UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

ESTUDIO DOCUMENTAL DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y SUS BENEFICIOS EN EL CULTIVO DE PAPA CHINA (*COLOCASIA ESCULENTA* L.)

AUTORES

Kelly Nairovy Mazhendo Piruchkun

Gabriela Elizabeth López Pérez

DIRECTOR

MSc. Jorge Freile Almeida

PASTAZA – ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben Mazhendo Piruchkun Kelly Nairovy y Gabriela Elizabeth López Pérez C.I. 1600490930 y 1600644395, hace constar que son autoras del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"ESTUDIO DOCUMENTAL DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y SUS BENEFICIOS EN EL CULTIVO DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta* L.)"**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, MSc. Jorge Freile Almeida**.** En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de Julio del 2021.

_____ _____

Kelly Nairovy Mazhendo Piruchkun **Gabriela Elizabeth López Pérez**

CI: 1600490930 **CI:1600644395**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto de Investigación titulado: ESTUDIO DOCUMENTAL DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y SUS BENEFICIOS EN EL CULTIVO DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta* L.)

Firmado electrónicamente por:
JAVIER DOMINGUEZ

Dr. Javier Domínguez Brito
Presidente del Tribunal

KARINA MARIA ELENA CARRERA SANCHEZ
Firmado digitalmente por KARINA MARIA ELENA CARRERA SANCHEZ
Fecha: 2021.07.21 11:39:49 -05'00'

Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez
Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
MARIA AUGUSTA GUADALUPE ALCOSER

MSc. María Augusta Guadalupe Alcoser
Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 145-SAU-UEA-2021

Puyo, 19 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: Mazhendo Piruchkun Kelly Nairovy con C.I. 1600490930 y López Pérez Gabriela Elizabeth con C.I. 1600644395, con el Tema: **"ESTUDIO DOCUMENTAL DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y SUS BENEFICIOS EN EL CULTIVO DE PAPA CHINA (*COLOCASIA ESCULENTA* L.)."**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Director de la investigación MSc. Freile Almeida Jorge Antonio, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 10%, Informe generado con fecha 18 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

A Dios, por habernos dado la fortaleza y permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional.

A nuestros padres por ser el motor fundamental de nuestra vida que gracias a su confianza, amor, cariño y sacrificio ante nuestros estudios hemos podido culminar esta etapa de nuestra vida con éxito.

A nuestro director del proyecto de investigación MSc. Jorge Freile Almeida.

Por sus orientaciones, conocimientos que nos ayudan a formarnos como profesionales, ganándose nuestra admiración y respeto, sintiéndonos agradecidas por su dedicación y tiempo brindado durante el periodo que duro el proyecto.

A nuestros amigos y compañeros por brindarnos su amistad y su absoluto apoyo en el transcurso de nuestra carrera universitaria compartiendo tristezas y alegrías juntas.

A la Universidad Estatal Amazónica, en la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, a sus autoridades, docentes que con sus experiencias y enseñanzas nos transmitieron los conocimientos necesarios para nuestro campo profesional y así aportemos al desarrollo de la sociedad ecuatoriana.

Kelly y Gabriela

DEDICATORIA

El primer lugar el presente trabajo se lo dedico a Dios por darme la vida, salud y la oportunidad de llegar a este punto de mi vida, permitiéndome realizar una más de mis metas, a mis padres Gabriel López y Ligia Pérez por creer en mí y sacarme adelante, dándome ejemplos dignos de superación, doy gracias a ellos que puede alcanzar una de mis metas propuestas, ya que siempre tuvieron impulsándome en los momentos más difíciles que se presentaron con su amor, apoyo incondicional que han sido para mí un gran pilar en mi formación como ser humano y profesional.

A mis tíos, hermanas, hermano y personas conocidas por fomentar su apoyo de superación profesional, a mi novio por estar hay siempre, mil gracias por su comprensión y consejos en los momentos duros de esta carrera, enseñándome que la vida está llena de obstáculos que debemos superar para llegar el éxito.

Agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clases durante todos los niveles de Universidad con su amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

Gabriela López

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza y sabiduría para cumplir una de mis metas anheladas que con esfuerzo y dedicación toda es posible, por darme la fortaleza para poder vencer cada obstáculo y lograr una meta más en mi vida, por guiarme y protegerme en cada paso que doy.

A mis padres Hugo e Ingrid que son las personas más importantes en mi vida a las cuales admiro y respeto, fueron siempre mi motivación para jamás rendirme y así seguir adelante, por darme su amor, consejos, apoyo, confianza, gracias por el esfuerzo y todo el trabajo arduo que hicieron por mí, la mejor herencia que me dejaron son los estudios.

A mis hermanos, a mis tías, padrinos y demás familiares por su apoyo moral que me brindaron, que con sus oraciones y sus buenas vibras me llenaron de energía para no rendirme y seguir adelante.

A mi novio por su amor y apoyo incondicional que con sus palabras de aliento jamás permitió que me rinda, a pesar de los momentos duros que atravesé siempre estuvo conmigo, y sus padres por darme sus sabios consejos durante este proceso mil gracias.

A mis amigos, compañeros de la universidad y todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, formando parte de mi carrera profesional.

Kelly Mazhendo

RESUMEN

La fertilización o abonamiento orgánico a un cultivo consiste en un factor muy importante para el manejo de la producción para lograr una adecuada nutrición con el fin de alcanzar un rendimiento óptimo y conservación del suelo, el principal objetivo consistió en analizar de forma documentada la información existente acerca de la fertilización orgánica y sus beneficios en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L.), con base en la revisión documentada de los tipos de abonos orgánicos que se utiliza en la aplicación de este tubérculo para describir los beneficios en el cultivo de la misma; la investigación se desarrolló mediante un estudio descriptivo de la fertilización orgánica y sus beneficios en el cultivo de papa china. A través de la búsqueda de fuentes de información primaria de artículos científicos, libros y tesis, al analizar varios estudios con relación a las variables de composición química N, P, K, número de hojas, número de cormos, peso del cormo. En los resultados se muestran que los fertilizantes orgánicos más utilizados para la producción de esta especie son compost, gallinaza y bocashi, en relación de las variables peso del cormo y rendimiento, el mejor fertilizante para que tenga un buen desarrollo y crecimiento en el cultivo de papa china es el compost.

Palabras clave: fertilizante, gallinaza, bocashi, compost, papa china

Abstract

The organic fertilization or fertilization of a crop is a very important factor for the management of production to achieve adequate nutrition in order to achieve optimal performance and soil conservation, the main objective was to analyze the existing information in a documented way about organic fertilization and its benefits in the cultivation of Chinese potato (*Colocasia esculenta* L.), based on the documented review of the types of organic fertilizers used in the application of this tuber to describe the benefits in the cultivation of the same; The research was developed through a descriptive study of organic fertilization and its benefits in the cultivation of Chinese potato. Through the search for primary information sources of scientific articles, books and theses, when analyzing several studies in relation to the chemical composition variables N, P, K, number of leaves, number of corms, weight of the corm. The results show that the most used organic fertilizers for the production of this species are compost, chicken manure and bocashi, in relation to the variables weight of the corm and yield, the best fertilizer so that it has a good development and growth in the cultivation of Chinese potato is compost.

