>
- Vallejo Amaya, J. E. (2013). Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio-económica de la región interandina. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2037>
- Vergara, A. F. (2020). Manejo sociocultural con base en saberes tradicionales y su efecto en el suelo de agroecosistemas de Guacarí, Valle del Cauca.
- Vieira, C., da Silva, M., Simões, M., Rodrigues, G., Albuquerque, T., Ramalho, R., y Pereira, P. (2021). Effect of different cooking methods on the content of total vitamin C, ascorbic acid and dehydroascorbic acid of the galega kale. *Annals of Medicine*, 53(sup1), S105-S106. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1896080>
- Vilcanqui-Pérez, F., y Vílchez-Perales, C. (2017). Fibra dietaria: Nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(2), 146-156.
- Vitón, R., García, G., Soares, Y., Castillo, A., y Soto, A. (2017). AgroTech: Innovaciones que no sabías que eran de América Latina y el Caribe. <https://publications.iadb.org/es/agrotech-innovaciones-que-no-sabias-que-eran-de-america-latina-y-el-caribe>
- Waterland, N. L., Moon, Y., Tou, J. C., Kim, M. J., Pena-Yewtukhiw, E. M., y Park, S. (2017). Mineral Content Differs among Microgreen, Baby Leaf, and Adult Stages in Three

- Cultivars of Kale. *HortScience*, 52(4), 566-571.  
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI11499-16>
- Waterland, N. L., Moon, Y., Tou, J. C., Kopsell, D. A., Kim, M. J., y Park, S. (2019). Differences in Leaf Color and Stage of Development at Harvest Influenced Phytochemical Content in Three Cultivars of Kale (*Brassica oleracea* L. and *B. napus*). *Journal of Agricultural Science*, 11(3), 14. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n3p14>
- Williams, F. W., Herrera, J. S., y Suárez, E. C. (2017). Suelos de la finca SNAKY-URACCAN Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Ciencia e Interculturalidad*, 21(2), Article 2.
- Worthington, V. (2001). Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 7(2), 161-173. <https://doi.org/10.1089/107555301750164244>
- Yandún Chida, N. C. (2018). Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica de la papa (*Solanum tuberosum*) en las juntas parroquiales “La Esperanza”, y “Tabacundo”, Cantón Pedro Moncayo [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15246>
- Yu, X., Guo, L., Jiang, G., Song, Y., y Muminov, M. A. (2018). Advances of organic products over conventional productions with respect to nutritional quality and food security. *Acta Ecologica Sinica*, 38(1), 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.01.009>

## 11. Anexo

### Anexo 1 Encuesta

#### Encuesta

Mi nombre es *Gema Palacios*. Soy estudiante Universidad Nacional de Loja, y me encuentro realizando el proyecto de investigación que es la Calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de *kale* en dos sistemas de producción: agroecológico y convencional para esto es necesario obtener información de primera mano referente a al manejo agronómico de *kale*. En este sentido, estoy realizando una encuesta, a modo de entrevista, a los propietarios de las fincas agroecológicas y convencionales que me puedan proporcionar dicha información, por lo cual le estaría muy agradecida si usted acepta participar en esta encuesta. La información que proporcione será confidencial y solo se usará para los fines del proyecto.

¿Acepta participar en esta entrevista?

Sí ( ) No ( )

Nombre del encuestado:.....

Encuesta N°: \_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora de Inicio: \_\_\_\_\_ Hora de Finalización: \_\_\_\_

#### 1. Información general del sitio

1.1. Lugar (Sector específico):

1.2. Finca (Nombre):

1.3. Área de terreno

#### 2. Actividades productivas

2.1. ¿A realizado análisis de suelo Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí hace cuánto tiempo.....

2.2. ¿Cómo prepara el terreno antes de la siembra?

Mecanizada ( ) Tracción animal ( ) Manual ( )

2.3. ¿Cómo realiza la siembra?

Siembra directa ( ) Semillero ( )

2.4. Origen de la semilla que utiliza

Propia ( ) De otro agricultor ( ) Casa comercial ( )

Especifique.....

2.4.1. ¿Que tiempo la tiene almacenada

6 meses ( ) 1 año ( ) Más de un año ( )

2.5. Fertiliza su cultivo Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí

2.5.1. ¿Cuántas fertilizaciones realiza por ciclo de siembra?

Una vez ( ) Dos veces ( ) Tres veces o más ( )

2.5.2. ¿Qué insumos utiliza?

Agroquímicos ( ) Abonos orgánicos ( )

2.6. Cuenta con riego Sí ( ) No ( )

Si su respuesta es sí

Riego por goteo ( ) Aspersión ( ) Otro ( )

2.7. Las plagas más comunes en el *kale*

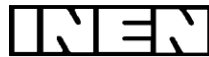
Pulgón ( ) Polilla ( ) Otro ( )

2.7.1. ¿Que productos químicos utiliza para las plagas

.....

