

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



CENTRO DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN SISTEMAS AGROPECUARIOS

Proyecto de Innovación presentado en opción al grado científico de Máster en Agronomía.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE PAPA CHINA
[*Colocasia esculenta* (L.) Schott], A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN
ORGÁNICA (GALLINAZA) EN EL CANTÓN SANTA CLARA, PROVINCIA DE
PASTAZA.

AUTORA:

Ing. Betty Amparito Reinoso Galora

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Dr. Reinaldo Demesio Alemán Pérez, PhD.

Puyo-Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Betty Amparito Reinoso Galora, con C.I: 1600692626, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el presente Proyecto de Innovación bajo el tema: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE PAPA CHINA [*Colocasia esculenta* (L.) Schott], A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (GALLINAZA) EN EL CANTÓN SANTA CLARA, PROVINCIA DE PASTAZA”, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad, a la vez cedemos los derechos de autor a la Universidad Estatal Amazónica, para que pueda realizar publicaciones sobre la misma de la forma que crea conveniente, así como su almacenamiento tanto en medios físicos como electrónicos.

Betty Amparito Reinoso Galora

AVAL

Quien suscribe Reinaldo Demesio Alemán Pérez. Director del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Innovación titulado: **“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE PAPA CHINA [*Colocasia esculenta* (L.) Schott], A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (GALLINAZA) EN EL CANTÓN SANTA CLARA, PROVINCIA DE PASTAZA”**, a cargo de Betty Amparito Reinoso Galora egresada de la segunda cohorte de la Maestría en Agronomía mención Sistemas Agropecuarios de la Universidad Estatal Amazónica.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Innovación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la Institución por lo que se encuentra listo para ser sustentado.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de Innovación para que sea presentado ante la Dirección de Postgrado como forma de titulación como Magister en Agronomía mención Sistemas Agropecuarios y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que así conste, firmo la presente a los 8 días del mes de marzo de 2021.

Atentamente,

Reinaldo Demesio Alemán Pérez.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INNOVACION

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Este Proyecto de Innovación fue revisado y aprobado por el siguiente tribunal de sustentación de la Universidad Estatal Amazónica:

Dr. C. Segundo Valle, Ph. D.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Dr. C. Javier Domínguez, Ph. D.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Dr. C. Bélgica Yaguache, Ph. D.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CENTRO DE POSTGRADOS
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

OFICIO N° 003-RA-UEA-2021

Puyo, 09 de marzo del 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que, el trabajo de titulación “**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE PAPACHINA *Colocasia esculenta* (L.) Schott A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (GALLINAZA) EN EL CANTÓN SANTA CLARA, PROVINCIA DE PASTAZA**”, correspondiente a **Betty Amparito Reinoso Galora** con número de cédula 1600692626, de la maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuarios cuyo director del proyecto es el Dr. Reinaldo Demesio Alemán Pérez, PhD, proyecto que ha sido revisado mediante el sistema anti plagio Urkund, reportando una similitud del 7%, informe generado el día 09 de marzo del 2021 por parte del director del proyecto.

Particular que comunico para los fines pertinentes

Dr. Reinaldo Demesio Alemán Pérez PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN



Document Information

Analyzed document Tesis Betty Reinoso_Urkund.docx (D97800924)
Submitted 3/10/20214:09:00AM
Submitted by
Submitter email raleman@uea.edu.ec
Similarity 7%
Analysis address raleman.uea@analysis.arkund.com

Sources included in the report

AGRADECIMIENTOS

Agradecida infinitamente, en primer lugar, a mi Dios, a mi madre y a mi hermana que han sido mi aliento y mi fortaleza en cada momento y aspecto de mi vida.

Su apoyo incondicional, ahora que he culminado una meta más en mi vida profesional me permitieron sobre llevar todos los obstáculos que se generaron durante esta etapa. Sus consejos y regaños hicieron de mí una persona de bien.

A toda mi familia porque sé que a pesar de la distancia, su confianza en mí y en mis capacidades influyeron positivamente en cada uno de mis logros académicos.

De manera muy especial agradezco a mi tutor, el Dr. Reinaldo Demesio Alemán Pérez, por su tiempo y dedicación durante el proceso de titulación, así como también a sus amplios conocimientos, de igual manera al Ing. Ernesto Ibarra Téllez, a mi querida Ing. Sandra Luisa Soria Re, coordinadora de la maestría, quien son su carisma, dedicación y amor hacia sus estudiantes nos ha sabido guiar en el transcurso del periodo académico y a los docentes de cada uno de los módulos. Sus enseñanzas nos permitieron crecer como personas y profesionales para el futuro de nuestro país.

DEDICATORIA

Dedico de todo corazón a mi Dios, quien a través del Espíritu Santo ha sido y será la fuente de la verdadera sabiduría, puesto que, ha guiado mis días providencialmente hasta hoy y lo seguirá haciendo en este mundo.

A mi mamá, Luisa Galora, quien ha sido y es pilar fundamental en cada momento de mi vida, gracias a su amor incondicional me educó y me formó con buenos principios y valores, dándome la fortaleza de seguir adelante, en los buenos y malos momentos, creyendo en mis sueños y alentándome en superar mis metas.

A mi familia en general, que a pesar de la distancia, su apoyo y aliento se hizo evidente en el transcurso de la carrera profesional.

A mi tutor de proyecto el Dr. Reinaldo Alemán y a la Ing. Msc. Sandra Soria por brindarme su apoyo, tiempo invertido y dedicación, por confiar en mis capacidades.

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto de Innovación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento morfofisiológico y productivo de dos variedades de papa china [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] bajo la influencia de tres niveles de fertilización orgánica en Santa Clara, Pastaza, Ecuador. Se utilizó un diseño bifactorial en bloques completamente al azar. Se conformaron seis tratamientos con tres réplicas en parcelas de 30 m² para un área total de 1 008 m². Se evaluaron variables morfofisiológicas como altura de planta, diámetro de pseudotallo, número de hijos, largo y ancho de hojas, número de hojas, área foliar, índice de área foliar y potencial fotosintético a los 60, 90, 120, 150 y 180 días de plantación. Los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola se evaluaron al momento de la cosecha. Se realizó el análisis de varianza doble, empleándose la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad del 95 % y se determinó la interacción entre los factores. Los resultados mostraron que la interacción afectó de manera significativa y en momentos determinados, únicamente sobre la altura de planta y número de hijos. Las variables diámetro de pseudotallo y número de hojas no presentaron diferencias significativas. Los indicadores fisiológicos y productivos fueron afectados estadísticamente de manera individual por cada uno de los factores. Independientemente de la variedad, las variables tanto morfofisiológicas como productivas resultaron mayores cuando se aplicó la dosis de 3 kg/planta de gallinaza. Los mayores rendimientos agrícolas fueron alcanzados por la variedad morada con 55 684,63 kg/ha y el nivel de fertilizante 3 kg/planta con 63 941,01 kg/ha.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, región Amazónica Ecuatoriana, recursos fitogenéticos, abonos orgánicos.

ABSTRACT

The Innovation Project aimed to evaluate the morphophysiological and productive behavior of two varieties of Chinese potato [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] under the influence of three levels of organic fertilization in Santa Clara, Pastaza, Ecuador. A completely randomized bifactorial block design was used. Six treatments were formed with three replications in plots of 30 m² for a total area of 1 008 m². Morphophysiological variables such as plant height, pseudostem diameter, number of offspring, length and width of leaves, number of leaves, leaf area, leaf area index and photosynthetic potential at 60, 90, 120, 150 and 180 days of age were evaluated plantation. The components of yield and agricultural yield were evaluated at the time of harvest. The double variance analysis was performed, using the Tukey test at a probability level of 95% and the interaction between the factors was determined. The results showed that the interaction affected significantly and at certain times, only on the height of the plant and the number of children. The variables pseudostem diameter and number of leaves did not show significant differences. The physiological and productive indicators were statistically affected individually by each of the factors. Regardless of the variety, both morphophysiological and productive variables were higher when the dose of 3 kg/chicken manure plant was applied. The highest agricultural yields were achieved by the purple variety with 55 684, 63 kg/ha and the fertilizer level 3 kg/plant with 63 941, 01 kg/ha.

Keywords: Food security, Ecuadorian Amazon region, plant genetic resources, organic fertilizers.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO | 3 |
| 1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | 3 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.3.1 General:..... | 3 |
| 1.3.2 Específicos:..... | 3 |
| CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 4 |
| 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO (<i>C. esculenta</i>)..... | 4 |
| 2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL CULTIVO..... | 6 |
| 2.3 VARIETADES DEL GÉNERO <i>COLOCASIA</i> | 7 |
| 2.4 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS..... | 8 |
| 2.5 PRINCIPALES ASPECTOS DE LA FITOTECNIA DEL CULTIVO..... | 9 |
| 2.6 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO. | 12 |
| 2.7 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA. | 12 |
| 2.8 GALLINAZA COMO ALTERNATIVA DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE PAPA CHINA..... | 13 |
| 2.9 COMPOSICIÓN DE LA GALLINAZA. | 14 |
| 2.10 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA CHINA. | 16 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 18 |
| 3.1 LOCALIZACIÓN..... | 18 |
| 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN. | 19 |
| 3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN. | 19 |
| 3.4 METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE DATOS..... | 20 |
| 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 22 |
| 3.6 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES. | 22 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |

| | |
|---|----|
| 4.1 EFECTO DE LA INTERACCIÓN DE LAS VARIEDADES Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON GALLINAZA SOBRE LOS INDICADORES MORFOLÓGICOS..... | 23 |
| 4.2 INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES DE PAPA CHINA Y NIVELES DE FERTILIZACION ÓRGANICA SOBRE INDICADORES FISIOLÓGICOS EN DIFERENTES MOMENTOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO..... | 33 |
| 4.2.1 INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES DE PAPA CHINA Y NIVELES DE FERTILIZACION SOBRE LOS INDICADORES FISIOLÓGICOS AF, IAF, PF... .. | 34 |
| 4.3 EFECTO DE LAS VARIEDADES DE PAPA CHINA Y NIVELES DE FERTILIZACION CON GALLINAZA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA. | 40 |
| 4.3.1 INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON GALLINAZA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA. | 40 |
| 4.3.2 INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES DE PAPA CHINA SOBRE ALGUNOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO. | 41 |
| 4.3.3 INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (GALLINAZA) SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA. | 42 |
| 4.4 RESPUESTA ECONÓMICA AL INCREMENTO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON GALLINAZA..... | 44 |
| 4.5 PRESENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO. | 46 |
| CONCLUSIONES | 47 |
| RECOMENDACIONES..... | 48 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 49 |
| CAPITULO V. ANEXOS..... | 60 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa china..... | 4 |
| Tabla 2. Principales enfermedades en el cultivo de papa china. | 11 |
| Tabla 3. Principales plagas en el cultivo de papa china | 11 |
| Tabla 4. Composición nutricional de la gallinaza | 14 |
| Tabla 5. Efecto de la interacción de las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica sobre variables morfológicas. | 23 |
| Tabla 6. Influencia de las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica sobre la altura de la planta..... | 26 |
| Tabla 7. Influencia de las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica sobre el número de hijos..... | 27 |
| Tabla 8. Análisis de varianza del efecto de las variedades y niveles de fertilización orgánica sobre indicadores fisiológicos. | 34 |
| Tabla 9. Análisis de varianza del efecto de las variedades y niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola..... | 40 |
| Tabla 10. Efecto de las variedades sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola. | 42 |
| Tabla 11. Efecto de los niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola..... | 44 |
| Tabla 12. Relación costo/beneficio de cormelos papa china categoría primera o de exportación. | 45 |
| Tabla 13. Cantidad de nutrientes en el suelo y su conversión a forma de expresión en los fertilizantes. | 63 |
| Tabla 14. Requerimientos de nutrientes en forma de fertilizante para el cultivo de papa china..... | 63 |
| Tabla 15. Requerimiento de gallinaza en kg/ha y kg/planta..... | 63 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Esquema de la papa china (<i>C. esculenta</i>)..... | 5 |
| Figura 2. Ubicación geográfica del área experimental..... | 18 |
| Figura 3. Diseño experimental y distribución de los tratamientos en el área experimental..... | 20 |
| Figura 4. Variación del diámetro de pseudotallo según las variedades de papa china (a) y niveles de fertilización orgánica (b).Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas..... | 29 |
| Figura 5. Variación del número de hojas según las variedades de papa china (a) y niveles de fertilización orgánica (b).Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas..... | 32 |
| Figura 6. Variación del Área foliar (AF) según las variedades (a) y niveles de fertilización orgánica (b) en diferentes momentos de evaluación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. | 35 |
| Figura 7. Variación del índice del área foliar (IAF) según las variedades de papa china (a) y niveles de fertilización orgánica (b) en diferentes momentos de evaluación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. | 37 |
| Figura 8. Variación del Potencial fotosintético (PF) según las variedades y niveles de fertilización orgánica a los 180 días de evaluación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. | 39 |