Keywords: fertilizer, chicken manure, bocashi, compost, chinese potato

Tabla de Contenidos

Capítulo 1: Introducción 1

1.1 Justificación 2

1.2 Planteamiento del Problema 3

1.3 Objetivos 4

1.3.1 Objetivo general: 4

Capítulo 2: Fundamentación teórica 5

2.1 Origen de la papa china 5

2.2 Clasificación taxonómica 5

2.3 Distribución geográfica 5

2.4 Características botánicas 6

2.4.1 Hoja 6

2.4.2 Raíz 6

2.4.3 Cormo 6

2.4.4 Inflorescencia 6

2.5 Variedades 6

2.5.1 Papa china blanca y morada 6

2.5.2 Particularidades de las dos variedades de la papa china 7

2.6 Requerimiento edafoclimáticos y nutricionales 7

2.6.1 Características ecológicas 7

2.7 Manejo del cultivo 7

2.7.1 Labores culturales 8

2.8 Cosecha.....9

2.9 Valor nutricional.....9

2.9.2 Usos y beneficios de la papa china.....10

2.9.3 Composición nutricional 10

2.9.4 Importancia de la Industrialización 11

2.9.5 Rendimiento del cultivo de papa china.....11

2.10 Plagas y enfermedades.....11

2.10.1 Enfermedades 11

2.10.1.1 Mal Seco 11

2.10.1.2 Virosis.....12

2.10.1.3 *Mancha Bacterial* 12

2.10.2 Plagas.....12

2.10.2.1 *Gusano alambre* (*Aeolus* spp) 12

2.10.2.2 *Gallina ciega* (*Phyllophaga* spp).....12

2.11 Abonos orgánicos 13

2.12Tipos de abonos orgánicos 13

2.12.3 Bocashi 14

Capítulo 3: Metodología de la investigación.....16

3.1 Tipo de Investigación:.....16

3.2 Métodos de Investigación:.....16

3.3 Método exploratorio 17

3.3.1 Análisis y definición de la necesidad de la información. 17

3.3.2 Nivel y cobertura de la búsqueda 17

3.3.4 Estrategias de búsqueda de información 17

3.3.5 Criterios de inclusión.....17

3.3.6 Criterios de exclusión de literatura científica 17

3.3.7 Valoración de los resultados.....18

3.3.8 Manejo de la información.....18

Capítulo 4: Análisis de resultados 19

4.1 Describir los tipos de fertilizantes orgánicos que se utilizan en la producción de papa china 20

4.1.1 Uso del compost en el cultivo de C. esculenta 20

4.1.2 Uso del Bocashi en el cultivo de *C. esculenta*.....21

4.1.3 Uso de la gallinaza en el cultivo de C. esculenta.....21

4.1.4 Composición química de N, P, K en el cultivo *C. esculenta*.....21

4.2 Beneficios de la fertilización orgánica en el cultivo de papa china.....22

Conclusiones.....24

Recomendaciones 25

Índice de Tablas

Tabla 1 *Taxonomía* 5

Tabla 2 *El requerimiento nutricional de C. esculenta* 10

Tabla 3 *Composición química de la papa china (g)* 10

Tabla 4 *Composición química del compost (%)* 14

Tabla 5 *Composición química del bocashi (%)* 14

Tabla 6 *Composición química gallinaza (%)* 15

Tabla 7 *Artículos científicos revisados de acuerdo al estudio implementado* 19

Tabla 8 *Tesis de pregrado y posgrado con información relevante de C. esculenta* 20

Tabla 9 *Composición química de los macroelementos primarios en el cultivo de C. esculenta* 22

Tabla 10 *Beneficios de la fertilización orgánica en el cultivo de C. esculenta* 23

Capítulo 1: Introducción

Según Montalván (2013) manifiesta que *Colocasia esculenta* L, es un tubérculo considerado una fuente de vitaminas y minerales, debido a que tiene tiamina, riboflavina, hierro, fósforo, vitaminas B6, potasio, cobre, manganeso, elevando el nivel de la fibra dietética almidón. Además, es un alimento eficaz por su contenido de proteína, en el Ecuador es conocida como papa china, esta especie se adapta a zonas tropicales, sus cormos son de tallo subterráneo utilizado para la alimentación humana, animal y diferentes usos de la industria.

Las características mencionadas convierten a la papa china es un alimento básico para muchas personas de algunos países en vías de desarrollo como África, Asia y el Pacifico, en Colombia esta especie se cultiva en casi todas las regiones de la nación. Adicionalmente algunos investigadores plantean altas cantidades de almidón presente en los cormos de aproximadamente un 80 %, este bulbo podría convertirse en una fuente alternativa de almidón para la industria alimenticia que podría sustituir a las tradicionales del maíz, ñame, yuca y papa (Ademiluyi, 2013).

Datos oficiales del 2013 indicaban que el área de cultivo en la región del Pacífico ascendía 1 016 ha con producción de 7 154. 5 t, sin embargo, es poco tecnificado y posee una producción fluctuante con rendimiento promedio en la región de 7.1 t ha^{-1}, se suman los escasos estudios sobre labranza, densidad de siembra y fertilización. Se requiere desarrollar prácticas agrícolas que permitan mejorar el beneficio de este género, en este sentido el uso de abonos orgánicos como un trabajo que genere aumentos en las ganancias de este tipo de plantación, con la ventaja que el agricultor no incurre en altos costos de fertilizantes químicos (AGRONET, 2013).

El objetivo general de este estudio fue analizar de forma documentada la información existente acerca de la fertilización orgánica y sus beneficios en el cultivo de *C. esculenta*, para el desarrollo de un conjunto de prácticas agronómicas para mejorar la producción de este bulbo.

1.1 Justificación

El cultivo de papa china requiere de ciertas condiciones del suelo para su normal desarrollo, como se registra en el siguiente estudio; el Ecuador es un país que cuenta con suelos altos en valores nutricionales, gracias a su ubicación geográfica tiene variedades de cultivo de tubérculos y raíces, en la investigación realizada por Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la papa china se produce generalmente en las provincias de: Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Esmeraldas, Bolívar, Pastaza, Morona Santiago y Napo, desde los años 90 (MAG, 2018).

Por las características nutricionales que presenta esta especie, es una opción para mejorar la calidad alimenticia, como lo manifiestan Posligua, Ramos, y Suárez (2009) quienes indican, que la papa china es una de las especies más consumidas en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), ya que es una fuente económica de carbohidratos en relación con otros tipos de tubérculos. Su cultivo es sencillo y resistente al ataque de insectos plagas y enfermedades, actualmente ocupa el quinto puesto de tubérculos a nivel mundial.

Un caso muy particular sucede en la Provincia de Pastaza perteneciente a la RAE, donde este tubérculo se cultiva a mediana escala produciendo una baja demanda de nutrientes del suelo ,que deben ser restaurados mediante buenas prácticas agrícolas, de acuerdo con la información proporcionada del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza (GADPPz) este cultivo tiene una gran importancia en los cantones Pastaza y Santa Clara, especialmente en sus parroquias Teniente Hugo Ortiz y San José respectivamente, las mismas que presentan buena producción, pero debido a la explotación de los suelos por diferentes cultivos, uso de fertilizantes químicos, labores culturales incorrectas, su producción a disminuido y han causado degradación del suelo (GADPPz, 2014).

El deterioro de los suelos antes referidos, requiere de medidas que los restauren, tales como el uso de fertilizantes orgánicos, por tal motivo en la presente investigación se realizó una revisión documental de la fertilización orgánica en el cultivo de papa china y sus beneficios. Para cumplir los objetivos planteados la información utilizada se recopiló de libros, artículos, revistas científicas y tesis de grado, en donde se sintetizó los datos más relevantes de la aplicación de fertilizantes orgánicos, para disponer de un tubérculo que sea apto para el consumo y generar buenas prácticas agrícolas.

1.2 Planteamiento del Problema

Con respecto al desarrollo agrícola de esta especie no es muy conocido por las personas en general, ya que no saben los beneficios que brinda en la alimentación, por ende, los agricultores no le dan un adecuado manejo y la planta no se desarrolla correctamente causando una baja productividad.

Datos oficiales del 2013 indicaban que el área de cultivo en la región del Pacífico ascendía a 1016 ha con producción de 7 154. 5 t ha^{-1}, sin embargo, es poco tecnificado y posee una producción fluctuante con rendimiento promedio en la región de 7.1 t ha^{-1}, se suman los escasos estudios sobre labranza, densidad de siembra y fertilización (AGRONET, 2013).