2.8. Realiza asociación de cultivos Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí cuales son los cultivos que asocia.....|



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1750:1994**

---

---

**FECHA DE CONFIRMACIÓN: 2012-09-28**

**HORTALIZAS Y FRUTAS FRESCAS. MUESTREO**

**Primera Edición**

**FRESH FRUITS AND VEGETABLES. SAMPLING.**

**First Edition**

---

**DESCRIPTORES:** Alimentos, hortalizas, frutas, muestreo.

**AL 02.01-202**

**CDU:**

**634.18:635.**

**11 CIU:**

**1.110**



<b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b>	<b>HORTALIZAS Y FRUTAS FRESCAS MUESTREO</b>	<b>INEN 1 750 1994 -09</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el procedimiento para tomar muestras en hortalizas y frutas frescas.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. TERMINOLOGIA</b></p> <p><b>2.1 Partida.</b> Cantidad de hortalizas y/o frutas frescas expedidas o transportadas en una sola vez, o envío determinado por un contrato particular o documento de embarque, y puede estar compuesto por uno o varios lotes.</p> <p><b>2.2 Lote.</b> Cantidad definida de la partida, que se presume tiene las mismas características uniformes (la misma variedad, el grado de madurez, frescura, un mismo tipo o tamaño, calibre, empaque o embalaje), mediante el cual permite estimar la calidad y se somete a inspección como un conjunto unitario.</p> <p><b>2.3 Calidad.</b> Conjunto de factores o características de las hortalizas y/o frutas frescas, que pueden evaluarse por medios sensoriales o ensayos físicos, en los que se consideran: color, olor, sabor, aroma, textura, defectos, tamaño, apariencia, masa (peso), siempre que se indique como requisitos de calidad en las normas respectivas.</p> <p><b>2.4 Inspección.</b> Proceso por el cual se mide, examina, ensaya o compara un envase, unidad o producto, con los requisitos de una norma.</p> <p><b>2.5 Muestra.</b> Grupo de unidades extraídas de un lote, que sirva para obtener la información necesaria que permita apreciar una o más características del lote, lo cual servirá de base para tomar una decisión sobre dicho lote o sobre el proceso que lo produjo.</p> <p><b>2.6 Muestra elemental.</b> Pequeña cantidad de hortalizas y/o frutas frescas, tomadas de un punto o posición a diferentes ubicaciones en el lote.</p> <p><b>2.7 Muestra global.</b> Cantidad de hortalizas y/o frutas frescas formada por el conjunto y mezcla de muestras elementales.</p> <p><b>2.8 Muestra reducida.</b> Cantidad de hortalizas y/o frutas frescas, obtenida por reducción de la muestra global y que es representativa del lote.</p> <p><b>2.9 Muestra para análisis.</b> Cantidad de hortalizas y/o frutas frescas, representativa de la muestra global o de la muestra reducida, que se destina para el examen en laboratorio, a fin de realizar los análisis pertinentes.</p> <p><b>2.10 Muestreo al azar.</b> La primera condición que se requiere para efectuar este muestreo, es la de disponer de una tabla de números al azar, es decir: de una secuencia de números entre cero a nueve, tomados al azar, la misma que debe estar debidamente controlada.</p> <p><b>2.11 Defecto.</b> Es el no cumplimiento con solo uno de los requisitos específicos para una unidad.</p> <p><b>2.12 Unidad defectuosa.</b> Es la unidad que tiene uno o más defectos.</p> <p><b>2.13 Porcentaje defectuoso.</b> Cantidad de unidades inspeccionadas que resulta multiplicando por ciento, el coeficiente entre la cantidad de unidades defectuosas y la cantidad de unidades inspeccionadas.</p> <p>El porcentaje de productos defectuosos se calcula mediante la ecuación siguiente:</p>		

$$\% \text{ de defectos} = \frac{\text{cantidad de defectos}}{\text{cantidad inspeccionada}} * 100$$

El resultado indica si el producto o lote está dentro de los rangos indicados en las tablas de tolerancia correspondientes.

**2.14 Nivel de calidad (AQL). Porcentaje de defectuosos máximo o el número mayor de defectos en 100 unidades, que debe tener el producto para que el plan de muestreo dé por resultado la aceptación de la mayoría de los lotes sometidos a inspección.**

**2.15 Otros términos relacionados con esta norma se encuentran definidos en la Norma INEN 255.**

## **2. DISPOSICIONES GENERALES**

**3.1** La toma de muestra representativa del lote de las hortalizas y/o frutas frescas, la efectuarán inspectores designados por compradores y vendedores, debiendo llevarse a cabo en el sitio de cosecha, ya para efectuar un examen de rutina en cualquier etapa de su manejo, después del corte, o para determinar en el laboratorio las características especiales del mismo.