INDICE DE ECUACIONES

$$AF = y = 18,2239 + 1,0247 (L * A) \dots \dots \dots (1)$$

$$PF = \sum [(Af + Ai/2)] \times t \dots \dots \dots (2)$$

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

| | |
|------------|---------------------------------|
| AF | ÁREA FOLIAR |
| IAF | ÍNDICE DEP ÁREA FOLIAR |
| IPF | ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD FOLIAR |
| A1 | ÁREA FOLIAR INICIAL |
| A2 | ÁREA FOLIAR FINAL |
| T1 | TIEMPO INICIAL |
| T2 | TIEMPO FINAL |
| PF | POTENCIAL FOTOSINTETICO |
| Af | ÁREA FINAL |
| Ai | ÁREA INICIAL |
| t | TIEMPO |
| DDP | DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN |
| RAE | REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA |
| DDP | DIAS DESPUES DE LA PLANTACION |

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

A nivel mundial, el sector agrícola constituye el eje principal del sustento de la humanidad puesto que garantizan la seguridad y soberanía alimentaria. El cultivo de raíces, rizomas y tubérculos es una de las principales y más importantes actividades agrícolas de trascendencia para la subsistencia del ser humano, por lo que, la producción de los mismos genera una gran relevancia en la economía de las regiones del planeta (Orozco, Garcés, & Rivera, 2014).

La papa china [*Colocasia esculenta* (L.) Schott], es un cormo tropical que pertenece a la familia *Araceae* y ha sido reconocida por sus cormelos que constituyen una fuente barata de carbohidratos con relación a otras especies de tubérculos, debido a su alto contenido de almidón (Himeda et al., 2012). En la actualidad ocupa el decimocuarto lugar entre los cultivos hortícolas de primera necesidad ya que su producción mundial sobrepasa los 11 millones de toneladas métricas (Caicedo, 2018). Además, se sitúa en el quinto puesto en el cultivo de raíces y tubérculos a nivel mundial (FAO, 2010).

En Ecuador, la región Amazónica ecuatoriana cuenta con una amplia variedad de recursos fitogenéticos potencialmente importantes que constituyen la base fundamental de la dieta de los pobladores rurales y nativos; *C. esculenta* es uno de los alimentos más antiguos de gran trascendencia nutricional y ecológica, que por su facilidad de adaptación y propagación se ha convertido en una de las especies más cultivadas por los pobladores de la Provincia de Pastaza, donde se ha observado un incremento del 10% anual de la superficie, debido al interés del mercado internacional (Morales, Peñafiel, Barahona, & Mohiddin, 2016). Según Pineda (2020), en la provincia de Pastaza se cultivan 71 has/año, con un costo de producción por hectárea de \$ 3 295,95 y sus zonas de importancia productiva son las parroquia Teniente Hugo Ortiz, San José, El triunfo y el cantón Santa Clara.

Sin embargo, los agricultores de la zona han tenido que enfrentar limitaciones que están relacionadas con la calidad de los recursos naturales, principalmente el recurso suelo que se caracteriza por tener pH ácidos y aluminio intercambiable, alto contenido de materia orgánica y baja disponibilidad de nutrientes causada por las condiciones climáticas, como el elevado índice de pluviosidad, puesto que provoca la pérdida de nutrientes por lixiviación y lavado; así como también por la topografía de los terrenos con pendientes superiores (5 - 30 %) a los requeridos por el cultivo. A esto se suma los bajos rendimientos, causado por el uso ineficiente de los fertilizantes orgánicos provenientes de fuentes diversas del territorio amazónico, considerado como factor limitante, debido a que los productores desconocen de su composición (no cuentan con análisis de laboratorio), los procesos de descomposición de

la materia orgánica no son eficientes, además no se realizan análisis de suelo y por ende no se formula, teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo, puesto que la papa china es exigente en elementos como nitrógeno (N), fósforo (P), pero principalmente potasio (K) (Domínguez, 2018).

La fertilización orgánica e inorgánica es parte importante en el manejo agronómico de los cultivos cuyo propósito es satisfacer los requerimientos de nutrientes en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad permitiendo que la planta exprese su máximo potencial productivo para obtener una alta rentabilidad logrando una alta producción del mismo (Alemán, Bravo y Fargas, 2018). En este aspecto, las diferentes alternativas de abonos orgánicos ayudan a mejorar las propiedades del suelo agrícola de forma generalizada favoreciendo una mejor fertilidad integral, ya que por un lado cambia su estructura ayudando a tener un suelo más poroso, con más capacidad de retener agua y aire. Por otro lado, aumenta la materia orgánica del suelo optimizando la nutrición y el rendimiento de los cultivos, liberando alimento para las plantas en forma de nutrientes de una manera constante y lenta, esto significa que una vez incorporadas al suelo se disuelven lentamente y ponen a disposición de las raíces los nutrientes en forma gradual y sostenida acorde con el ritmo de crecimiento y desarrollo del cultivo. Además, también incrementa y favorece el desarrollo de la actividad biológica del suelo, amortigua y retarda los procesos de cambio del pH y corrige condiciones de toxicidad que dificultarían el buen crecimiento de los cultivos (López, Díaz, Martínez y Valdez, 2001).

En este contexto, el empleo de una fuente de fertilización orgánica como la gallinaza representa una de las prácticas agroecológicas para los sistemas de producción en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), puesto que atiende a las condiciones de sus suelos y a sus particularidades climáticas. La aplicación de esta alternativa permite obtener producciones de alta calidad biológica en armonía con los ecosistemas y con mejores ingresos en beneficio de los agricultores (Rivas & Jori, 2016).

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad, relativamente concentrado, de rápida acción y de bajo costo en comparación a otras alternativas orgánicas, puesto que contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad (Hernández y Cruz, 1993). Es una fuente de N, P y en menor grado K, M.O, Ca y oligoelementos como B, Mn, Cu y Zn, macro y micronutrientes que contribuyen a la fertilidad del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua, disminuye la erosión hídrica, mejora la aireación del suelo y tiene un efecto beneficioso sobre los microorganismos. Esto

hace que sea un producto muy positivo sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando los rendimientos de los cultivos (Marín, Castro y Escalante, 2015). Con estos antecedentes, el propósito de esta investigación fue estudiar dos aspectos importantes en el establecimiento del cultivo de papa china para las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía Ecuatoriana como son: las variedades de papa china bajo la influencia de los niveles de fertilización con gallinaza.

1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO

- ¿Cómo inciden los niveles de fertilización orgánica en el comportamiento morfofisiológico y productivo de las variedades de papa china en el cantón Santa Clara, provincia de Pastaza?

1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

- Niveles óptimos de fertilización orgánica con gallinaza mejorará los indicadores morfofisiológicos y productivos de las variedades de papa china blanca y morada en las condiciones edafoclimáticas del Cantón Santa Clara.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General:

1. Determinar el comportamiento morfofisiológico y productivo de las variedades de papa china blanca y morada bajo la influencia de tres niveles de fertilización orgánica (gallinaza) en el cantón Santa Clara, provincia de Pastaza.

1.3.2 Específicos:

1. Evaluar los indicadores morfofisiológicos de dos variedades de papa china bajo tres niveles de fertilización orgánica en las condiciones edafológicas del cantón Santa Clara.
2. Comparar los parámetros productivos de las variedades de papa china con diferentes niveles de fertilización orgánica.
3. Efectuar la valoración económica de cada variedad de papa china según los niveles de fertilización orgánica.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO (*C. esculenta*).

Se conoce con el nombre de Papa china o taro (Figura 1), a la especie comestible de la familia Aráceas, es originaria de Oceanía y sureste de Asia. Es uno de los rizomas rico en nutrientes y valioso en los países de clima tropical y subtropical, la cual se cultiva para la alimentación humana, animal y para diferentes usos industriales (FAO, 2019). Este cultivo forma parte de la dieta diaria de millones de personas alrededor del mundo, constituyendo un alimento esencialmente energético debido al contenido de almidón, fibra dietaria, vitaminas y minerales (Caicedo, 2018). Es una especie herbácea que no tiene tallo aéreo sino un rizoma o tallo principal subterráneo corto, del que brotan ramificaciones secundarias, laterales, horizontales, engrosadas, comestibles y que se les conoce como cormelos (Móntalo, 1991). Se detalla la clasificación taxonómica en la Tabla 1.