En este contexto por lo anterior mencionado los productores de *C. esculenta* no disponen de un documento que contenga información acerca de la fertilización orgánica del cultivo, por ello en este trabajo de integración curricular se pretende entregar a la comunidad científica el siguiente análisis con que se va a cerrar esta brecha del conocimiento que existe y estará disponible para los pequeños y medianos productores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

- Analizar de forma documentada la información existente acerca de la fertilización orgánica y sus beneficios en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L.).

1.3.2 Objetivos específicos:

- Describir los tipos de fertilizantes orgánicos que se utilizan en la producción de papa china.
- Determinar bibliográficamente los beneficios de la fertilización orgánica en el cultivo de papa china.

Capítulo 2: Fundamentación teórica

2.1 Origen de la papa china

Según Lozada (2005) define que el cultivo de papa china es conocido con el nombre científico *C. esculenta*, es nativa de Asia, expandiéndose al norte de América del Sur a lo largo del tiempo, hasta llegar a nuestro país, se descubrió la existencia de este bulbo en la provincia de El Oro. Este tubérculo alimenticio se produce y cosecha en los siguientes lugares, como: Santo Domingo de los Tsáchilas y sus alrededores (vía a Quevedo, vía Chone y vía Esmeradas), Puyo, Morona Santiago y demás provincias.

2.2 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la papa china es llamada comúnmente como un tubérculo o bulbo, especie perteneciente a la familia de las aráceas:

Tabla 1
Taxonomía

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Arales
Familia	Araceae
Subfamilia	Aroidaea
Tribu	Colocasieae
Genero	Colocasia
Especie	*Colocasia esculenta* L.

Fuente: INATEC (2017)

2.3 Distribución geográfica

Esta especie se originó en zonas tropicales de Asia y en Birmania que comprende 6 especies y más de 1000 variedades locales, hace siglos se establece como un producto alimenticio, en numerosos lugares del mundo como en África, Asia, Oceanía, Pacífico, Sudamérica por su riqueza en elementos nutritivos. La *C. esculenta* es originaria de Asia, fue dispersándose posteriormente al sureste de Asia, las islas del Pacifico y África donde se introdujo en el siglo XIX. Donde las plantas crecen en altitudes bajas o medianas de 950 m de relevante alta humedad, los suelos húmedos son adecuados para estas siembras y crecen mejor con una precipitación pluvial de 140 a 200 mm, estos tubérculos están distribuidos en América Tropical y en los trópicos húmedos (López y Vásquez, 2013).

2.4 Características botánicas

La papa china (*C. esculenta*) no presenta un tallo verdadero, ya que los conjuntos de peciolos se conforman de un pseudo tallo y presenta una altura de 1 a 3 m depende la adaptación de la especie (Hidalgo, 2012).

2.4.1 Hoja

Las hojas son de forma peltadas que se producen en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formada de un pseudotallos corto, sus hojas nuevas salen enrolladas entre los peciolos, en sus primeros seis meses el área foliar se incrementa rápidamente para luego mantenerse estable mientras va aumentando los órganos subterráneos (Peñafiel, 2009).

2.4.2 Raíz

Las raíces se desarrollan en cormelos laterales recubiertos con escamas fibrosas, su color de pulpa es blanca y presentan clones violáceos, de forma cilíndrica o esférica, el tipo de ramificación es muy ramificada. Presenta marcas transversales en las hojas con fibra además está cubierta por capas delgadas y sueltas, el tubérculo se divide en la zona cortical y el cilindro central, la primera es angosta está formada por parénquima de células isodiamétricas con alto contenido de almidón (Lozada, 2005).

2.4.3 Cormo

Manifiesta Díaz (2008) que los cormos de la *C. esculenta* es la parte más importante de la planta, es muy rica en nutrientes y agua que tiene la función de reserva, su tallo es cónico, el cormo central desarrolla cormelos que son menos alargados de forma cilíndrica con un peso de 30 a 450 g, está cubierto por la cascara fibrosa que se encuentra en la pulpa.

2.4.4 Inflorescencia

Se presentan dos o más inflorescencias en el meristemo apical del cormo entre los peciolos de las hojas, se forman de una hoja envolvente denominada espata que rodea el espádice, sus estructuras características de la aráceas del eje se insertan las flores sésiles y en su parte inferior no se desarrollan por lo tanto se secan y desprenden (Armas, 2012).

2.5 Variedades

2.5.1 Papa china blanca y morada

De acuerdo con Aldaz (2011) la papa china es una especie introducida y se cultiva en zonas tropicales del Ecuador, las principales variedades del tubérculo se caracterizan por su comercialización que se mencionan como blanca y morada.

El cormo que pertenece a la familia Araceae, en la actualidad las semillas utilizadas provienen del bulbo blanco que es fácil de adquirir y apetecido, son cormelos de forma redonda en su parte apical presenta un color rosa que establece el óptimo para el consumo, mientras que la otra variedad morada es adaptada en las zonas del Ecuador esta posee características de cormos alargados y un volumen alto de raíces además en la parte superior del cormo un ápice con coloración morado (Villacrés, 2009).

2.5.2 Particularidades de las dos variedades de la papa china

Confirma Hilming (2009) que la variedad blanca presenta hojas de color verde, con peciolos solidos alargados ya que tiene una función de canalizadores para la aireación de los órganos subterráneos, las láminas son gruesas con un tamaño de 20 a 70 cm de largo y de ancho 20 a 50 cm en su borde, su limbo es de forma peltada. Mientras que la variedad morada se caracteriza por la presencia de peciolos de color morado y se diferencia de las demás variedades por la cascara, venas y por la acides del cormo esta sobresale al Oeste de la India Mumu en Fiji y Trinidad.

Coenaga y Chardon (1995) plantea que existe poca información básica de las dos variedades de tubérculos con relación a su siembra y al rendimiento del cultivo en tierras altas, se cosecha la biomasa cada 6 meses durante la etapa de crecimiento.

La fotosíntesis influye en el crecimiento y desarrollo sobre el número de hojas, cormos y la altura de la planta, en la Región Amazónica que se presenta un promedio de 3 a 4 horas de luz al día para este cultivo, además se recomienda el sembrío en lugares descubiertos para una mejor captación lumínica (Mosquera y Cárdenas 2006).

2.6 Requerimiento edafoclimáticos y nutricionales

2.6.1 Características ecológicas

C. esculenta se desarrolla en alturas de 200 a 300 msnm, y presentan una mejor respuesta en 500 a 1000 msnm, su temperatura óptima de 25 a 30 °C, precipitaciones entre 1800 a 2500 mm, su suelo óptimo es franco, limoso o arenoso con una profundidad de 50 a 60 cm, sin embargo, el uso de abonos permite una mejor producción de cormos y enriquecen los suelos en materia orgánica con un pH de 4.5 a 7.2 (MAGAP, 2011).

2.7 Manejo del cultivo

El terreno debe estar libre de arvenses, troncos y si tiene presencia de alta humedad es necesario un buen drenaje, ya que estas labores culturales influyen en el desarrollo del

cultivo se puede obtener un rendimiento significativo por planta y alcanzar una densidad óptima entre plantas (MAGAP, 2011).

2.7.1 Labores culturales

Preparación de suelo

Menciona Hidalgo (2019) “Antes de comenzar la preparación del suelo se debe tener en cuenta que el terreno presente una pendiente leve a moderada, sin malas hierbas, sombras, ramas y troncos que dificulten alcanzar la producción del terreno” p. 62

Selección del material vegetativo

La FAO (2007) considera que se debe tener un buen sistema de material de propagación en la *C. esculenta* es importante determinar los siguientes parámetros, como cormos de tamaño de 15 a 20 cm, con un peso 30 a 50 g, con calidad sanitaria y agronómica para así obtener buenos resultados de germinación con un 95 – 99 % de brotación en la producción de esta especie.