**3.2** La toma de muestras de las hortalizas y frutas frescas debe realizarse al azar, aunque, a veces, para descubrir la presencia de una variedad diferente o de una anomalía de cualquier tipo, debe efectuarse un muestreo selectivo y no al azar. Por lo tanto, antes de empezar el muestreo, debe establecerse qué características son las que van a examinar.

**3.3** La toma de muestras debe efectuarse en tal forma que las muestras elementales representen todas las características del lote. Luego de separar las porciones dañadas del lote contenido en envases, embalajes, cajas, sacos, fundas, etc., deben extraerse muestras separadas de las porciones buenas y de las dañadas.

**3.4** La toma de muestras debe efectuarse en tal forma que las muestras obtenidas, los recipientes que las contengan y los aparatos usados en la extracción, estén protegidos contra cualquier tipo de contaminaciones.

**3.5** Tan pronto se realice el muestreo sobre la muestra global o sobre la muestra reducida, éste debe almacenarse y transportarse en condiciones tales que se eviten cambios en el producto.

## **3. PROCEDIMIENTO**

**4.1** Preparación del lote para muestreo. El lote para muestreo debe prepararse de tal forma que las muestras puedan tomarse sin impedimentos ni atrasos. Las muestras deben extraerse por las partes interesadas o una autoridad competente.

**4.1.1** Cada lote debe muestrearse separadamente; en casos de que el lote presente daños debidos al transporte, las porciones dañadas del lote deben aislarse y muestrearse separadamente de las porciones no dañadas. Igualmente, si la partida no es considerada por el destinatario como uniforme, ésta debe dividirse en lotes homogéneos y muestrearse por separado, previo acuerdo entre comprador y vendedor.

**4.2** Toma de muestras elementales. Las muestras elementales deben tomarse al azar, de diferentes puntos y a diferentes niveles del lote.

**4.2.1** *Productos envasados* o empacados. Para productos envasados o empacados, (cajas de madera, cajas de cartón, sacos o costales, fundas, etc.), las muestras deben extraerse al azar, de acuerdo a lo señalado en la tabla 1.

Tabla 1. Determinación del tamaño de muestras para productos envasados o empacados.

Número de cajas, sacos fundas, etc., de características similares en el lote		Número de cajas, sacos, fundas, etc., a extraerse, constituyendo cada una; una muestra elemental
	hasta 50	3
51	90	5
91	150	8
151	280	13
281	500	20
501	1 200	32 (mínimo)

**4.3** Ensayos preliminares. Sobre la muestra global o sobre la muestra reducida se llevan a cabo ensayos preliminares tan pronto como sea posible, después de efectuado el muestreo, para evitar cualquier cambio en las características que van a examinarse.

**4.4** Muestra de laboratorio para ensayos. El tamaño de la muestra de laboratorio depende de los ensayos que van a efectuarse, los mismos que deben especificarse en el contrato entre comprador y vendedor, y estar de acuerdo con los requisitos mínimos requeridos, como se anota en la tabla 2.

Tabla 2

TAMAÑOS Y FORMAS	NOMBRE		TAMAÑO MINIMO DE CADA MUESTRA PARA ENSAYO
	VULGAR	CIENTIFICO	
Hortalizas Medianas	Tomate Riñon	Familia: Solanacea Género: Lycopersicum Especie: Esculentum Mill	2 kg
	Pepinillo o cohombro	Familia: Curbitaceae, Género: Cucumis Especie: Saltivus L.	"
	Acelga	Familia: Chenopodiáceae Género: Beta Especie: Vulgaris L.	"
	Rábano	Familia: Cruciferae (Brassicaceae) Género: Raphanus, Especie: Sativus L.	"
	Nabo	Familia: Crucíferae; (Brassicaceae) Género: Brassica Especie: Napus L.	"
	Mel loco	Familia: Baselláceae, Género: Ullucus Especie: Tuberosus Lozano	"
	Zanahoria Amarilla	Familia: Umbellíferae (apiaceae) Género: Daucus, Especie: Carota L.	"

Tabla 2

TAMAÑOS Y FORMAS	NOMBRE		TAMAÑO MINIMO DE CADA MUESTRA PARA ENSAYO
	VULGAR	CIENTIFICO	
Hortalizas Medianas	Camote (batata)	Familia: Convolvulaceae Género: Ipomoea Especie: Batata P.	2 kg
	Papa	Familia: Solanaceae Género: Solanum Especie: Tuberosum L.	"
	Oca	Familia: Oxalidaceae Género: Oxalis Especie: Tuberosa, Molina	"
	Mashua	Familia: Oxalidaceae Género: Tropasolum Especie: Tuberosum R. & P.	"
	Alcachofa	Familia: Compositae (Asteraceae) Género: Cynara Especie: Scolymus L.	"
	Espárrago	Familia: Ilíaceae Género: Asparagus, Especie: Officinalis L.	"
	Berenjena	Familia: Solanaceae Género: Solanum, Especie: Melongena L.	"
	Berro	Familia: Cruciferae; (Brassicaceae) Género: Cardamine Especie: Masturtioides Bert.	"
	Otros	-----	"

### 1. Área de terreno

Como se puede observar en la Figura 3 los productores que cuentan con un sistema de producción agroecológico tienen un área de terreno de 600 a 800 m<sup>2</sup>, mientras que el área de terreno del sistema de producción convencional se encuentra en un promedio de 800 a 10000 m<sup>2</sup>.