Tabla 1

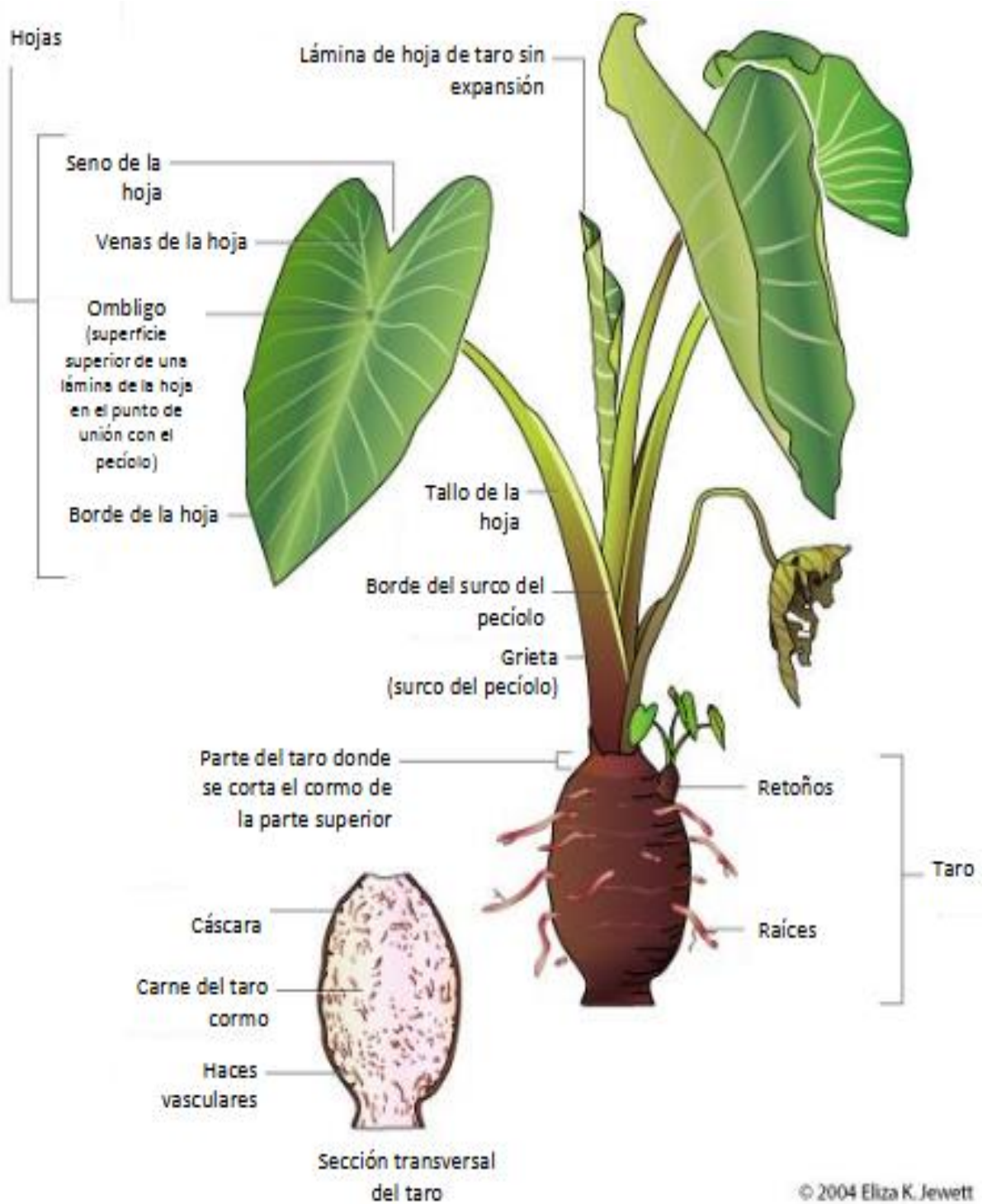
Clasificación taxonómica de la papa china.

| | |
|-------------------|--|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Orden | Alismatales |
| Familia | Araceae |
| Genero | <i>Colocasia</i> |
| Especie | <i>Esculenta</i> |
| Nombre científico | [<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott]. |
| Nombre vulgar | Taro, cará, papa china, ñampi. |

Fuente: Móntalo (1991)

Figura 1

Esquema de la papa china (C. esculenta).



Fuente: Jewett, (2004).

2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL CULTIVO.

La papa china o taro es una planta herbácea, suculenta y glabra que consiste en un cormo central comestible, grande, esférico, elipsoidal o cónico del que se originan los cormelos, raíces y parte aérea, alcanzan una altura de 1 a 3 m dependiendo la adaptabilidad de la especie (Hidalgo, 2012).

2.2.1 Raíz

Las raíces brotan tanto del cormo como de los cormelos, son fibrosas y de color blanco en la etapa juvenil pero al alcanzar su madurez se tornan amarillo oscuro y su diámetro varía de 3 a 6 mm, alcanzando una longitud de hasta 2 m. La raíz primaria alcanza un aproximado de 30 a 40 cm de profundidad (Armas, 2019).

2.2.2 Pseudotallo

No posee un tallo aéreo. Es un tallo engrosado y subterráneo, de base hinchada y crecimiento vertical que contiene nudos y abultamientos de los que salen yemas, se encuentra envuelto por hojas secas. La primera yema será la parte aérea de la planta (Armas, 2019).

2.2.3 Pecíolo

El pecíolo es cilíndrico en la base y acanalado en la parte superior, mostrando una coloración que varía según el clon. Es característica distintiva la presencia de líneas longitudinales amarillas o rosadas y de manchas o puntos rojizos a violáceos hacia la base. El pecíolo se inserta en la parte media del limbo de la hoja del cual se inserta directamente a los tres nervios principales; el ángulo que forma el pecíolo con la lámina es característica varietal. En algunos clones la inserción del pecíolo determina que la lámina tome una posición vertical y en otros inclinada. La proporción largo-ancho varía con el clon. De la inserción del pecíolo parte el nervio central, que termina en el ápice de la hoja y dos nervios basales. El color varía de verde-claro a verde púrpura (Montaldo, 1991).

2.2.4 Hojas

Las hojas son por lo general de forma peltada. Se producen en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formando un pseudotallo corto. Las hojas nuevas salen enrolladas de entre los pecíolos de las ya formadas y las laterales más viejas se marchitan y secan. En los primeros seis meses el área foliar se incrementa rápidamente, para luego mantenerse estable mientras aumenta el peso de los órganos subterráneos (Dávila, 2011).

2.2.5 Inflorescencia

Dos o más inflorescencias emergen del meristemo apical del cormo, entre los pecíolos de las hojas. Se forman de una hoja envolvente denominada espata que rodea el espádice. Son

estructuras características de las aráceas. Del eje de éste último se insertan las flores sésiles. En la parte inferior lleva flores pistiladas las cuales no se desarrollan, se secan y desprenden. Tiene una producción errática de semillas, pero se conocen casos de formación de semillas normales en numerosos sitios de su distribución geográfica (Angamarca, 2013).

2.2.6 Cormelos

Del corno central se desarrollan cormelos laterales recubiertos con escamas fibrosas. El color de la pulpa por lo general es blanco, pero también se presentan clones coloreados hasta llegar al violáceo. Según el clon, la forma varía de cilíndrica hasta casi esférica y el tipo de ramificación desde simple a muy ramificada. Presenta marcas transversales que son las cicatrices de la hoja con frecuencia con fibras y está cubierta por una capa corchosa delgada y suelta (Rueda & Alexander, 2011).

2.3 VARIEDADES DEL GÉNERO *COLOCASIA*.

La papa china es conocida con diversos nombres que los hacen característicos de cada región como por ejemplo taro, bore, ocumo, quiquisque, pero para saber que se trata del mismo tubérculo se identifica como *Colocasia esculenta*, que es su nombre científico.

Posee diferentes denominaciones según el país, entre ellas, en Estados Unidos: *Dasheen*, *Eddoe*; Venezuela: *Ocumo*, *Danchi*; República Dominicana: *Yautia*; Perú: *Pituca*, *Calusa*; Colombia: *Malangay*, *Bore*, *Mafafa*; Ecuador: *Papa china*; Cuba: *Malanga*, *Guagua*; China: *Ya*; Brasil: *Mangarito*; Japón: *Imo* (Montaldo, 1991).

Mosquera y Cárdenas (2006), plantean que se consideran dos especies del género *Colocasia*: *C. Antiquorum* y *C. esculenta*, indicando a esta última como un conjunto de clones que representan a la papa china. Son conocidas diversas variedades; los cultivares que tienen un corno central grande (diploide) y los que poseen muchos cormos secundarios pequeños denominados triploides.

La Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (2006), señala que la especie comestible *C. esculenta* presenta 28 cromosomas en los diploides que corresponden a los tipos de un solo corno grande central y 42 en los triploides que corresponden a los tipos de muchos cormelos secundarios. Las variedades o clones más sobresalientes son: Púrpura y Common en el Oeste de la India; Mumu en Fiji y Trinidad en USA.

Según describe Villacrés (2009), en Ecuador esta especie vegetal se conoce como papa china, sobresaliendo la variedad local blanca por su demanda en el mercado internacional y una variedad negra o morada que recientemente está cubriendo las áreas de cultivo. Estas variedades se distinguen por sus componentes tanto morfológicos y productivos.

Blanca: Apetecida por su forma, color, redonda - bolona, apreciada por el mercado nacional e internacional. Esta variedad presenta mayor rendimiento y uniformidad en los tubérculos según describen los productores.

Morada o negra: cormelo de forma redonda y de coloración violácea, es poco conocida y su cultivo es limitado. Esta variedad presenta menor rendimiento en comparación con la variedad local. Son de fácil adaptación debido a su forma de vida silvestre.

2.4 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS.

La papa china es una planta netamente tropical. Para su desarrollo óptimo requiere las siguientes condiciones edafoclimáticas:

2.4.1 Temperatura: Debe haber temperaturas promedio no inferiores a 20 °C, siendo la óptima entre 25 - 30 °C. Las temperaturas menores de 18 °C detienen el crecimiento e interrumpen la fotosíntesis (Montaldo, 1991). Las temperaturas óptimas para la brotación de las yemas están entre 25 - 28 °C. Temperaturas nocturnas de 14 - 17 °C favorecen la formación de cormelos, puesto que a bajas temperaturas se producen más sustancias tuberizantes. Temperaturas nocturnas superiores a los 29 °C tienen un efecto contrario (Puerres, 2010).

2.4.2 Humedad: El requerimiento hídrico del cultivo es de 1 800 - 2 500 mm al año bien distribuidas durante el ciclo biológico y estos requerimientos de grandes cantidades de agua probablemente se deban a que la papa china es una planta suculenta, es decir, que aproximadamente un 60 - 70 % de la planta está compuesta de agua, por lo que al no existir suficiente humedad en el suelo, las hojas cambian la coloración volviéndose amarillentas al marchitarse (Zapata & Velásquez, 2013).

2.4.3 Fotoperiodo: El mejor desarrollo se alcanza con períodos de 11 - 12 horas luz, este rango de tiempo de horas luz incide directamente en la morfología y botánica de la planta, como son; el número de hojas, altura de la planta, número y desarrollo del cormo, además del número de hijos. Sin embargo, la planta probablemente podría lograr buenos resultados con rangos de fotoperiodos más cortos de 8 - 10 horas luz, sin perturbar su desarrollo foliar, ni el desarrollo del cormo (CHEMONICS INTERNACIONAL INC, 2004).

2.4.4 Altitud: Se adapta desde el nivel del mar hasta 1 500 msnm (Manner & Taylor, 2011).

2.4.5 Tipo de suelo: En cuanto al tipo de suelo, las plantas se adaptan más a aquellos profundos, fértiles, con suficiente materia orgánica y bien drenada. Deben evitarse los suelos con alto contenido de arcilla o arena. El pH óptimo debe ser entre 5,5 - 6,5. Puede adaptarse también a espectros de 4,5 - 7,5. El cultivo muestra problemas en suelos rocosos y pedregosos ya que deforma el cormo y se dificulta la cosecha. Los suelos muy pesados dificultan la emergencia de las plantas y el desarrollo de los cormelos (Cifuentes y Mancero, 2009).

2.5 PRINCIPALES ASPECTOS DE LA FITOTECNIA DEL CULTIVO.

La papa china se reproduce de forma asexual o por vía agámica, este tipo de propagación asegura la multiplicación de esta especie, mediante cormo principal o cormelos secundarios con la desventaja que su uso prolonga el periodo de cosecha. El material vegetativo debe seleccionarse de plantas sanas, vigorosas y de buena producción, si se utilizan cormelos como semilla, estos deben ser bien formados, sanos, uniformes y de tamaño mediano según recomienda (Carvajal, 2009).