Preparación del material vegetativo

Como dice Hidalgo (2012) la preparación de material vegetativo se inicia con el componente de desinfectación utilizando fungicidas y bactericidas para evitar cualquier tipo de infección, su material de propagación puede provenir de cormelos se le conoce también como semillas esto debe estar libres de patógenos, su forma ideal es redonda ya que su genotipo influye en la formación, en cuanto el tallo principal debe estar sanos y vigorosas, que no estén utilizados más de dos veces para su producción y para la cosecha se utiliza el material a partir de los 6 a 7 meses.

Plantación

“La plantación se realiza con un profundo del 25 – 30 cm, se cubre la semilla de 6 a 8 cm, la distancia de planta de 1.20 entre líneas por 0.50 entre planta y se realiza un riego antes de la siembra que garantice un nivel de humedad uniforme en toda el área” (Úbeda y Juárez, 2011).

Fertilización

Dicho por Aratat, Sinesterra y Hernández (2012) destaco que la aplicación de abonos orgánicos de tipo compost o bocashi son favorables al inicio de la plantación en su poco tiempo presenta en un buen enraizamiento, así mismo la aplicación de biofertilizantes de

bioles y purines son importantes para el follaje, a partir de los 15 días después de la plantación se suministra los mismo y otra alternativa puede ser la pollinaza.

Aporque

Afirma Villacrés (2009) que esta actividad se recomienda realizar a los 2 - 3 meses después de la plantación esto ayuda mejorar la formación de los cormelos, esta acción consiste la acumulación del suelo hacia el pseudo tallo influyendo en la tuberización.

Deshierbas

Eliminar las arvenses en los tres primeros meses después de realizar la plantación, ya que en ese tiempo la planta requiere de nutrientes disponibles para su desarrollo, esto se puede cumplir de forma manual con azadón, machete y también establecer varios aporques en diferentes épocas de cultivo para mantener el terreno limpio de maleza (Mosquera, 2016).

2.8 Cosecha

Expresa Carvajal (2011) que la cosecha se realiza a los 10 meses de la siembra para la papa china blanca y 12 meses para la morada, la planta está lista para la recolección cuando las hojas inferiores se tornan de color amarillo y además sus cormelos se cierran en la parte superior, aproximadamente en ochos días de sacar los cormos del suelo se procede a eliminar el follaje de esta especie, mientras que su cosecha es manualmente se extrae con fuerza los tubérculos del suelo, luego se clasifican para la comercialización y para los rendimientos promedio que son de 10 a 30 toneladas por hectárea.

2.9 Valor nutricional

El valor nutricional de los tubérculos es considerado un gran alimento debido a su mayor contenido de sustancias nutritivas, carbohidratos y proteínas que son necesarios para mantener una alimentación sana y balanceada. Además, contiene grandes cantidades de fibra dietética, la cual ayuda a regular y acelerar el proceso digestivo para disminuir el colesterol en el cuerpo, su contenido de sodio es muy bajo por lo cual incluirla en la dieta diaria constituye en una excelente manera para evitar el riesgo de adquirir enfermedades cardiacas, presión sanguínea alta o problemas de sobre peso (Rodríguez y Caicedo 2013).

2.9.1 Requerimiento nutricional del cultivo

Tabla 2
El requerimiento nutricional de C. esculenta

Nitrógeno	6.05
Fosforo	1.68
Potasio	12.31
Calcio	1.76
Magnesio	1.02

Fuente: Pineda (2021).

2.9.2 Usos y beneficios de la papa china

Según Lasso (2020) el principal uso es la alimentación humana o animal se consume especialmente el cormo, cocidos o fritos en rodajas, mientras las hojas o peciolos se utilizan como hortalizas especialmente hervidas. Plantea Condumí (2016) que la papa china es rica en fibra, calcio, potasio, hierro, vitamina A, vitamina B1 y vitamina C, este tubérculo es superior a otras papas en su valor nutricional ya que contiene mayor porción de calcio, proteínas y fósforo, su contenido de vitamina B es equivalente al de la col y doble de la papa.

2.9.3 Composición nutricional

El valor del alimento depende de sus estándares nutricionales de su digestibilidad de la presencia o ausencia de nutricionales, factor de toxicidad y sin olvidar aceptación del consumidor (Puerres, 2010).

Tabla 3
Composición química de la papa china (g)

Humedad	71.9
Proteína	1.7
Grasa	0.8
Carbohidratos	23.8
Fibra	0.6
Ceniza	1.2
Calcio	22
Fosforo	72
Hierro	0.9
Vitamina A	3
Tiamina	0.12
Riboflavina	0.02
Niacina	0.6
Vitamina C	6

Fuente: INNV (2013).

2.9.4 Importancia de la Industrialización

En algunos países las hojas de la papa china son comestible y sus cormos tiene fuentes de timina, vitaminas, hierro, fosforo, alto contenido de almidón entre otros (Montaldo, 1991). Las industrias utilizan esta especie para la elaboración y preparación de balanceados en diversos productos alimenticios para animales, las fuentes de almidón se utilizan como conservante de pan y entre otros beneficios (Araral, 2014).

2.9.5 Rendimiento del cultivo de papa china

Los rendimientos de hectáreas en el Ecuador son de 12 – 18 t métricas, de las cual se dividen en tres categorías de calidad Premium la primera de 150 a 300 g, la segunda calidad 100 a 150 g y tercero el rechazo que no presenta características con bajo peso (Cruz, 2013) y con la aplicación de mejores tecnologías en Colombia presentan un rendimiento de 36.4 t métrica.

2.10 Plagas y enfermedades

Manifiesta Bruner, Scaramuza y Lapointe (2010) que la papa china es una planta poco susceptible a la infestación por hongos e insectos por ser un cultivo resistente y rustico lo que favorece al control de las mismas, se puede mencionar a continuación algunas de las afectaciones que atacan a la especie:

2.10.1 Enfermedades

2.10.1.1 Mal Seco

Es un problema fitosanitario, en América tropical y África occidental, esta enfermedad se manifiesta en los suelos con un pH de 4.5 a 8 con un drenaje pobre, desde los dos a cuatro meses de cultivo, se caracteriza cuando las hojas comienzan a tener un color amarillento, formación de hojas pequeñas y por lo tanto las raíces empiezan a podrirse presentando un color café, las raíces pierden su corteza quedando en forma de alambre estos son atacados por los hongos *Phytrium* spp, *Rhizoctonia soloni y Fusarium* spp (Castellón, 2003).

Por otro lado, Folgueras, Rodríguez y Herrera (2003) sintetiza que esta enfermedad aparece en la etapa temprana del desarrollo de la planta, no produce cormelos, está asociada a periodos de muchas lluvias seguidas de periodos secos, suelos con textura muy pesada y mal drenados, los síntomas de esta enfermedad en las hojas comienzan a ser visibles tres meses después de la siembra en la severidad de los casos de la especie puede ser atacada al comenzar a producir las raíces.

2.10.1.2 Virosis

Esta enfermedad es causada por un virus llamada *Cucumber mosaic virus*, el mismo que produce deformaciones de las hojas, afectando también a la productividad del cultivo, reduciendo la cantidad de cormelos, para evitar el contagio y propagación de este mal se recomienda no usar semillas de las plantas que hayan sufrido este daño, ayudados de un buen manejo del cultivo como la desinfección previa a la siembra y la fertilización (Bellotti, 2010).

2.10.1.3 *Mancha Bacterial*

Analiza García (2013) que la sintomatología presenta este tubérculo es por el patógeno *Xanthomonas euvesicatoria* que causa manchas amarillentas en la lámina foliar o bien necrosis en los bordes de las hojas que se inicia de afuera hacia dentro, su control se realiza con buenas prácticas de mantenimiento del cultivo como un buen control de malezas y una adecuada fertilización.

El combate curativo de esta enfermedad implica como mínimo tres aplicaciones de bactericidas mezclados con fungicidas a intervalos de 5 – 7 días, esto puede ocurrir en plantas jóvenes como en maduras, en su envés de la hoja se pueden observar exudado bacteriano, estas bacterias pueden propagarse fácilmente con la lluvia, el viento y los insectos que han tenido contacto con las plantas enfermas (INIVIT, 2008).