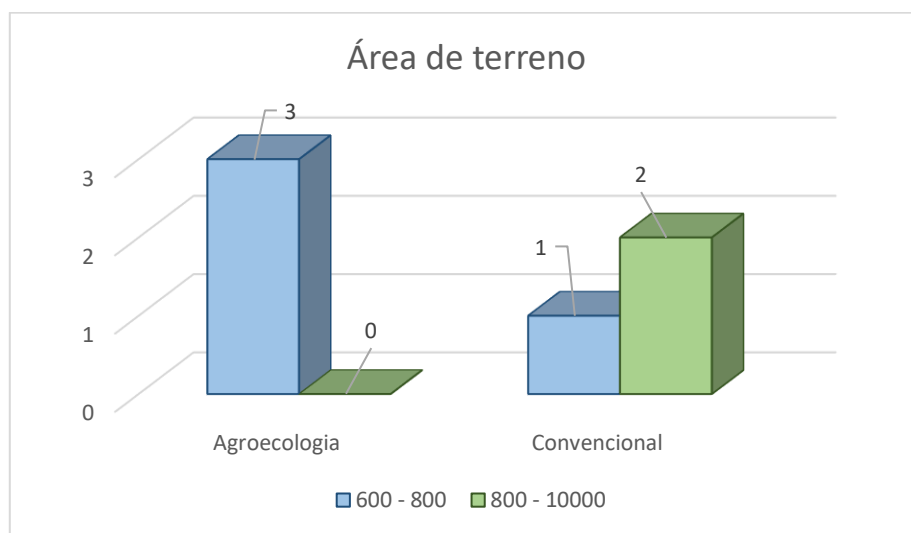


Figura 3 Área de terreno de los sistemas de producción agroecológico y convencional

### 2. ¿Ha realizado un análisis de suelo?

En la Figura 4 se puede observar que los 3 productores agroecológicos y 1 convencional han realizados análisis de suelo, cabe mencionar que estos análisis los han realizado hace 10 años o más, mientras que 2 productores convencionales no han realizado análisis de suelo.

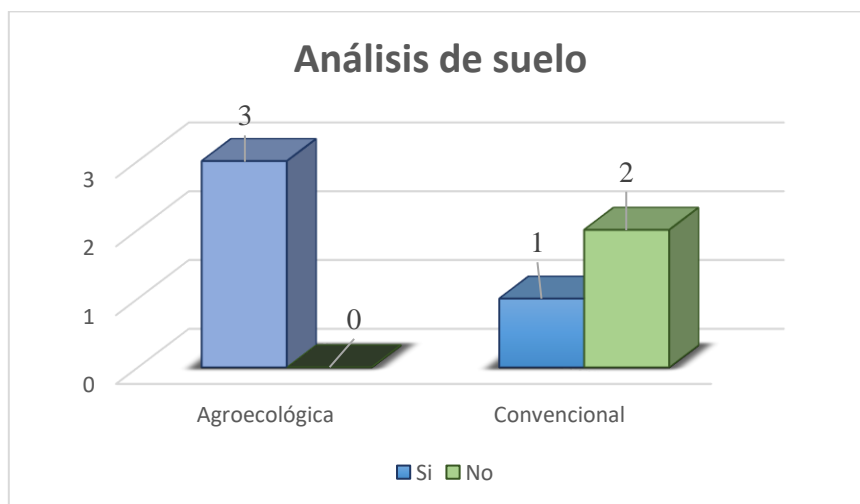


Figura 4 Análisis de suelo

### 3. ¿Qué tipo de riego emplea en el kale?

En la Figura 5 podemos observar que los 3 productores agroecológicos y 1 convencional cuentan con riego por aspersión, mientras que 2 productores convencionales tienen riego por goteo.