2.5.1 Plantación

Las distancias de plantación recomendadas para la región están comprendidas entre los 0,80 - 1 m entre hileras y los 0,50 - 0,60 m entre plantas, para que se faciliten las labores culturales. La plantación se realiza de forma manual, colocando la semilla a una profundidad de 15 a 20 cm, tapado con una pequeña cantidad de tierra. Se recomienda realizar los surcos o el hoyado en curvas de contorno respecto a la pendiente para reducir la erosión del suelo y el lavado de los nutrientes (Mosquera y Cárdenas, 2006).

2.5.2 Fertilización

La fertilización orgánica se realiza a los 10 o 15 días después de la plantación, a razón de 2 kg por planta en el caso de tener como material de propagación el cormo principal, con el uso de cormelos como semilla se realiza el abonamiento al mes de la siembra. Un manejo responsable de los nutrientes es la clave para realizar una buena fertilización, ya que permite ajustar la fertilización en dosis y momento de aplicación (Espinosa, 2013).

2.5.3 Deshije

Según Tewodros (2013), el deshije consiste en la eliminación de brotes que perjudican el volumen de la producción. Se realizan entre los 60 y 90 días después de la plantación. La brotación y desarrollo de yemas laterales (ahijamiento) resulta un aspecto negativo, toda vez

que significan órganos que utilizan reservas de la planta y que al final no contribuyen con el rendimiento. Uno de los factores limitantes son las condiciones ambientales como la alta pluviosidad favoreciendo la formación de hijos.

2.5.4 Control de malezas

El control de malezas es una práctica cultural muy beneficiosa en los primeros estadíos de crecimiento de la planta. Se realiza de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona donde nos encontremos fomentado el cultivo. En la amazonia ecuatoriana donde existe una alta pluviosidad que sobrepasa los 3 000 mm de lluvia año, esta práctica se realiza con el uso de herbicidas que puede ser Gramoxone, es un producto no selectivo que actúa por contacto, eficaz para el control de todo tipo de malezas, recomendable su aplicación en horarios tempranos de día soleados, ya que cuando la lluvia entra en contacto con el producto en las primeras horas de su aplicación resulta poco efectivo (Tewodros, 2013).

2.5.5 Aporque

El aporque se recomienda realizar después de 2-3 meses de la plantación igual con la deshierba, dependiendo del desarrollo del follaje, se realiza de forma manual con azadón. Los aporques tienen doble finalidad, la primera evitar que se desarrollen, macollos por la germinación de los cormelos y la segunda aumenta la producción de cormelos hasta en un 80 % (Villacrés, 2009).

2.5.6 Cosecha

La papa china cultivada en tierra seca, expresa su madures por la disminución en la altura de las plantas, acompañado de un amarillamiento general de las hojas. Señales similares ocurren en la papa china cultivada en condiciones de inundación, pero con una senescencia parcial del follaje. El ciclo del cultivo puede variar de 7 a 10 meses de acuerdo al clon, condiciones climáticas y fertilización (FAO, 2019).

2.5.6 Plagas y enfermedades

Tabla 2

Principales enfermedades en el cultivo de papa china.

| Enfermedad | Agente causal | Síntomas |
|-------------------|---|--|
| Pudrición seca | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Fusarium oxysporum</i>, - <i>Sclerotium rolfsii</i>, - <i>Rhizoctonia solani</i> | Pudrición seca y corchosa en la base del pedúnculo, de color pardo claro, con grietas longitudinales. |
| Tizón de la hoja | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Phytophthora colocasiae</i> | Lesiones moradas de color marrón-purpura las cuales emiten un líquido amarillo claro. |
| Virus | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Virus del bacilo taro grande (TLBV)</i> - <i>Virus del bacilo taro pequeño (TSBV)</i> | Mosaico plumoso en las hojas, la lámina y venas se vuelven más gruesas, arrugamiento de hojas jóvenes. |

Fuente: Food and Agriculture Organization (2019)

Tabla 3

Principales plagas en el cultivo de papa china.

| Plagas | Agente causal | Síntomas |
|-----------------|--|--|
| Hormiga arriera | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Atta spp</i> - <i>Acromyrmex spp</i> | Defoliación de la planta. |
| Nematodos | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Meloidogyne incognita</i>, - <i>Meloidogyne arenaria</i> | Agallas radiculares. |
| Ácaros | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Rhizoglyphus</i> | |
| Escarabajo | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Papuana woodlarkiana</i>, - <i>Papuana biroi</i> - <i>Papuana huebneri</i>, - <i>Papuana trinodosa</i> | El insecto se alimenta de los cormos, causando marchites e incluso la muerte de la planta. |

Fuente: Food and Agriculture Organization (2019)

2.6 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO.

Gadea (2001) determinó los requerimientos nutricionales del cultivar de papa china “blanca” mediante el análisis de las estructuras del subsuelo (cormelos) y parte aérea, sin embargo, menciona que esta última no se considera para los cálculos de fertilización, pues esta parte, es reincorporada al suelo luego de la cosecha. Establece de esta manera el requerimiento de: (6,05 N; 1,68 P; 12,31 K; 1,76 Ca y 1,02 Mg) g/planta y (3 975,94 Fe; 94,23 Cu; 332,08 Zn y 435,91 Mn) mg/planta. Al tratarse de un suelo que carece de restos de cosecha de papa china, se deberá considerar la extracción de la parte aérea como parte del requerimiento (3,45 N; 0,62 P; 8,06 K; 3,54 Ca y 0,43 Mg) g/planta y (862, 38 Fe; 22,59 Cu; 109,09 Zn y 872,91 Mn) mg/planta.

El potasio es el elemento extraído en mayor cantidad, seguido por el nitrógeno y el fósforo (Livan, 2006). La dosis de fertilizante recomendado para el género *Colocasia* son 260 a 340 kg/ha N, 80 a 100 kg/ha P₂O₅ y 280 a 380 de K₂O kg/ha. En *Colocasia* se recomienda el nitrógeno en cuatro aplicaciones y dos aplicaciones de K₂O y P₂O₅, pues resultan nutrientes muy importantes (Ruiz, 2001).

2.7 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.

La integración de la fertilidad y el manejo de la fertilización del suelo son factores de importancia que al relacionarse con los demás componentes del sistema agrícola permiten la obtención de rendimientos adecuados y sostenidos en el tiempo, pues al hacer un uso eficiente del mismo brinda condiciones físicas, químicas y biológicas necesarias e indispensables para la vida vegetal (Alemán et al., 2018). La fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas normalmente se logran mediante un manejo adecuado de los elementos esenciales que aporta el suelo y la integración de una alternativa de fertilización orgánica e inorgánica.

Suquilanda (1996), sostiene que el objetivo de la fertilización es suministrar los nutrientes necesarios para que el suelo sea capaz, por medio de los fenómenos físico-químicos y biológicos proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada. Para lograr este objetivo, es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización. Se considera abono orgánico a todo tipo de enmienda orgánica que proviene de residuos de especies animales y vegetales, dentro de las cuales se incluyen los estiércoles, restos de cosechas, abonos verdes, entre otras.

Los abonos orgánicos tienen propiedades especiales, ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este, y el efecto en conjunto, se refleja para muchos casos en un incremento en los rendimientos de los cultivos (Cervantes, 2004).

De manera básica, actúan en el suelo sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas y conllevan a un incremento de la fertilidad del suelo a través de la mineralización de la materia orgánica, lo cual además se traduce en una mayor actividad biológica y mejoras en las propiedades físicas y químicas del suelo (Altieri y Nicholls, 2006).

La aplicación de un programa de fertilización se hace con la finalidad de obtener mayores rendimientos de cosecha suministrando los nutrientes que esta necesite. Debido a esto, para realizar un buen programa de fertilización se debe de tomar en cuenta los requerimientos, las características del suelo, el clima, los rendimientos deseados, el tipo de fertilizante y el factor económico. Los requerimientos del cultivo, son necesarios para determinar cuáles elementos son los que más necesita la planta además de la cantidad de cada uno de estos que son necesarios para el buen desarrollo del cultivo. Las condiciones del suelo pueden ayudarnos a definir la eficiencia que tendrán los fertilizantes ya sean orgánicos e inorgánicos que aplicaremos además de la capacidad de retención, liberación y reacción que tiene el suelo ante los elementos a aplicar (Verma, Jha, Wanshnong, & Swer, 2012).

2.8 GALLINAZA COMO ALTERNATIVA DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE PAPA CHINA.

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. Se compone de deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción y en algunos casos el aserrín de madera, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Al igual que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. Este abono orgánico se diferencia de todos los demás estiércoles en que su contenido de nutrientes es más alto, pero al igual que todos los estiércoles de granja, su composición es variable dependiendo de su ordenación, almacenamiento y de la cantidad de camas que se utilicen (Barrera, 2005).

La utilización de la gallinaza procesada puede incrementar la producción agrícola y abastecer al crecimiento de la población, ya que asegura la productividad y calidad nutricional de los cultivos, ofreciendo una seguridad alimenticia e incrementando el

contenido de nutrientes de las cosechas; a su vez evita la necesidad de incrementar la superficie agrícola, conservando el suelo, evitando su degradación, y por ende, mejorando la calidad de vida del ser humano (Guaminga, 2012).

2.9 COMPOSICIÓN DE LA GALLINAZA.

La gallinaza es un fertilizante orgánico que posee macro y micro nutrientes, y un alto contenido de materia orgánica, los cuales, generan efectos positivos sobre el componente suelo, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Además, contiene cantidades de sodio (Na), sulfuros, sulfatos, cloruros y pequeñas cantidades de oligoelementos como boro (B), manganeso (Mn), cobalto (Co), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), hierro (Fe) que son indispensables para el desarrollo de las plantas en todas las etapas fenológicas del ciclo de vida. Dentro de los macro nutrientes que contiene la gallinaza, el nitrógeno (N) se encuentra en mayor proporción, por lo que es importante ajustar su empleo evitando el exceso del mismo, así como también fósforo (P), potasio (K), calcio (C) y magnesio (Mg), en cantidades menores (Badillo y Arévalo, 2016).

Tabla 4

Composición nutricional de la gallinaza.

| N° | Características | Valor | Interpretación |
|----|------------------|-------|--------------------|
| 1 | pH | 7,54 | Ácido Básico |
| 2 | C.E | 6,23 | Problemas de sales |
| 3 | MO % | 58 | Medio |
| 4 | N% | 3,21 | Medio |
| 5 | P(ppm) | 2,6 | Medio |
| 6 | K(ppm) | 2,3 | Medio |
| 7 | Ca ²⁺ | 7,21 | Medio |
| 8 | Mg ²⁺ | 0,89 | Medio |
| 9 | Na ²⁺ | 0,28 | Medio |

Fuente: Laboratorio de suelos FCA, UNSM-T (2015).

2.9.1 Nitrógeno

El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta, suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO₃⁻) o de amonio (NH₄⁺). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo

de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (IFA - FAO, 2009).

2.9.2 Fósforo

La función del fósforo es permitir un rápido y vigoroso crecimiento inicial de las plantas, es decir les ayuda a sostenerse al suelo (Suquilanda, 1996).