2.10.2 Plagas

2.10.2.1 *Gusano alambre* (*Aeolus* spp)

Esta plaga es una larva con un color dorado y anillos muy marcados que viven bajo tierra se alimentan de raíces, tubérculos y bulbos, estos gusanos son más perjudiciales en verano e invierno, rompen raíces de todo tipo de plantas hacen galerías en bulbos y semillas (Espinoza, 2003).

2.10.2.2 *Gallina ciega* (*Phyllophaga* spp)

Esta causa daño al material que se planta para establecer el cultivo hijos o cormelos y otras atacan a las raíces, pertenece al orden Coleóptera, Familia Melolonthidae, son insectos que se alimentan de las raíces de diversas de esta especie, entre ellas el cultivo de papa china (INC, 2004).

Recomienda Ramos y Soriano (2005) preparar bien los suelos 15 a 30 días antes de la siembra es una medida para eliminar los huevos, larvas y pupas, son expuestos al sol y se mueren por deshidratación, estas se devoran por animales como gallinas, pájaros y sapos.

2.11 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos están constituidos por desechos de origen vegetal, animal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas, estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha, abonos verdes principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno como estiércoles, desechos domésticos, compost preparados con arvenses (Ascasubi, 2014).

Teniendo en cuenta Herrera (2005) menciona que los terrenos cultivados sufren la perdida de la gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo por esta razón se debe restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivos, el aporte de abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de materia introducida en el campo, el abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales al suelo para mejorar su capacidad nutritiva.

2.12Tipos de abonos orgánicos

2.12.1 Compost

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que son descompuestos bajo condiciones controladas, este excremento también se conoce como tierra vegetal o mantillo. Su calidad depende de los insumos que se utilizan como tipo de estiércol, residuos y verduras, pero en promedio tiene 1.04 % en nitrógeno, 0.8% fosforo y 1.5% en potasio (Suquilanda, 2014).

Beneficios

El uso del compostaje permite eliminar, reciclar y transformar de una forma segura muchos tipos de residuos orgánicos biodegradables en insumos para la producción agrícola, evitando así problemas de contaminación ambiental, la materia vegetal contribuye favorablemente a mejorar la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo (Malandraki, 2008).

Propone Danon y Hadar (2009) “Esta materia puede ser aprovechada, ante un previo tratamiento como enmienda orgánica en huertas y jardines como se indica a continuación” pag. 17-21:

- Reduce la cantidad de materia orgánica que va a los vertederos.
- Reduce el uso de fertilizantes inorgánicos a los que sustituye.
- Aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas de forma natural.
- Disminuye los costes de transporte de los residuos.

Tabla 4
Composición química del compost (%)

Nitrógeno	2.4
Fósforo	0.44
Potasio	1.67
Calcio	3.77
Magnesio	0.51

Fuente: Alemán – Pérez, Bravo – Medina y Fargas – Clua, (2018).

2.12.3 Bocashi

El bocashi es un abono orgánico que se produce en un tiempo más corto que el compost, significa "abono fermentado" en japonés, aunque en la mayoría de las ocasiones se produce en un proceso aeróbico y no por fermentación. Tradicionalmente, se prepara con cascarilla de arroz, gallinaza, tierra de bosque, levaduras, carbón, carbonato de calcio, semolina de trigo y melaza de caña (Pérez, Céspedes y Núñez, 2008).

La Relación carbono/nitrógeno que contiene la materia orgánica se descompone por parte de los microorganismos, esto debido a que el nitrógeno provee la energía, por eso se determina que el material fresco en este abono orgánico tiene un alto contenido de nitrógeno que se descompone rápidamente y cuando el nitrógeno es bajo la descomposición es más lenta (Ortega, 2012).

Beneficios

Expresa Uribe (2011) que el bocashi contiene una alta carga microbiana benéfica que mejora la actividad y diversidad biológica de los suelos, esto facilita la asimilación de su alto contenido de nutrientes y aprovechamiento de este abono a la planta para la conservación del suelo evitando así la aplicación de fertilizantes químicos. Además, se puede producir en pequeñas o grandes volúmenes, teniendo en cuenta las condiciones económicas y necesidades que requiere cada productor.

Tabla 5
Composición química del bocashi (%)

Nitrógeno	1.23
Fósforo	2.98
Potasio	1.05
Calcio	9.45
Magnesio	0.62

Fuente: Lazo y Condumí, (2016)

2.12.4 Gallinaza

Son excrementas de las gallinas ponedoras que se acumula en la producción de huevo o durante el periodo de desarrollo de este tipo de ave, es un excelente fertilizante si se lo utiliza de manera correcta ya que aporta nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio y otros macroelementos beneficiosos, por lo tanto, presenta un alto contenido de nitrógeno que es necesario descomponer con otros materiales antes de aplicar en el cultivo (Yucailla, 2008).

Beneficios

Ayuda a la estabilización de la acidez del suelo, actúa como micronutrientes previniendo su lixiviación y evita la toxicidad de los mismos, regula los fenómenos de absorción especialmente la inactivación de plaguicidas. Recomienda Pazmiño (2012) que este abono mejora la capacidad de intercambio, estabilidad de los agregados del suelo, aumenta la capacidad del suelo para retener el agua y estimula el desarrollo radicular.

El carbono/nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica, por ello para obtener un fertilizante de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación es de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas, si la relación es muy elevada, disminuye la actividad biológica, además una relación C/N muy baja afecta al proceso de descomposición y el nitrógeno se forma en amoniaco. (Guaminga, 2012).

Tabla 6
Composición química gallinaza (%)

Nitrógeno	4.00
Fósforo	2.60
Potasio	2.30
Calcio	9.50
Magnesio	0.80

Fuente: Vergara, (2011)

Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1 Tipo de Investigación:

La presente investigación es de tipo documental, se realizó una recopilación de información detallada por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos acerca de la fertilización orgánica en el cultivo de *C. esculenta*, con la finalidad de tener referencias para abordar el tema de estudio.

3.2 Métodos de Investigación:

El método de investigación que se utilizo es exploratorio documental el cual permitió dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados, a continuación, se describió el método que se aplicó.

Para dar cumplimiento al objetivo específico uno, se realizó la búsqueda sistemática de todos los artículos científicos, libros, revistas, tesis de pregrado y posgrado relevantes con énfasis en los tipos de abonos orgánicos utilizados en la producción de papa china.

Luego de la ubicación de los documentos bibliográficos, inicialmente se procedió a la revisión del título, los autores, resumen y los resultados para poder extraer información necesaria se obtuvo la recopilación de las bases de datos: ScienceDirect y Google académico.

Las variables que permitieron hacer un análisis y comparación en este objetivo fueron: composición química de los macroelementos primarios N, P, K de los fertilizantes: compost, bocashi y gallinaza

Para el cumplimiento del objetivo específico dos, se realizó una búsqueda sistemática de todos los artículos relevantes que aporten a la investigación y nos conduzcan a un completo análisis de los beneficios de los abonos orgánicos en el cultivo de este tubérculo. Los términos de búsqueda a consultar fueron: materia orgánica en el cultivo de papa china (*C. esculenta*), beneficios y tipos de abonos orgánicos.

Efectuada la lectura comprensiva de los documentos científicos de interés antes mencionados, se realizó una extracción de la información necesaria, para realizar la evaluación de aprovechamiento de los abonos orgánicos en el cultivo de papa china. Las variables que permitieron hacer un análisis y comparación en este objetivo fueron: número de hojas (cant), peso del cormo (g), numero de cormos y rendimiento (t/ha).

3.3 Método exploratorio

El método exploratorio tuvo como finalidad buscar información básica y concreta que permita dar cumplimiento, con los objetivos específicos propuestos en la presente investigación documental.