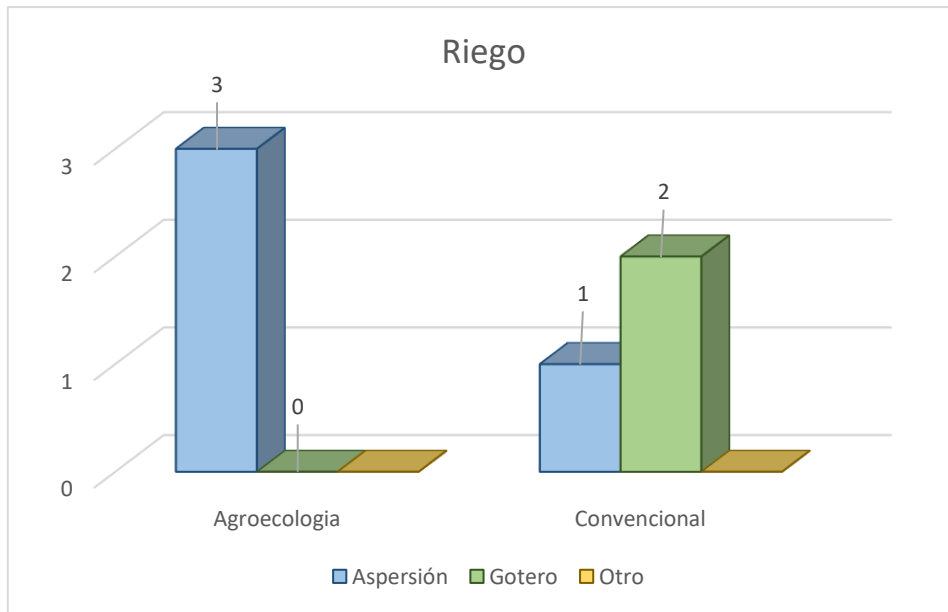


Figura 5 Tipo de riego en los sistemas de producción

### 4. ¿Cómo prepara el terreno antes de la sembrar el kale?

Como se puede observar en Figura 6 los productores del sistema agroecológico preparan el terreno de forma manual, mientras que los productores convencionales lo hacen con ayuda de maquinaria.

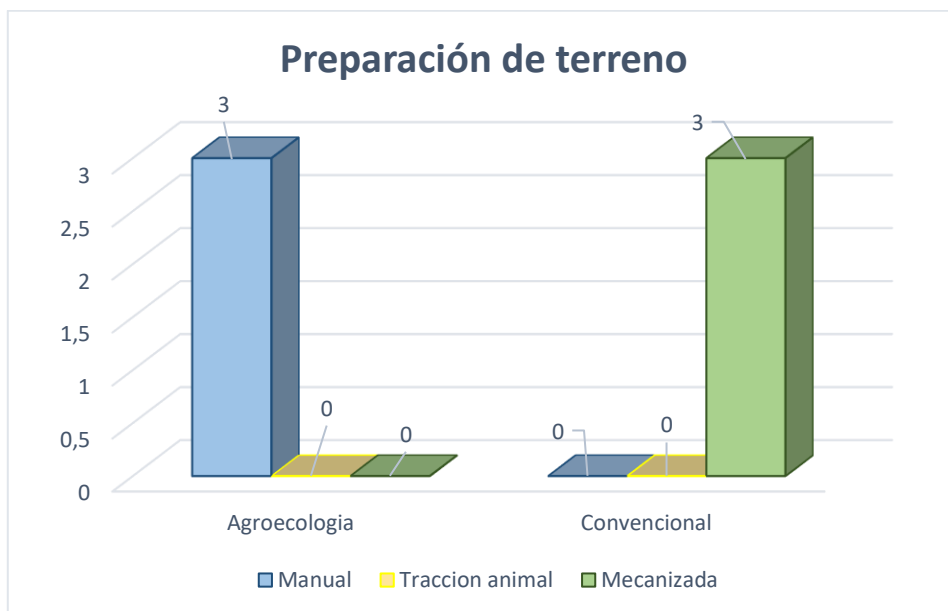


Figura 6 Preparación del terreno antes de la siembra

## 5. ¿Cómo se realiza la siembra de kale en su sistema de producción?

En la Figura 7 se muestra que tanto los sistemas de producción agroecológicos como convencionales realizan primero semilleros para luego trasplantar en sus parcelas.