El Fósforo (P), que suple de 0,1 a 0,4 % del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (IFA - FAO, 2009).

2.9.3 Potasio

El Potasio (K), que suple del 1 al 4 % del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (IFA - FAO, 2009). Gardner et al. (1985) mencionan que el potasio tiene un papel vital en la fotosíntesis debido a que incrementa el crecimiento y el índice de área foliar.

2.9.4 Magnesio

El Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 % del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta (IFA - FAO, 2009).

2.9.5 Azufre

El Azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas suple del 0,2 al 0,3 (0,05 a 0,5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada (IFA - FAO, 2009).

El azufre se encuentra presente en ferredoxinas y proteínas que contienen hierro, su accionar está involucrado en la fotosíntesis. Además, es un constituyente de la vitamina biotina, la cual es asociada con la fijación de CO₂ y las reacciones de descarboxilación (Epstein, 1972).

2.9.6 Calcio

Es un elemento importante en el desarrollo de las plantas, estimula el desarrollo de las raíces y hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares, dando resistencia a la estructura de la planta. Influye también en el rendimiento en forma indirecta, reduce la acidez de los suelos mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces y estimulando la actividad microbiana, disponibilidad de molibdeno y la absorción de otros nutrientes (Guadrón, 1990).

2.9.7 Boro

Es un oligoelemento esencial en la formación de las paredes celulares, azúcar y proteínas. La deficiencia, por lo general atrofia a la planta comenzando con el punto de crecimiento y las hojas nuevas, esto nos indica que el boro no es translocado en la planta (IFA - FAO, 2009).

2.10 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA CHINA.

Generalmente, el rendimiento del cultivo varía grandemente de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones bajo las que fueron producidos y a los métodos usados para la producción. Según Rivas & Jori (2016), en el crecimiento y producción de papa china la fertilización con gallinaza tuvo un efecto positivo, encontrándose con la dosis alta (3 kg/planta) los valores más elevados en las variables de producción, dando un rendimiento de 43,9 t/ha, resultados similares se reportaron en múltiples investigaciones. Agbede & Adekiya (2016) encontraron incrementos de un 12 % en el peso de cormos, como resultado de la fertilización con gallinaza, de igual forma Hamma et al. (2014) reportan que la fertilización orgánica aumentó de forma significativa el rendimiento y el número de cormos de papa china. Aumentos en el rendimiento de cormos también fueron reportados por Adekiya & Agbede (2016). El incremento se explicaría como el resultado del aumento general en el contenido de nutrientes del suelo que muchas veces está limitado (Hamma et al., 2014; Agbede et al., 2013) y la gallinaza al ser una fuente natural y eficaz de nutrientes permite también el aumento la capacidad de intercambio catiónico del suelo (Odedina, 2011; Agbede & Ojeniyi, 2009). Helmich (2010), realizó un estudio probando el crecimiento y rendimiento en varios clones de taro, logrando encontrar una gran variabilidad en los rendimientos, tanto de biomasa como productivos. En este experimento indica que los rangos en los rendimientos

productivos del cultivo varían entre 5,5 y 5,9 t/ha de producto comerciable, mientras que de cormelos de segunda calidad los valores se encuentran entre los 7,5 y 10 t/ha. Heredia et al. (2003), indican unos rendimientos de cormelos de primera de entre 3,26 t/ha hasta 8,07 t/ha, mientras que el de segunda calidad o semilla fue de entre 7 y 14 t/ha. También Gondim et al. (2007) presenta rendimientos por hectárea de hasta 21,2 t/ha de cormelos totales con peso promedio para la primera calidad de 106,37 g y una producción media de ocho cormelos/planta aproximadamente, al igual que los indicados por Mascarenhas & Resende (2002), con un rendimiento total de hasta 22 t/ha de cormelos. Todos estos trabajos citados anteriormente fueron realizados en Brasil en donde las condiciones climáticas son tropicales. En Ecuador, en un estudio realizado sobre dos niveles de fertilización orgánica en combinación con cuatro dosis de silicio se obtuvo rendimientos promedios de 11,02 t/ha para la categoría de primera 4,67 t/ha para la segunda categoría y 0,3 t/ha para la tercera categoría (Morales et al., 2016).

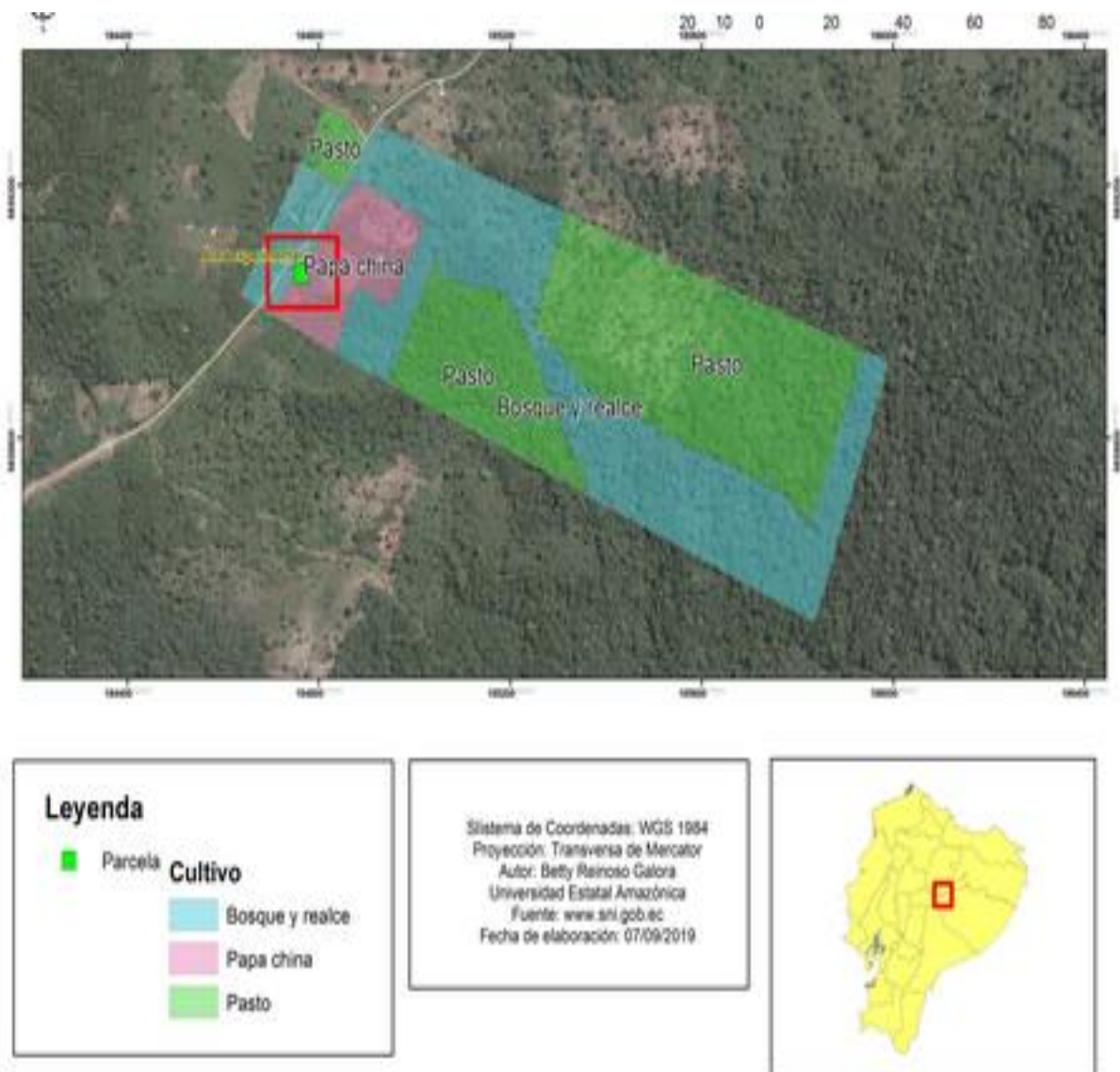
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

La presente investigación se realizó en el sector San Francisco de Punín, ubicada en el km. 35 de la vía Puyo-Tena, cantón Santa Clara, provincia de Pastaza, Ecuador. Cuenta con un clima tropical-húmedo, una altitud de 947 msnm. La temperatura media oscila entre 18 y 24 °C, uniforme a lo largo de todo el año y tiene una precipitación promedio anual que supera los 3 000 mm. La humedad relativa oscila entre el 87 - 89 % (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, 2019).

Figura 2

Ubicación geográfica del área experimental.



3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de investigación es experimental. Se realiza mediante la manipulación de variables experimentales no comprobadas (dependientes e independientes), en condiciones rigurosamente controladas con la finalidad de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

El estudio consistió en la evaluación de dos variedades de papa china (V1=blanca y V2=morada) y tres niveles de fertilización con gallinaza (Nivel 1=3 kg/planta, Nivel 2=2kg/planta y Nivel 3=1 kg/planta) y su efecto en el crecimiento y la producción de papa china. Se utilizó un diseño bifactorial en bloques completamente al azar (Figura 3). Los tratamientos fueron los siguientes: T1: Variedad blanca x Nivel 1=3 kg/planta; T2: Variedad blanca x Nivel 2= 2 kg/planta; T3: Variedad blanca x Nivel 3= 1 kg/planta; T4: Variedad morada x Nivel 1= 3 kg/planta; T5: Variedad morada x Nivel 2= 2 kg/planta y T6: Variedad morada x Nivel 3= 1 kg/planta. El tratamiento testigo constituyó el nivel de fertilizante 2 kg/planta con cada una de las variedades, puesto que es la dosis más utilizada por los productores de la zona y la que se corresponde con la dosis a aplicar según cálculos de fertilización realizados. El material de plantación consistió en la utilización de cormelos de 100 gramos. Los tratamientos se distribuyeron de forma aleatoria con tres réplicas, formando un total de 18 unidades experimentales de 30 m² (6 m x 5 m) para un área total de 1 008 m² incluyendo bordes y distancias entre callejones. La unidad experimental se conformó por 7 surcos separados a 1 m entre hilera y una distancia de 0,60 m entre plantas. Cada unidad experimental contó con 63 plantas, dando un total de 1 247 plantas incluyendo el 10 % de pérdida del material vegetativo no brotado en el área de estudio. Para establecer los niveles de fertilización orgánica se consideró los requerimientos del cultivo, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la composición de la gallinaza (Anexo 5.1). De esta manera, para ajustar la dosis por planta se usó los requerimientos de nitrógeno, por ser el nutriente de mayor requerimiento, el cual dio una dosis de 1,88 kg/planta y para efectos del estudio se ajustó a 2 kg por planta, la cual se usó como testigo. Los otros niveles se establecieron en una dosis proporcional por encima del testigo de 3 kg por planta y una por debajo de 1 kg por planta. La fertilización con el abono orgánico se realizó a los 45 días después de la plantación, aplicando de manera localizada en el hoyo correspondiente a cada planta en sus diferentes niveles.

Figura 3

Diseño experimental y distribución de los tratamientos en el área experimental.



3.4 METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE DATOS.

Se evaluaron 5 plantas en competencia intraespecífica perfecta por unidad experimental, evitando el efecto de bordes. Las evaluaciones se realizaron a los 60, 90, 120, 150, 180 días después de la plantación.