3.3.1 Análisis y definición de la necesidad de la información.

Consiste en consultar fuentes documentales de estudios sobre la fertilización orgánica de la papa china, donde se realizó por medio de internet en revistas científicas, tesis de pregrado y post grado, que sean relevantes al tema de estudio.

3.3.2 Nivel y cobertura de la búsqueda

Para este estudio se consideraron las fuentes bibliografías de los últimos 10 años y la cobertura geográfica en la que se centra la investigación fue a nivel universal.

3.3.3 Selección de las fuentes de información.

Para llevar a cabo el cumplimiento del trabajo de investigación, se realizó una búsqueda de información bibliográfica en bases de datos científicas como: ScienceDirect (Reed Elsevier; Países bajos), Google académico (Google, LLC - AlphabetInc; Estados Unidos) y repositorio de tesis a nivel nacional e internacional.

3.3.4 Estrategias de búsqueda de información

Se realizó la búsqueda de información utilizando los siguientes descriptores: fertilización orgánica en el cultivo de papa china. Los operadores lógicos que se utilizaron en la búsqueda fueron los siguientes: “y” y “o” (en inglés, “and” y “or”, respectivamente).

3.3.5 Criterios de inclusión

Los criterios que se consideraron fueron los siguientes:

> Para el cumplimiento del objetivo específico uno se consideraron las siguientes palabras claves: composición química *C. esculenta;* tipos de abonos orgánicos.
>
> Para el cumplimento del segundo objetivo se describieron las siguientes palabras como: beneficios de *C. esculenta*, periodo de crecimiento papa china *C. esculenta.*

3.3.6 Criterios de exclusión de literatura científica

Los criterios de exclusión de la información fueron los siguientes:

- Información que no va acorde con el tema de esta investigación.
- Estudios con años inferiores al 2010.

- Información que no tenga una fuente oficial confiable.
- Estudios que no poseen rigurosidad científica.

3.3.7 Valoración de los resultados.

De los resultados se obtuvo información que se seleccionó de una fuente oficial o verificable; que presento rigurosidad científica, es decir, artículos que se encontraron publicados en revistas indexadas o información que haya pasado por una revisión por pares académicos, o un tribunal; que tenga una conveniencia de escalas y métodos estandarizados para la medición de variables.

3.3.8 Manejo de la información

Una vez recopilada la información, se realizó una lectura crítica, después de haber analizado los documentos de acuerdo con el tema y a los objetivos de investigación, se procedió a identificar y agrupar por separado los textos que contengan la información de esta especie a estudiar. Para el cumplimiento de los diferentes objetivos de la investigación se realizaron tablas en hojas de cálculo utilizando el software Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation; USA).

Las tablas con información para el cumplimiento de los objetivos específicos incluyeron en la parte superior (en las primeras celdas y de izquierda a derecha) el año de publicación, título del artículo, nombre de los autores, lugar de investigación y universidad del estudio, y en el mismo orden en las siguientes celdas de la hoja de cálculo las variables composición química de los macroelementos de los abonos (compost, bocashi, gallinaza) y variables de crecimiento: número de hojas (cant), peso del cormo (g), número de cormos, rendimiento (t ha).

Finalmente, en la tabla se organizó toda la información obtenida en la búsqueda, la cual permitió sintetizar, analizar y escribir los resultados de cada uno de los objetivos planteados.

Capítulo 4: Análisis de resultados

Con la implementación de protocolo de búsqueda bibliográfica descrito inicialmente, se logró obtener un total de 100 artículos, publicados entre 2010 y 2020 (Redalyc 50, Google Académico 50).

Después de haber recopilado información relacionado al tema descrito se dividen en temas de interés para el lector, se evaluaron 100 documentos publicados en la base de datos, con respecto al tema, se descartaron artículos y tesis 92 que no cumplía los requerimientos del título de investigación, además, se analizaron 8 artículos en texto completo, puesta en función de un mecanismo en la base de datos el sistema arrojo un total de 6 artículos científicos y 2 tesis seleccionadas según la revisión sistemática.

En las (Tabla 6) y (Tabla 7) se muestran los artículos científicos y tesis de pregrado y posgrado que han sido utilizados para la recopilación de información.

De acuerdo con la Tabla 7 se obtuvo 6 artículos científicos acerca de la fertilización orgánica del cultivo de papa china, el país con más estudios realizados es Colombia con 2, seguido de Kediri, Sangolquí Ecuador, Hawái y BangladeshSub con 1 artículo cada país; además los años de publicación más destacados fue en el 2014 con una cantidad de 4 artículos por año.

Tabla 7
Artículos científicos revisados de acuerdo al estudio implementado

Autor	Año	Título	Nombre de la revista	País de estudio
Rahman et al.	2021	Efecto de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento de Mukhi kachu (*Colocasia esculenta*).	Ciencias Ambientales	Bangladesh
Miyasaca, Hollyer y Kodani	2017	Mulch and compost effects on yield and corm rols of taro	ELSEVIER	Hawái
Morales et al.	2016	Effect of Silicon in Taro Crop (*Colocasia esculenta*) in combination with two levels of organic matter.	Global Science Publications	Sangolquí, Ecuador
Talkah Abu	2015	Effect of organic fertilicer water haycintha on the growth and production plant Taro (*Colocasia esculenta* L.).	Journal of Environment and Earth	Kediri
Ararat, Sinisterra y Hernández.	2014	Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico húmedo colombiano.	Revista de Biología Tropical	Colombia
Correa et al.	2014	Efecto de la aplicación edáfica del silicio en diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta*) en combinación con dos niveles orgánicos.	Acta Agronómica	Colombia

Con respeto a la Tabla 8 se recopilo información de 2 tesis de grado y post grado acerca de la fertilización orgánica en el cultivo de papa china, los países más estudios realizados en Ecuador y Malasia con 1 tesis cada país, el año de publicación fueron 2014 y 2010 con una cantidad de una tesis por año.

Tabla 8
Tesis de pregrado y posgrado con información relevante de C. esculenta

Autor	Año	Título	País de estudio	Universidad
Ansah Sophia	2014	Evaluation of diferent soil amendments on growth and yield of three accessions of taro (*Colocasia esculenta*).	Malasia	Kwame Nkrumanh University of Science and Technology Kumasi. Ghana
Peñafiel Mónica	2010	Efecto de la aplicación edáfica del silicio en diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta*) en combinación con dos niveles orgánicos.	Ecuador	Universidad Politécnica del Ejército

4.1 Describir los tipos de fertilizantes orgánicos que se utilizan en la producción de papa china

Los resultados que se presentan a continuación reflejan los diferentes tipos de abonos orgánicos que más se utiliza en la producción de papa china.

Las grandes extensiones de terrenos presentan un intenso laboreo y uso de maquinaria agrícola ocasiona el deterioro de la estructura del suelo, por tal motivo los abonos orgánicos (compost, gallinaza y bocashi), se han recomendado aplicarlas en aquellas tierras sometidas a una agricultura de escala para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (López, Díaz, Martínez y Valdez, 2014).

4.1.1 Uso del compost en el cultivo de *C. esculenta*

El compost y otros tipos de abonos orgánicos que son aplicados al suelo tienen la capacidad de promover el control biológico de enfermedades de plantas. Estos abonos pueden introducir agentes de biocontrol y a su vez de suministrar alimento para su establecimiento y actividad, por medio del compost involucra mecanismos de antagonismo directo como la competencia, antibiosis y el hiperparasitismo (Espinosa, 2013).

4.1.2 Uso del Bocashi en el cultivo de *C. esculenta*

El Bocashi es un abono orgánico que ha sido utilizado por los agricultores japoneses desde hace muchos años como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos (Álvarez y Korsakov, 2016)

La palabra Bocashi es del idioma japonés y para el caso de la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, significa cocer al vapor los materiales del abono, aprovechando el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los mismos (Ramos y Terry 2017).