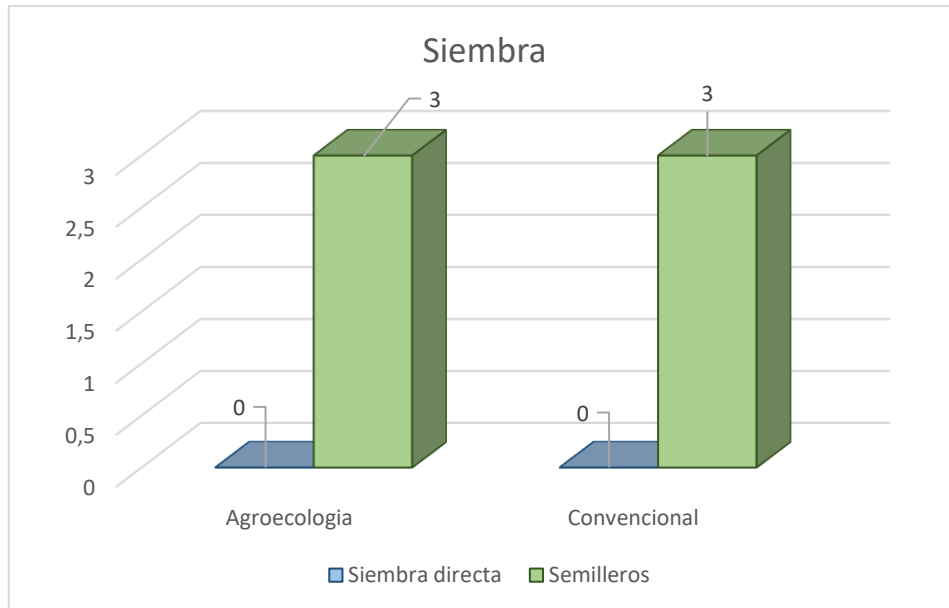


Figura 7 Siembra en los sistemas de producción

## 6. ¿Cuál es el origen de la semilla de kale?

Como podemos observar en la figura 7, los productores agroecológicos como convencionales cuentan con su propia semilla de kale.

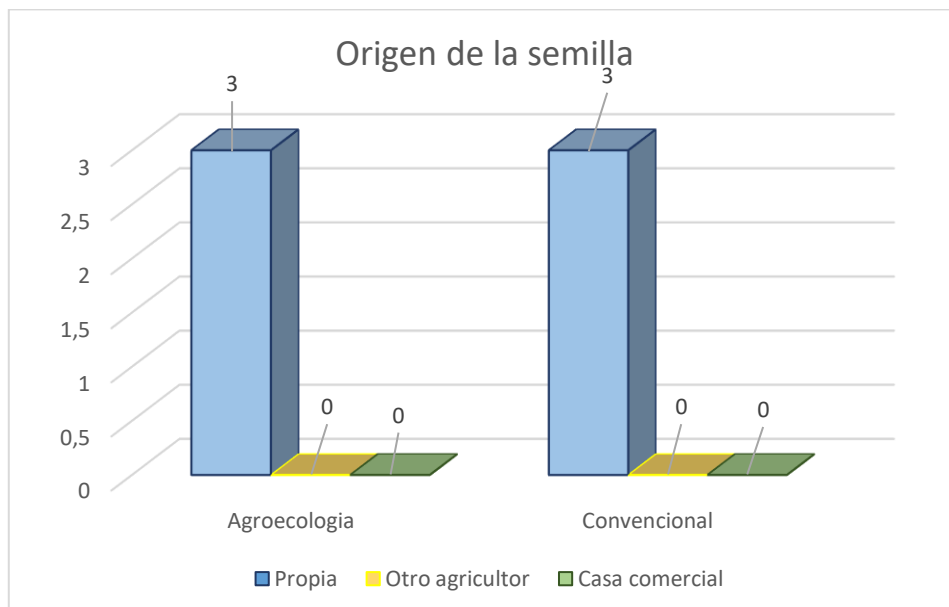


Figura 8 Origen de la semilla

## 7. ¿Cuánto tiempo tiene almacenada la semilla?

En la Figura 9, los productores de los sistemas de producción agroecológica almacenan su semilla durante 6 meses mientras que los productores convencionales almacenan su semilla por un año

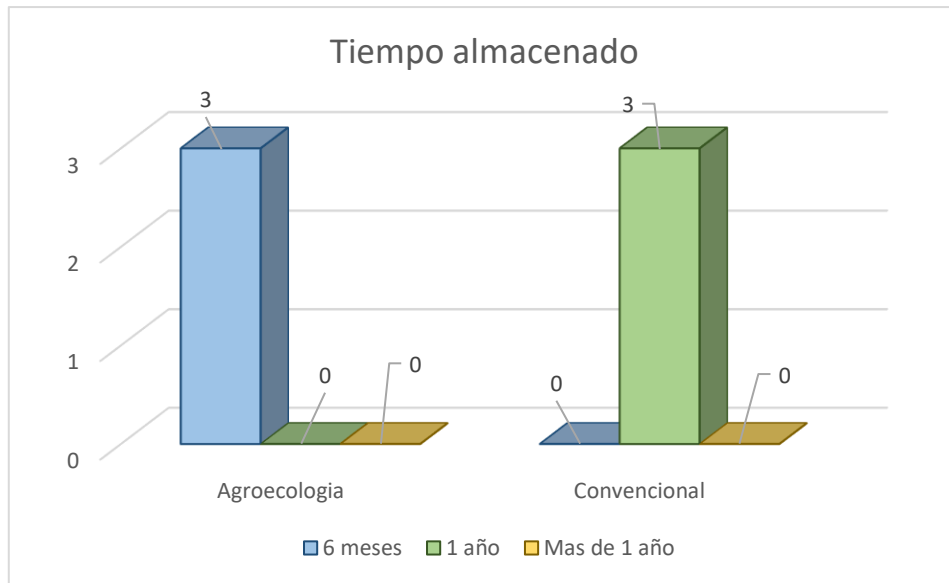


Figura 9 Tiempo que se encuentra almacenada la semilla

## 8. ¿Qué plaga se encuentra presente en el cultivo de kale?

Los productores de los sistemas de producción agroecológica como convencional contestaron que la plaga más común en el cultivo de kale es el pulgón, así como se puede observar en la Figura 10.