1. **Altura de la planta (cm):** Se midió desde la inserción del pseudotallo con el corno primario hasta la inserción del limbo con el pecíolo de la hoja más alta.
2. **Número de hojas:** Por conteo físico.
3. **Largo de la hoja (cm):** Medido desde el pecíolo hasta el ápice del limbo con la utilización de una cinta métrica.
4. **Ancho de la hoja (cm):** Medido de forma transversal en el centro del limbo con ayuda de una cinta métrica.
5. **Diámetro del pseudo tallo (mm):** Evaluado a 10 cm del suelo con la utilización de un calibrador o pie de rey.
6. **Número de hijos por planta:** Por conteo físico.
7. **Área foliar (m²):** Se determinó obteniendo el área de la hoja a partir del largo y ancho, aplicando la ecuación $y = 18,2239 + 1,0247 (L \cdot A)$ (Calzadilla et al., 2012).
8. **Índice de área foliar (IAF):** Se determinó dividiendo el área foliar (AF) entre el área vital de la planta dado por la distancia de plantación (1 m x 0,60 m).
9. **Potencial Fotosintético (PF):** Expresa la superficie foliar media de hojas vivas que ha trabajado a lo largo del ciclo de la planta y se calcula utilizando los tres valores

del área foliar medidos hasta la etapa de madurez fisiológica, en tres momentos a los 60, 120 y 180 días de la plantación (Cholaky et al., 1984). Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PF = \sum [(Af + Ai/2)] \times t \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

PF: potencial fotosintético.

Af: área foliar final.

Ai: área foliar inicial.

T: tiempo.

10. **Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola (kg/ha):** Se determinaron al momento de cosecha con la utilización de una balanza electrónica. Los componentes fueron: peso total de cormelos por planta (PTC), número de cormelos comerciales por planta (NCC), peso de cormelos comerciales por planta (PCC), rendimiento por parcela (R/P) y rendimiento agrícola (RA).
11. **Categorización de la Producción:** Se clasificaron los cormelos producidos por planta, según las diferentes categorías usadas en el mercado local, nacional e internacional.
12. **Valoración económica:** Se realizó mediante la relación beneficio/costo según la metodología de Calidad (2000) y se hizo a partir de los costos de producción, el rendimiento y la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos. Para los cálculos se utilizaron las siguientes fórmulas:
 - Beneficio bruto = rendimiento (sacos 47 kg) x precio de venta del saco.
 - Beneficio neto = beneficio bruto - costo de producción.
 - Beneficio/costo = beneficio neto/ costo de producción.
13. **Presencia de plagas y enfermedades:** Durante todo el desarrollo del cultivo se monitoreó el estado sanitario de las plantas, mediante observación directa para determinar la presencia de plagas o enfermedades en el cultivo.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para el procesamiento de los datos, se utilizó el programa SPSS versión 21 (International Business Machines, 2013). Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) de acuerdo al diseño experimental y se empleó la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad 95 % para establecer la diferencia entre tratamientos.

3.6 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.

Se contó con el apoyo de docentes investigadores, estudiantes de pregrado y mano de obra externa (jornales). Los insumos y materiales de campo, laboratorio y de escritorio que se utilizaron durante el desarrollo del experimento se detallan a continuación:

3.6.1 Insumos:

- Material de propagación (cormelos de 100 gramos).
- Fertilizante orgánico (gallinaza)
- Herbicidas.

3.6.2 Materiales de campo

- Azadón
- Machetes
- Piolas
- Estacas
- Cinta métrica
- Varas de madera
- Bomba de fumigar.

3.6.3 Materiales de laboratorio

- Laboratorio de suelos.
- Estufas.
- Balanza electrónica.

3.6.4 Materiales de escritorio

- Esferos.
- Hojas.
- Computadora.
- Impresora.
- Internet.
- Cámara fotográfica.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EFECTO DE LA INTERACCIÓN DE LAS VARIEDADES Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON GALLINAZA SOBRE LOS INDICADORES MORFOLÓGICOS.

Los resultados presentados en esta investigación muestran que las variedades de papa china y los niveles de fertilización orgánica son factores que influyen sobre los caracteres morfológicos, fisiológicos y productivos en las diferentes etapas fenológicas que comprende el ciclo del cultivo de la papa china. De acuerdo al análisis estadístico (Tabla 5), las interacciones de los factores afectaron de manera significativa y en momentos determinados, únicamente sobre los indicadores morfológicos altura de planta y número de hijos.

Tabla 5

Efecto de la interacción de las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica sobre variables morfológicas.

| FECHA | INTERACCION | VARIABLES DEPENDIENTES | MEDIA CUADRÁTICA | SIG. |
|----------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------|
| 60 DDP | Variedades * Fertilización | Altura de planta (cm) | 106,419 | ,039 |
| | | Diámetro de pseudotallo (mm) | 12,133 | ,203 |
| | | Número de hojas | ,744 | ,357 |
| | | Número de hijos | 12,033 | ,062 |
| 90 DDP | Variedades * Fertilización | Altura de planta (cm) | 798,744 | ,340 |
| | | Diámetro de pseudotallo (mm) | 28,078 | ,261 |
| | | Número de hojas | ,044 | ,884 |
| | | Número de hijos | 16,078 | ,081 |
| 120 DDP | Variedades * Fertilización | Altura de planta (cm) | 21,233 | ,735 |
| | | Diámetro de pseudotallo (mm) | 266,744 | ,073 |
| | | Número de hojas | ,144 | ,666 |
| | | Número de hijos | 37,233 | ,004 |
| 150 DDP | Variedades * Fertilización | Altura de planta (cm) | 77,644 | ,301 |
| | | Diámetro de pseudotallo (mm) | ,005 | ,963 |
| | | Número de hojas | ,711 | ,605 |
| | | Número de hijos | ,029 | ,003 |
| 180 DDP | | Altura de planta (cm) | 12,233 | ,802 |

| | | | |
|---------------|------------------------------|---------|------|
| Variedades * | Diámetro de pseudotallo (mm) | 140,700 | ,242 |
| Fertilización | Número de hojas | 1,033 | ,335 |
| | Número de hijos | 28,078 | ,002 |

Nota. Tukey $p \leq 0,05$. Indica que existe interacción entre los factores de estudio.

La existencia de la significación estadística por parte de la interacción de los factores únicamente en altura de la planta a los 60 días de la plantación y número de hijos a los 120, 150 y 180 días, promovió que sólo en esos casos se estudie la interacción y para el resto de las variables se realizó el análisis estadístico de manera independiente a las variedades y los niveles de fertilización orgánica.

4.1.1 INFLUENCIA E INTERACCIÓN DE LAS VARIEDADES Y NIVELES DE FERTILIZACION SOBRE ALGUNAS VARIABLES MORFOLOGICAS DEL CULTIVO.

Las variedades de papa china y los niveles de fertilización orgánica influyeron significativamente sobre las variables morfológicas del cultivo con un comportamiento diferenciado para los factores de estudio, dado por la interacción entre los mismos para las variables dependientes altura de planta y número de hijos. Presentaremos primeramente el análisis de estas dos variables.

4.1.1.1 Influencia sobre altura de planta

En la Tabla 6 se presentan los valores promedios de la altura de la planta que mostró interacción entre los factores ($p < 0,05$) a los a los 60 días después de la plantación. A los 60 DDP, la mayor altura de la planta fue alcanzada por la variedad morada acompañada del nivel 3 kg/planta de gallinaza con 49,8 cm, a diferencia de la variedad blanca que presentó 33,40 cm bajo el nivel de 2 kg/planta del fertilizante orgánico. A los 90, 120, 150 y 180 DDP, no se encontró interacción entre los tratamientos, puesto que, independientemente de la variedad usada, los mejores valores de altura se evidenciaron con el nivel 3 kg/planta y los menores con el nivel 1 kg/planta. Durante la primera fase de crecimiento y desarrollo vegetativo, ambos cultivares presentaron una tendencia a aumentar la altura de planta de manera ascendente en función de los niveles de fertilización orgánica hasta los 150 DDP, alcanzando alturas máximas, sin embargo, a partir de ese momento empezó el decrecimiento de las alturas como consecuencia del inicio de la senescencia. Este comportamiento pudo haber estado influenciado por los cambios generados durante el proceso de brotación y el

comportamiento en las etapas fenológicas durante su ciclo productivo, con una primera fase de crecimiento lento durante los 60 DDP, una fase intermedia de crecimiento rápido de la parte aérea y el máximo desarrollo foliar, conocida como “llamarada de crecimiento” que ocurre entre los 90 y 150 DDP; y una etapa final donde el crecimiento se vuelve lento, evidenciándose una declinación progresiva del follaje desde los 150 DDP (López et al., 1995). Según Ibarra (2020), durante la fase intermedia, las plantas hacen una gran extracción de elementos nutritivos, principalmente nitrógeno, lo cual se satisface al aplicar 2 y 3 kg/planta de gallinaza. El nitrógeno es un nutriente clave en la producción de plantas tuberosas y su aplicación se traduce a favor del crecimiento vegetativo, al aumentar la altura de la planta, el tamaño de los órganos, así como el área foliar, con sus correspondientes efectos sobre la fotosíntesis, que influye directamente en el incremento del rendimiento (Espinosa et al., 2015). Resultados contrarios e inferiores fueron encontrados por Morales et al. (2016) quienes manifiestan que las plantas de los diferentes tratamientos con fertilización orgánica y silicio presentaron una tendencia lineal de crecimiento variado, alcanzando alturas máximas a los 180 DDP. Rivas y Jori, (2016) en un estudio del efecto de la fertilización orgánica y densidad de plantación reportaron que los niveles de fertilización no mostraron diferencias estadísticas sobre las variables morfológicas durante la evaluación. El comportamiento diferenciado en la altura de la planta se asocia también a las características genéticas propias de cada variedad, como el caso de la variedad morada que obtuvo las mejores alturas durante el desarrollo del cultivo, así como a su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la zona donde se desarrolló la experiencia. Resultados similares fueron reportados por Góngora, (2015) y Cubi, (2020) quienes encontraron que la altura de la planta muestra diferencia significativa entre cultivares de colocasia y destacan a la variedad morada con los mejores promedios de altura durante el ciclo productivo.

Tabla 6

Influencia de las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica sobre la altura de la planta.

| FECHA | VARIABLE | VARIEDADES | NIVELES DE FERTILIZACIÓN | | |
|----------------|--------------------------|------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | 3 kg/planta | 2kg/planta | 1 kg/planta |
| | Altura de planta (cm) | | | | |
| 60 DDP | | Blanca | 31,67 ^b ± 4,01 | 33,40 ^a ± 4,03 | 29,93 ^b ± 4,77 |
| | | Morada | 49,80 ^a ± 6,25 | 44,00 ^b ± 8,93 | 44,23 ^b ± 3,99 |
| 90 DDP | | Blanca | 61,27 ^a ± 7,28 | 50,87 ^b ± 4,91 | 29,93 ^c ± 4,77 |
| | | Morada | 75,53 ^a ± 8,79 | 63,73 ^b ± 4,65 | 61,33 ^b ± 3,74 |
| 120 DDP | | Blanca | 88,67 ^a ± 10,53 | 78,47 ^b ± 5,66 | 70,47 ^b ± 6,06 |
| | | Morada | 101,40 ^a ± 10,11 | 87,93 ^b ± 9,16 | 82,27 ^b ± 6,77 |
| 150 DDP | | Blanca | 97,60 ^a ± 10,14 | 87,40 ^b ± 7,43 | 80,13 ^b ± 3,91 |
| | | Morada | 112,80 ^a ± 7,28 | 96,33 ^b ± 8,25 | 90,93 ^b ± 9,38 |
| 180 DDP | | Blanca | 90,73 ^a ± 8,06 | 78,53 ^b ± 5,99 | 71,20 ^b ± 5,32 |
| | | Morada | 103,80 ^a ± 6,32 | 89,53 ^b ± 7,77 | 84,53 ^b ± 10,11 |

Nota. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas. Tukey $p \leq 0,05$.