4.1.3 Uso de la gallinaza en el cultivo de *C. esculenta*

La gallinaza se maneja tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves (Estrada, 2018). La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros, conocido con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo.

4.1.4 Composición química de N, P, K en el cultivo *C. esculenta*

La aplicación de gallinaza fresca, puede provocar un considerable incremento de la actividad biológica del suelo, mientras que el estiércol de aproximadamente una semana de edad tiene efecto vitalizante máximo sobre la tierra (Kantarli, Kabadayi, Ucar y Yanik, 2016).

El fósforo, por ejemplo, una vez en el suelo, se libera mediante la acción de las fitasas que producen los microorganismos de este ecosistema. Después pasa a los ríos y lagos, y da lugar a los fenómenos de eutrofización de las corrientes de agua y de los reservorios acuáticos (Owamah, Alfa y Onokwai, 2020).

De acuerdo a la Tabla 9 con respecto a la composición química de los principales macroelementos del bocashi presentados en el estudio Morales et al. (2016), en el cultivo de papa china se obtuvo los siguientes datos: P (30.0 mg) y K (40.8 mg), que son aportes beneficiosos para el cultivo de *C. esculenta* para que tenga un buen desarrollo del cultivo.

Y de acuerdo al estudio realizado por Ansah (2016) indica que se obtuvo los siguientes datos N (0.52), P (62) y K (0.89) y en otro estudio con datos N (0.08) total que se presentó una fertilidad baja en cuanto a la relación C: N, además con el valor de P (16.38 g) y K (0.15).

Sin embargo, los resultados evidenciado en el artículo Mulch and compost effects on yield and corm rols of taro que fue estudiado en Hawái, el abono que presento un mejor análisis en cuanto a la composición química de los principales macroelementos fue el compost con:

N (2.2 %) y K (20.7 mg), el cual fue manejado en óptimas condiciones para el desarrollo y crecimiento de la planta por lo tanto el alto contenido de nutrientes se debe a que la área estudiada se viene utilizando grandes cantidades de abono orgánico.

Tabla 9
Composición química de los macroelementos primarios en el cultivo de C. esculenta

	N (nitrógeno)	P (fosforo)	K (Potasio)	Ref.
Compost	2.2 %	-	20.7 %	(Miyasaca, Hollyer y Kodani 2017)
	1.7 %	-	16.1 %	
Bocashi	-	30.0 mg	40.8 mg	(Morales et al. 2016)
Gallinaza	0.52 %	62 g	0.89 %	(Ansah, 2016)
	0.08 %	16.38 g	0.15 %	

4.2 Beneficios de la fertilización orgánica en el cultivo de papa china

En los estudios realizados de acuerdo a los diferentes autores se muestran los principales abonos orgánicos bocashi, compost y gallinaza, utilizados en el cultivo de papa china, como se muestra en la Tabla 10 con sus respectivas variables de estudio, donde se evidencio que abono es más eficaz para dicha especie.

De acuerdo con la literatura que se recopiló existe mayor información del abono de bocashi de acuerdo a los estudios realizados por Morales et al, Peñafiel y Ararat. En donde la variable del peso de cormo y rendimiento t ha presento mayor producción aplicando dicho abono en la especie de *C. esculenta,* según con los resultados obtenidos por Ararat, Sinisterra y Hernández en el año 2014 en la Revista de Biología tropical de Colombia, este estudio de evaluó el efecto del bocashi utilizados por materiales locales, que fueron sometidos a un proceso continuo de descomposición y remoción.

En comparación del abono de gallinaza con la autora Ansah, (2014) se manifestó información completa con las cuatro variables de estudio número de hojas, número de cormos, peso del cormo y rendimiento del cultivo en t ha. Pero con respeto a la variable del rendimiento se obtuvo 26.94 t ha en el cultivo de este tubérculo realizado en Malasia, a diferencia del abono bocashi que obtuvo menor rendimiento en su producción.

Afirma Talkah, 2015 publicado en Global Science Publications, el propósito de su investigación es determinar el efecto del fertilizante orgánico compost con respeto a las variables de peso del cormo 2 770 g y rendimiento fue de 45 t ha fue el mejor fertilizante

orgánico para la producción de *C. esculenta*, además proporciona beneficios para mejorar la productividad del cultivo y disminuye la contaminación ambiental.

Tabla 10
Beneficios de la fertilización orgánica en el cultivo de C. esculenta

	Número de hojas	Número de cormos	Peso del cormo (g)	Rendimiento t ha	Ref.
Bocashi	8.47	5.17	1 820	19.7 – 21 t ha	(Morales et al, 2016)
	7.65	-	1 560	-	(Peñafiel, 2010)
	4.86	-	2 478.5	42.47 t ha	(Ararat, Sinisterra y Hernández, 2014)
Gallinaza	4.5	9.77	615.5	26.94 t ha	(Ansah, 2014)
Compost	5.60	-	2 770	45 t ha	(Talkah, 2015)

Conclusiones

- Con respeto a los tres tipos de abonos estudiados compost, bocashi y gallinaza, el mejor fertilizante orgánico para el cultivo de papa china es el compost de acuerdo a las variables de los macroelementos primarios N, P, K, ya que son los de mayor demanda para el desarrollo y crecimiento vegetativo de la planta.
- La papa china es un cultivo que responde de manera favorable en la aplicación de abonos orgánicos y sus beneficios, esto se evidencio con respeto al alto contenido de peso de cormo y rendimiento con la aplicación del compost en dicho cultivo, además constituye una buena alternativa transformadora de los sistemas agrícolas sostenible desde el punto de vista productivo, ecológico y económico.

Recomendaciones

- Realizar más investigaciones acerca de los fertilizantes orgánicos en el cultivo de papa china, debido a que no se evidencio en la literatura consultada mucha información en relación al en el cultivo de *C. esculenta*, siendo esta especie muy significativa en nuestro país para los agricultores por ello se recomienda realizar más estudios básicos de los abonos orgánicos en esta especie.
- Se surgiere aplicar el compost para la papa china ya que contiene mayor macro nutrientes primarios que mejoran la fertilidad del suelo, además logrando un buen desarrollo de los bulbos y peso del cormo que indican un cultivo óptimo y así tener una buena relación con el medio ambiente.

Referencia

Ademiluyi, B., O. (2013). Evaluación de estrategias de manejo de malezas en Cocoyam (*Colocasia esculenta* L.) producción en Ado-Ekiti, Nigeria. *Revista internacional de Agricultura y Ciencias del Suelo*, *3*(2), 38-40.

AGRONET (2013). Estadísticas. Recuperado de http:// www.agronet.gov.co/Paginas/estadisticas.aspx

Aguilar, P., V., y Villalobos, D. H. (2013). Harina y almidones de yuca, ñame, camote y ñampi: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Revista Tecnología en Marcha, 26*(1), 37-45.

Aldaz, F. (2011). *Elaboración de pan a partir de la mezcla de cinco niveles de harina de trigo (Triticum vulgare) y harina de papa china (Colocasia esculenta) para mejorar su valor nutricional* (Tesis de grado). Universidad Estatal de Bolívar. Bolívar (Ecuador).

Álvarez, C., y Korsakov, R. (2016). *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos* (Tesis de grado). 1ra Edición. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Argentina. 1-167.

Alvear, C., Torres, X., y Mejía, M. (2007). Manual de agricultura alternativa principios, 1ra ed. Bogotá. San Pablo. 32-41.

Ansah, S. (2014). *Evaluation of diferent soil amendments on grown and vield of three accessions of taro* (*Colocasia esculenta*) (Tesis de pregrado). Kwame Nkrumanh University of Science and Techonology Kumasi Ghana. Malasia.