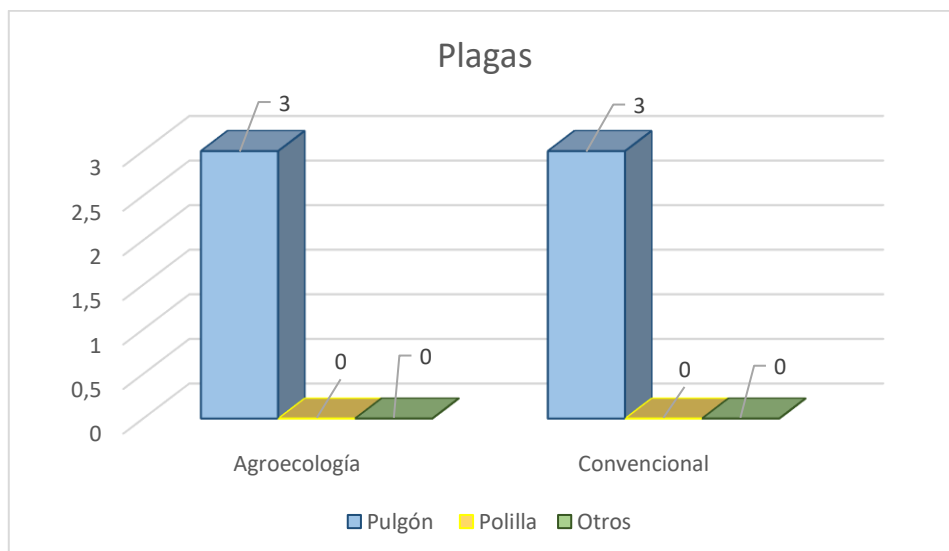


Figura 10 Plagas presentes en el cultivo de kale



### 9. ¿Qué insumos utiliza para las plagas presentes en el cultivo de kale?

En la Figura 11, se puede observar que el insecticida más usado en los sistemas de producción convencional es bala 55, mientras que 1 productor agroecológico usa ceniza y 2 han usado otro, como es agua más detergente.

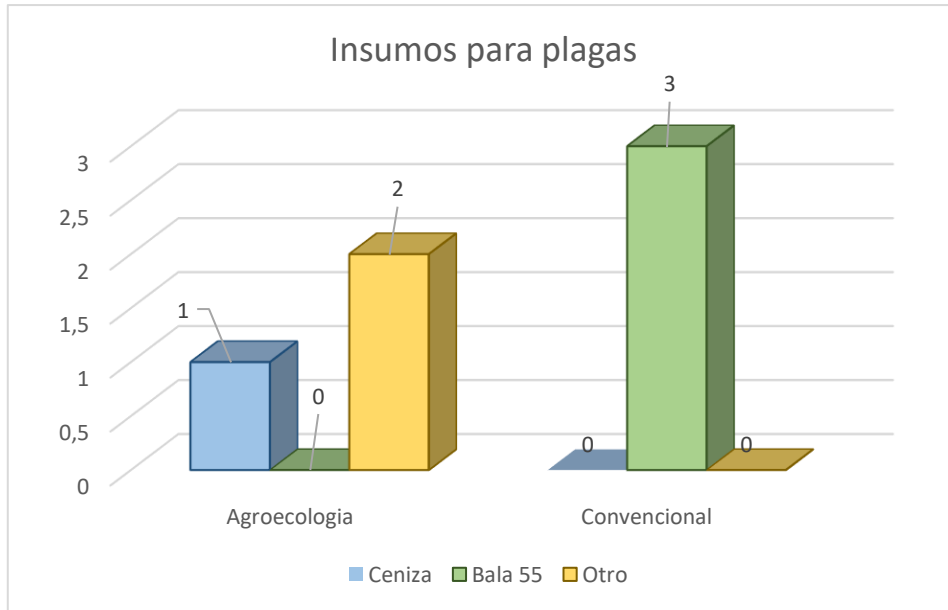


Figura 11 Insumos utilizados para prevenir o eliminar plagas

### 10. ¿Qué insumos utiliza para fertilizar o abonar el suelo, bajo el cultivo de kale?

La Figura 12 muestra que los productores agroecológicos agregan abono orgánico, mientras que 2 de los productores convencionales usan urea y 1 utiliza otros fertilizantes como el NPK.