4.1.1.2 Influencia sobre número de hijos

En el cultivo de la papa china, el brote y desarrollo de yemas laterales (ahijamiento) representa un aspecto negativo, debido a que estos órganos utilizan las reservas de la planta y no contribuyen con el rendimiento. El efecto de la combinación de las variedades de papa china y niveles de fertilización con gallinaza sobre el comportamiento en el número de hijos (Tabla 7), fue diferente en ambas variedades. El mayor número de hijos por planta para la variedad blanca fue presentado por el nivel 3 kg/planta con valores de 5; 5,7 y 5,8 hijos/planta, mientras que para la variedad morada por el nivel 1 kg/planta con 6,13; 6,27 y 6,47 hijos/planta a los 120, 150 y 180 DDP respectivamente. El menor número de hijos para la variedad blanca fue alcanzado por el nivel 1 kg/planta y para la variedad morada los niveles 2 kg/planta y 3 kg/planta de gallinaza. El aumento en el número de hijuelos se evidenció a medida que trascurría el tiempo, siendo la etapa final con mayor presencia de hijuelos por planta en ambas variedades bajo la influencia de los distintos niveles. Esta situación pudo haber ocurrido por los cambios que se genera durante la tercera etapa del

ciclo fenológico del cultivo, donde las plantas detienen el desarrollo de la parte aérea como consecuencia del proceso de senescencia y en la que, la relación de hormonas provoca la eliminación de la dominancia apical del cormo madre al designar parte de los nutrientes suministrados por el fertilizante orgánico hacia la parte comercializable, mediante el proceso conocido como traslocación de nutrientes. De la misma manera, este fenómeno pudo haber estado influenciado como una respuesta genotípica del material vegetativo bajo condiciones climáticas imperantes de la región (Arguello, 2001). Estos resultados difieren con los encontrados por Hernández y Bustamante (2014) en un estudio efectuado a 32 genotipos introducidos y 8 naturalizados del género *colocasia*. Mary et al. (2016) presentaron resultados inferiores a los obtenidos en nuestro estudio encontrando un efecto significativo en el número de retoños al aplicar el estiércol de vaca como fertilizante orgánico.

Tabla 7

Influencia de las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica sobre el número de hijos.

| FECHA | VARIABLE | VARIETADES | NIVELES DE FERTILIZACIÓN | | |
|----------------|-----------------|------------|--------------------------|--------------|--------------|
| | | | 3 kg/planta | 2kg/planta | 1 kg/planta |
| | Número de hijos | | | | |
| 60 DDP | | Blanca | 1,73a ± 2,05 | 0,80b ± 1,78 | 0,13c ± 0,52 |
| | | Morada | 2,60b ± 2,50 | 2,93b ± 2,43 | 3,53a ± 2,29 |
| 90 DDP | | Blanca | 3,13a ± 2,95 | 2,07b ± 2,40 | 0,40c ± 1,06 |
| | | Morada | 5,33a ± 2,19 | 4,40c ± 2,30 | 5,20b ± 2,81 |
| 120 DDP | | Blanca | 5,00a ± 3,00 | 3,13b ± 2,67 | 1,27c ± 1,33 |
| | | Morada | 5,53b ± 1,96 | 4,93b ± 2,69 | 6,13a ± 2,83 |
| 150 DDP | | Blanca | 5,73a ± 2,69 | 3,87b ± 2,53 | 2,27c ± 1,28 |
| | | Morada | 5,53b ± 1,96 | 5,33b ± 2,53 | 6,27a ± 2,81 |
| 180 DDP | | Blanca | 5,80a ± 1,97 | 3,87b ± 1,81 | 2,87c ± 1,60 |
| | | Morada | 5,53b ± 1,96 | 5,67b ± 2,35 | 6,47a ± 2,45 |

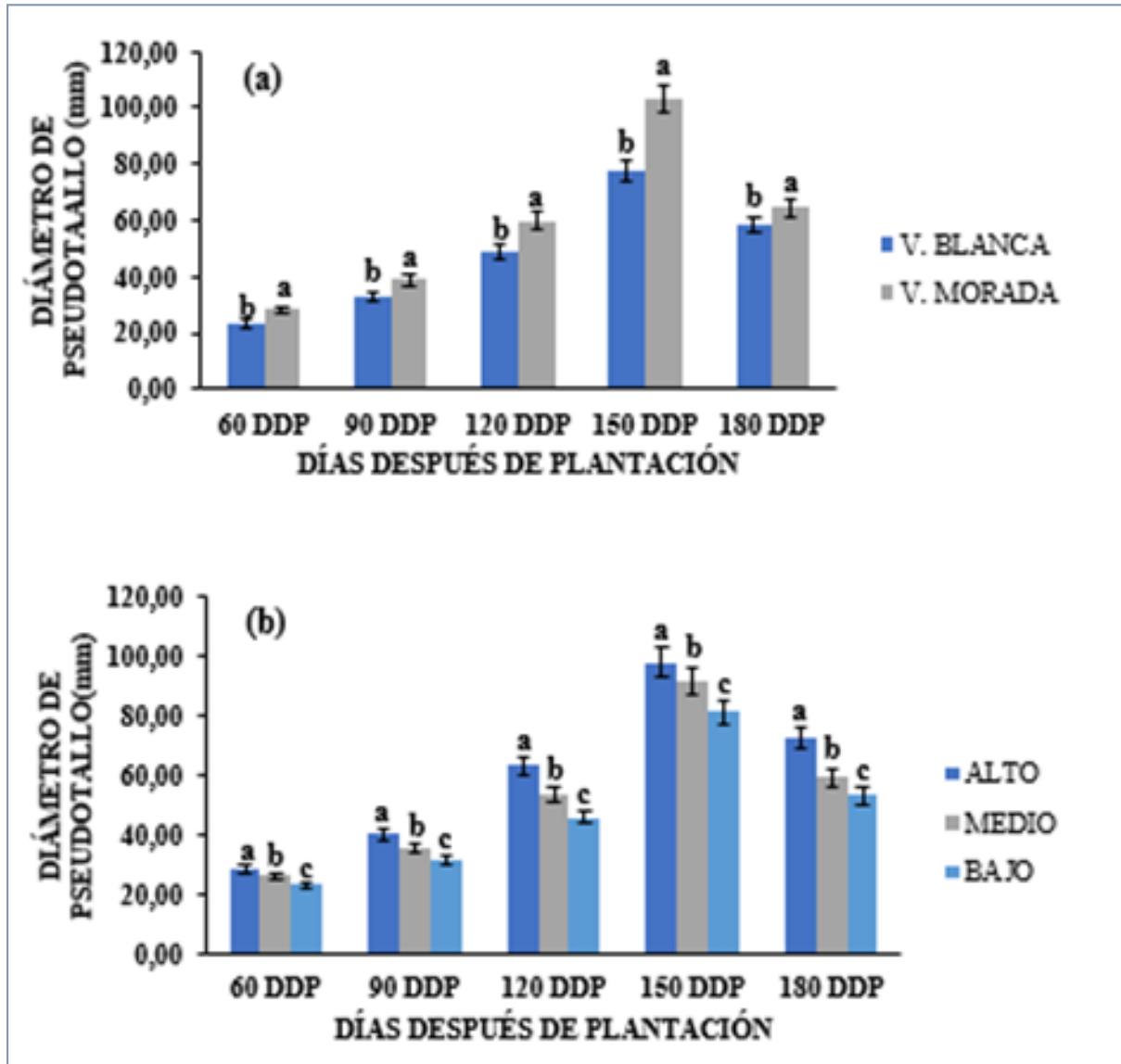
Nota. Tukey $p \leq 0,05$. Letras iguales indican que no existe diferencia estadística. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas.

4.1.1.3 Influencia sobre Diámetro de pseudotallo

El diámetro de pseudotallo en las dos variedades mostró un comportamiento diferenciado a medida que las plantas atravesaban su ciclo productivo, destacando la variedad morada frente a la variedad blanca en cada momento de evaluación (Figura 4a). El mayor engrosamiento de pseudotallo se vio reflejado a los 150 días de plantación con promedios de 103,15 mm para la variedad morada y 77,49 mm de grosor para la variedad blanca. A partir de esa fecha, se evidencia la disminución del diámetro debido a que las plantas al entrar en la etapa fenológica de envejecimiento va perdiendo paulatinamente estructuras morfológicas como pecíolos y hojas, manifestando de esa manera el inicio de la cosecha (Cruz, 2013). La variación del grosor del pseudotallo en el tiempo se debe a que la planta al ir creciendo y tomando altura requiere de un pseudotallo vigoroso que sirva de soporte a los pecíolos y hojas. Asimismo, este comportamiento diferenciado pudo haber estado influenciado por las condiciones climáticas (luz, temperatura, humedad, pluviosidad), características edafológicas de la zona y el manejo agronómico de los cultivares. Resultados similares fueron presentados por Arróliga y Blandón (2015), quienes determinan al cultivar morado (Leon3) con el mejor comportamiento frente a los demás, y plantean que el tamaño del pseudotallo es una variante importante en el cultivo de la *Colocasia*, puesto que determinará el producto final (cormelos), la cual es la parte comestible y comercializable. Estos resultados coinciden también con los hallazgos encontrados por Góngora (2015), al registrar genotipos con mayor crecimiento vegetativo de altura de planta, grosor del pseudotallo, número de hojas e hijos a los 139 días después de la plantación (4 ½ meses).

Figura 4

Variación del diámetro de pseudotallo según variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica.



Nota. Variación del diámetro de pseudotallo según las variedades de papa china **(a)** y niveles de fertilización orgánica **(b)**. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$.