Ararat, M., Sinisterra, C., y Hernández, C. (2014). Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de "papa china" (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico Húmedo colombiano. *Revista de Biología Tropical*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/315999573_Valoraciones_agronomicas_y_de_rendimiento_en_la_cosecha_de_papa_china_Colocasia_esculenta_L_en_el_tropico_humedo_colombiano

Armas, M. (2012). Cultivo de papa china y pelma (malanga). Ecuador, provincia de Morona Santiago. Recuperado de https://es.slideshare.net/INGPAKOWPN/cultivo-de-la-

papa-china-y-pelma-ecuador-provincia-de-morona-santiago-mts-indfrancisco-martin-armas

Castellón, C., X, (2003). Determinación del periodo crítico de competencia de las malezas en malanga. *Ciencias y técnica agrícola. v* (11), Nº 2. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana – Cuba. 71 – 81.

Caviedes, D. (2012). *Elaboración de un abono tipo Bocashi a partir de desechos orgánicos y sub productos de industria láctea* (Tesis de grado). Universidad de San Buena Aventura Cali. Cali, Colombia.

Coenaga, R., y Chardon, U. (1995). Growh, yield and nutrient uptake of taro grown underupland conditions. *Tropical Agriculture. Vol.* (18). N°5. 1037-1048. Recuperado de: http://cat.inist.fr

Correa et al. (2014*).* Efecto de la aplicación edáfica del silicio en diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta)* en combinación con dos niveles orgánicos. Acta Agronómica. Recuperado de: http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/2607/1/T-ESPE-IASA%20I-004144.pdf

Cruz, W. (2013). *Manual básica producción de cultivo de papa china* (*Colocasia esculenta* L.) (Tesis de grado). obtenido del documento Universidad Estatal Amazónica.

Cundumí (2016). *Efecto de la aplicación de abono orgánico y de la densidad de siembra en el crecimiento y la producción de papa china* (*Colocasia esculenta* L.) *en Buenaventura D.E.* (Tesis de grado), Universidad del Pacífico, Buenaventura D.E, Colombia.

Díaz, J. (2008). Descubre los frutos exóticos. Frutos por familia Arácea. 64-73.

Danon, M., y Hadar, P, (2009). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile.

Estrada, M. (2018). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista. V 12*(3). 35-38. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf

GADPPz (2014). Plan de Productivo Provincia de Pastaza. Obtenido de http://www.pastaza.gob.ec/pdf/plan_productivo_pastaza_borrador.pdf

Hidalgo, I. (2012). Elaboración de mermelada de naranjilla (*Solanum quitoense*) con adición de diferentes niveles de papa china (*Colocasia esculenta*) y pectina en el cantón Pastaza, Provincia de Pastaza. 24-25.

Hilming, L. (2009). Sistemas de producción del ocumo chino (*Colocasia esculenta* L.) con financiamiento de FONCRAMO en el Municipio Bolívar del estado Monagas 2001-2002. Disponible en http://www.bioline.org.br/request7cg04011

INATEC, (2017). Manual de protagonista Raíces y tubérculos. Nicaragua. 11-16. Obtenido de https://www.jic<.go.jp/project/nivaragua/007/materials/ku57pg0000224spz-att/Raices_y_Tuberculos.pdf

Kantarli, I., Kabadayi, A., Ucar, S., y Yanik, J. (2016). Conversión of poultry wastes into energy feedstocks. Waste Management, Recuperado de: https://creativecommons.org

Lasso, N. (2020). La papa china: un cormo con potencial en el Pacífico colombiano.

López, J., Díaz, A., Martínez, E., y Valdez, R. (2009). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento. TIERRA Latinoamericana. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf

López, M., y Vásquez (2013). Capitulo III raíces y tubérculos Eds. R.M, Ojeda; L.J, mora 2da ed. Habana, Cuba. Obtenido de http:www.fao.org/Regional/Lamerica/segalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap3.htm#f27

Lozada, A. F. (2005). *Producción de cultivo de papa china utilizando dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica* (Tesis de grado). Recuperado de http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5423/4/T-ESPE-IASA%201-002856.pdf

Lozada, W. (2005). Alternativas de alimentación por zonas. Memorias Curso Premier Programa. Alltech-Nutec. Capítulo 5.

MAG (2018). Cultivos de importación Nacional. Recuperado de https://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenegro/23-sector-agrario/cultivos-de-importancia-nacional/183-papa?start=1

MAGAP, (2011). Entrevista realizada por el Telégrafo, Papa china busca mercado internacional.

Miyasaca, G., Hollyer, A., y Kodani, T. (2017). Muld and compost effects on yield and corm rols of taro. *ELSEVIER*. Recuperado de: https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037842900100154X

Morales et al. (2016). Effect of Silicon in Taro Crop (*Colocasia esculenta*) in combination with two leves of organic matter. *Global Science Publications v 6* (2), 31-39 Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/EmilioBasantes/publication/315091407_Effect_of_silicon_in_Taro_crop_Colocasia_esculenta_in_combination_with_two_levels_of_organic_matter/links/58c9f345aca27286b3afa2e5/Effect-of-silicon-in-Taro-crop-Colocasia-esculenta-in-combination-with-two-levels-of-organic-matter.pdf

Mosquera, E., y Cárdenas, D. (2006). Programa tecnológico de la papa china (*Colocasia esculenta* L.) en la Provincia de Pastaza. Pastaza: Consejo Provincial de Pastaza, pag. 103.

Owamah, H., Alfa, M., I., y Onokwai, A. (2020). Preliminary evaluation of the effect of chicken feather with no major pre-treatment on biogas production from horse dung. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management. Recuperado de: https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100347

Peñafiel, M. (2010). *Efecto de la aplicación eáfica del silicio en diferentes dosis en el cultivo de la papa china* (*Colocasia esculenta*) *en combinación con dos niveles orgánicos* (Tesis de grado). Universidad Politécnica del Ejercito. Ecuador.

Peñafiel, M., L. (2009). Efecto de la aplicación edáfica del silicio en diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta* L.) en combinación con dos niveles de abonos orgánicos. 84

Posligua, R., Ramos, L., y Suárez, H. (2009). *Proyecto de Inversión para la Elaboración y Comercialización de un Snack Artesanal a base de Papa China orgánica para el consumo en el mercado Guayaquileño* (Tesis de grado). Universidad politécnica del litoral. Facultad de economía y negocios, Guayaquil-Ecuador.

Puerres, J. (2010). *Colecta y características básicas de cuatro raíces: Yuca* (*Manitot spp*), *Camote* (*Ipomoca batatas*), *Papa china* (*Colocasia esculenta*), *Malanga* (*Xanthosoma sagittifolium*), *como parte del rescate de la agrobiodiversidad en la Provincia de Imbabura*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica del Norte, Quito.

Rahman et al. (2021). *Efecto de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento de Mukhi kachu* (*Colocasia esculenta*) (Tesis posgrado). Universidad politécnica de Ambato. Facultad de ciencias agropecuarias, Ambato-Ecuador.

Ramos, D., y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas.

Restrepo, J. (2010). La agricultura orgánica y panes de piedra: Abonos orgánicos fermentados. 1a ed. Colombia: *Feriva S.A. v 15* (2). 86. ISBN 978-958-44-126-1.

Rodríguez, B., y Caicedo, Q. (2013). Una reseña sobre el uso de tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta*) conservando en forma de ensilaje para alimentar cerdos. *Revista electrónica de Veterinaria 15*(1): 1-11.

Talkah, A. (2015). Effect of organic fertilicer water haycintha on the growth and production plant taro (*Colocasia esculenta* L.). *Journal of Environment and Earth*. *Vol. 5*, N°22 Recuperado de: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.735.4774&rep=rep1&type=pdf

Urbina, M., F. (2010). Cultivo de la papa china y pelma, Ecuador, provincia de Morona Santiago. Obtenido de https://es.slideshare.net/INGPAKOWPN/cultivo-de-la-papa-china-y-pelma-ecuador-provincia-de-morona-santiago-mts-ingfrancisco-urbina-martin.

Villacrés, N. (2009). Papa china orgánica (*Colocasia esculenta*). Pastaza: Consejo Provincial de Pastaza.