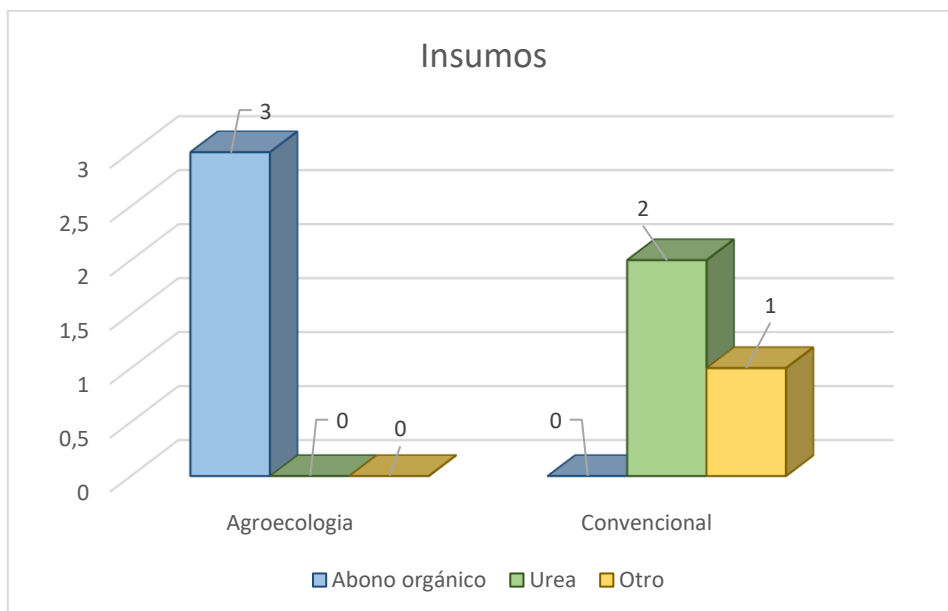


Figura 12 Insumos utilizados en el suelo bajo cultivo de kale

### 11. ¿Con qué frecuencia fertiliza o abona el kale?

Como se puede observar en la Figura 13, los productores agroecológicos aplican abono 3 veces al año, mientras que los productores convencionales aplican fertilizantes 3 o más veces.

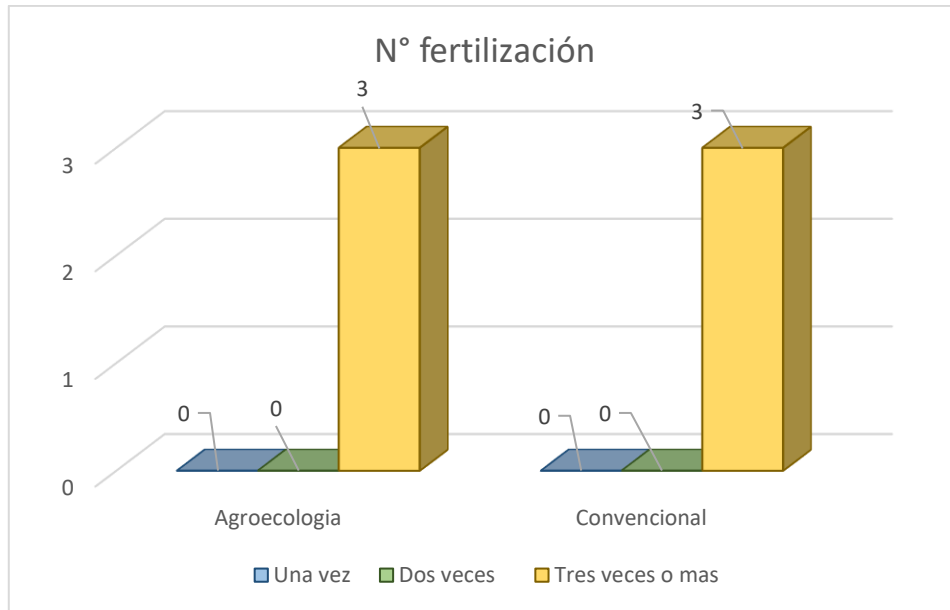


Figura 13 Número de fertilizaciones o abonado que aplica al kale

### Certificado de Traducción

Loja, 13 de mayo de 2023

Yo, Miryam Verónica Ordóñez Ávila, Licenciada En Ciencias De La Educación Mención Inglés, registrada en Senescyt con el número 1008-14-1267842.

#### CERTIFICO:

Que he prestado mis servicios profesionales para la traducción del resumen de la tesis titulada **Calidad nutricional y propiedades fisicoquímicas de kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.) en dos sistemas de producción agroecológico y convencional**, mismo que pertenece a la Ingeniera Gema Cristina Palacios Andrade, estudiante de la Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible de la Universidad Nacional de Loja.

Esta certificación se expide a solicitud de la interesada, pudiendo hacer uso de la misma según ella convenga.



---

Miryam Verónica Ordóñez Ávila  
Senescyt No. 1008-14-1267842.