En cuanto a la fertilización orgánica, la variación en la medida del diámetro de pseudotallo se manifestó de forma continua durante las fases iniciales de desarrollo del cultivo, sobresaliendo la dosis alta en comparación a las dosis media y baja (Figura 4b). Los mayores valores de diámetro de pseudotallo fueron alcanzados a los 150 días de plantación con 97,8 mm; 91,73 mm y 81,43 mm para los niveles 3, 2 y 1 kg/planta de gallinaza respectivamente. Sin embargo, a partir de ese momento se hizo evidente la disminución en el diámetro del pseudotallo, como consecuencia de la madurez fisiológica que alcanzan las plantas de papa china al cumplir su ciclo productivo. Los menores valores para la variable en cuestión fueron presentados por el nivel bajo de fertilizante. Los cambios generados como respuesta en el grosor del pseudotallo pudo haber sido influenciado por la cantidad de materia orgánica presente en el fertilizante y el aprovechamiento favorable de las plantas bajo condiciones edafoclimáticas adecuadas durante las fases de desarrollo del cultivo, puesto que la gallinaza, como abono orgánico contiene una importante cantidad de nutrientes indispensables para el crecimiento vegetativo de las plantas y mejora las condiciones del suelo con la finalidad de que los compuestos sean asimilados con facilidad Altieri y Nicholls, (2006). Independientemente de la variedad, el nivel 3 kg/planta de gallinaza favoreció el engrosamiento del pseudotallo, puesto que, al contener mayor nitrógeno se produjo mayor cantidad de compuestos orgánicos de gran importancia para la planta, principalmente las proteínas, las cuales inciden de forma directa sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo (Domínguez, 2018). Al igual que el nitrógeno, el potasio también interviene en los procesos metabólicos de la planta, por lo que si este elemento se halla en cantidades insuficientes a lo requerido, la planta tiende a adquirir un aspecto marchito por la influencia positiva en el régimen hídrico de la planta afectando el crecimiento de los órganos como el diámetro de los tallos (Arzola et al., 2013). Estos resultados coinciden con Barrera & Suárez (2011), quienes mencionan que el tallo es una parte importante, ya que es el medio que conecta la parte aérea con el resto de la planta, transporta el agua y todos los nutrientes que son absorbidos del suelo a las hojas y además sirve de soporte a la planta en general. Resultados similares también obtiene Valle (2009), quien afirma que los tratamientos con aplicación de distintas alternativas de abonos orgánicos generan favorablemente el crecimiento vegetativo y desarrollo de las plantas.

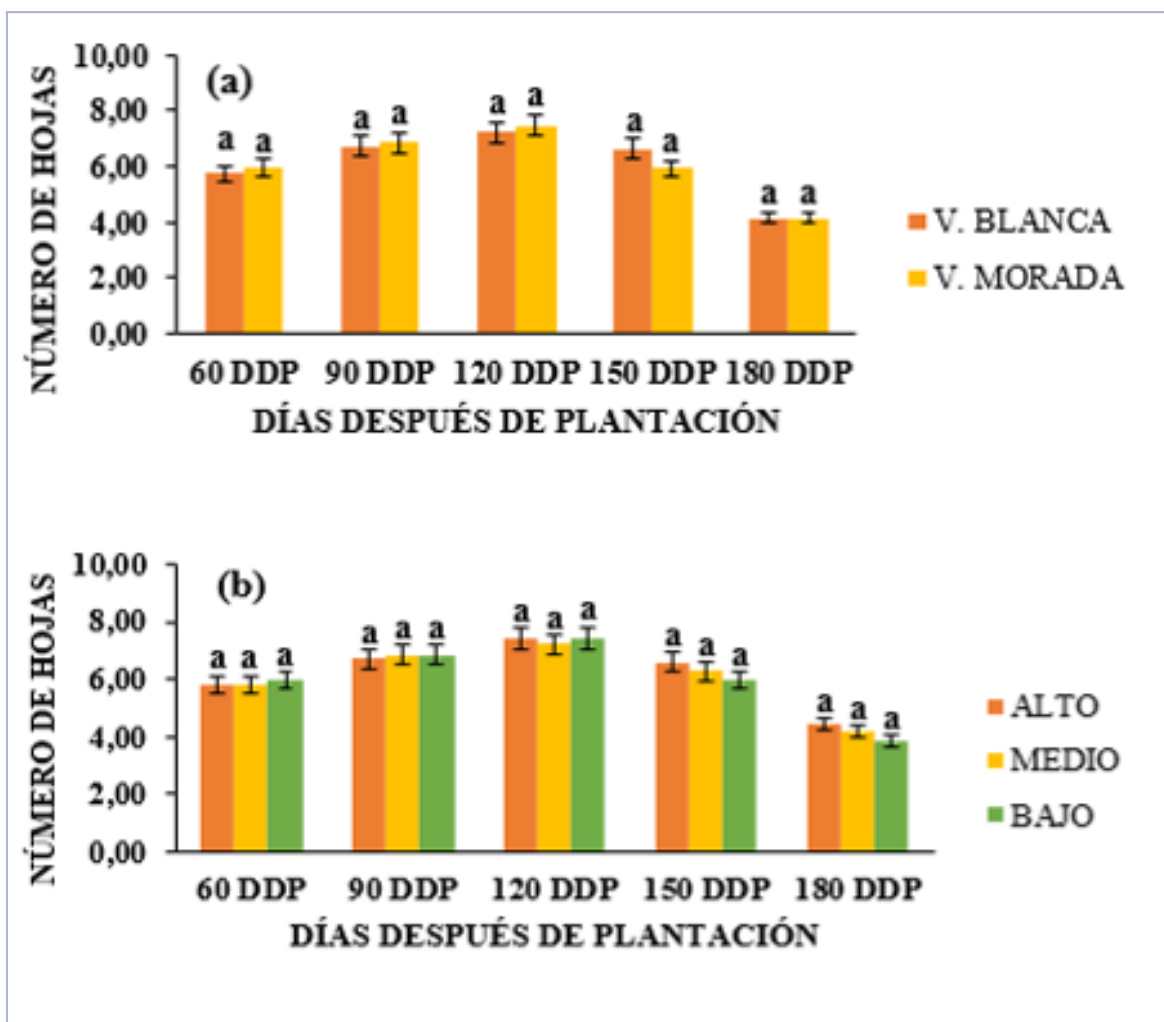
4.1.1.4 Influencia sobre el número de hojas.

Las hojas en una planta son de vital importancia debido a que a través de este órgano se realizan funciones necesarias para que las plantas puedan crecer y desarrollarse, pues es el lugar donde se realiza la fotosíntesis y se convierte en el medio de alimentación de las plantas al transformar la energía lumínica en energía química, proporcionando de esta manera, los nutrientes necesarios y esenciales para las mismas, por lo que, si el número de hojas es mínimo la capacidad de subsistencia del cultivo se verá afectada en su totalidad (Arróliga y Blandon, 2015). La producción de hojas en relación con el tiempo mostró una tendencia de incremento durante la primera y segunda fase fenológica, y la disminución de la misma al entrar a la fase final del ciclo productivo. Ambas variedades presentaron la mayor cantidad de hojas a los 120 días después de la plantación con 7,47 hojas por planta para la variedad morada y 7,22 hojas por planta para la variedad blanca. Sin embargo, a los 180 días el comportamiento fue similar para las dos variedades con 4,16 hojas por planta (Figura 5a). La variación en el número de hojas por planta se atribuye principalmente a la genética del cultivar y su respuesta ante condiciones edafoclimáticas en las que se establece este tipo de cultivo (humedad, temperatura, precipitación, fotoperiodo y disponibilidad de nutrientes) que atraviesa por tres fases fenológicas en las que el desarrollo de sus partes morfológicas es determinado; así como también al manejo agronómico (López et al., 1995). De esta manera, en el caso de los factores fotoperiodo y temperatura, este cultivo alcanza el mejor desarrollo con períodos de 11 a 12 horas luz y temperaturas no menores a 20 °C, siendo la óptima entre 25 y 30 °C (Montaldo, 1991).

Resultados similares se encontraron por Cubi (2020), quien determina a la variedad morada con el mejor comportamiento de área foliar dado por la cantidad y tamaño de hojas superior a la variedad blanca a los 112 días de plantación. Resultados contrarios a los presentados en este estudio fueron encontrados por Arguello (2001), quien plantea al cultivar Masaya (genotipo morado) con los mayores promedios en el número de hojas (3 a 4 hojas /planta) en los meses de alta humedad del suelo y temperaturas medias de 25 a 30 °C. Estos resultados también difieren con los obtenidos por Hernández y Bustamante (2014), quienes manifiestan al genotipo CEIND 24 (clon blanco) como la variedad con el mayor número de hojas por planta (8) a los 134 días de plantación.

Figura 5

Variación del número de hojas según variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica.



Nota. Variación del número de hojas según las variedades de papa china **(a)** y niveles de fertilización orgánica **(b)**. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$.

En relación a los niveles de fertilización, la variación de la cantidad de materia orgánica suministrada a través de la gallinaza, manifestó una tendencia de aumento en el número de hojas por planta en cada evaluación, alcanzando valores máximos en los tres niveles a los 120 DDP con de 7,43; 7,2 y 7,4 hojas por planta para los niveles alto, medio y bajo

respectivamente (Figura 5b). Sin embargo, a partir de esta fecha, la producción de hojas decrece como consecuencia del periodo de senescencia por la que atraviesan las plantas al destinar los nutrientes para el desarrollo de los cormelos. Este comportamiento variable en la producción de hojas por planta se debe probablemente por los efectos positivos de la gallinaza sobre el componente suelo al mejorar su fertilidad y poner a disposición los compuestos nutritivos que serán aprovechados de manera adecuada por las plantas. Es así que los nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio y demás oligoelementos tienen una gran influencia sobre el proceso de la fotosíntesis y sus componentes, por lo que, si alguno de ellos no se encontrara en cantidades suficientes, el desarrollo de las plantas sería afectado de forma general (Cordero, 2010). Estos resultados coinciden con lo presentado por Lozada (2005), quien plantea la mayor producción de hojas a los 90, 120 y 150 días bajo la dosis de 40 t/ha de materia orgánica y con 20 t/ha de materia orgánica el mayor número de hojas a los 60 días, sin diferencias estadísticas. Resultados similares también fueron encontrados por Rivas y Jori (2016), quienes manifiestan que la fertilización con gallinaza no tuvo efecto significativo en el número de hojas. Hallazgos diferentes fueron encontrados por Morales et al. (2016), quienes reportan fluctuaciones en la producción de hojas en relación con el tiempo de crecimiento de la planta.

4.2 INFLUENCIA DE LAS VARIETADES DE PAPA CHINA Y NIVELES DE FERTILIZACION ÓRGANICA SOBRE INDICADORES FISIOLÓGICOS EN DIFERENTES MOMENTOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO.

De acuerdo al análisis estadístico, el efecto de la interacción de las variedades y niveles de fertilización no mostraron significación estadística sobre los indicadores fisiológicos (Tabla 8). En general, las variables fisiológicas Área foliar (AF), Índice de área foliar (IAF) y Potencial fotosintético (PF) fueron afectadas estadísticamente por cada uno de los factores en estudio, por lo cual se hace el estudio de cada factor por separado.

Tabla 8

Análisis de varianza del efecto de las variedades y niveles de fertilización orgánica sobre indicadores fisiológicos.

| | AF | IAF | PF |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|
| Variedades | ,000* | ,000* | ,000* |
| Fertilización | ,000* | ,000* | ,000* |
| Variedades x Fertilización | ,488ns | ,660ns | ,640ns |

Nota. Tukey $p \leq 0,05$. Indica que existe interacción entre los factores de estudio. * $P < 0,05$; ns No significativo. AF=Área foliar; IAF=Índice de área foliar; PF=Potencial fotosintético; IPF=Índice de productividad foliar.

4.2.1 INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES DE PAPA CHINA Y NIVELES DE FERTILIZACION SOBRE LOS INDICADORES FISIOLÓGICOS AF, IAF, PF.

Los indicadores fisiológicos son criterios de vital importancia que influyen en el comportamiento tanto morfológico, fisiológico, como productivo de las especies vegetales, pues si sus valores son adecuados, demostrarán una respuesta favorable frente a las condiciones de clima y de suelo cambiantes, permitiendo de esta manera una fácil adaptabilidad al medio en el que se desarrollará como cultivo.

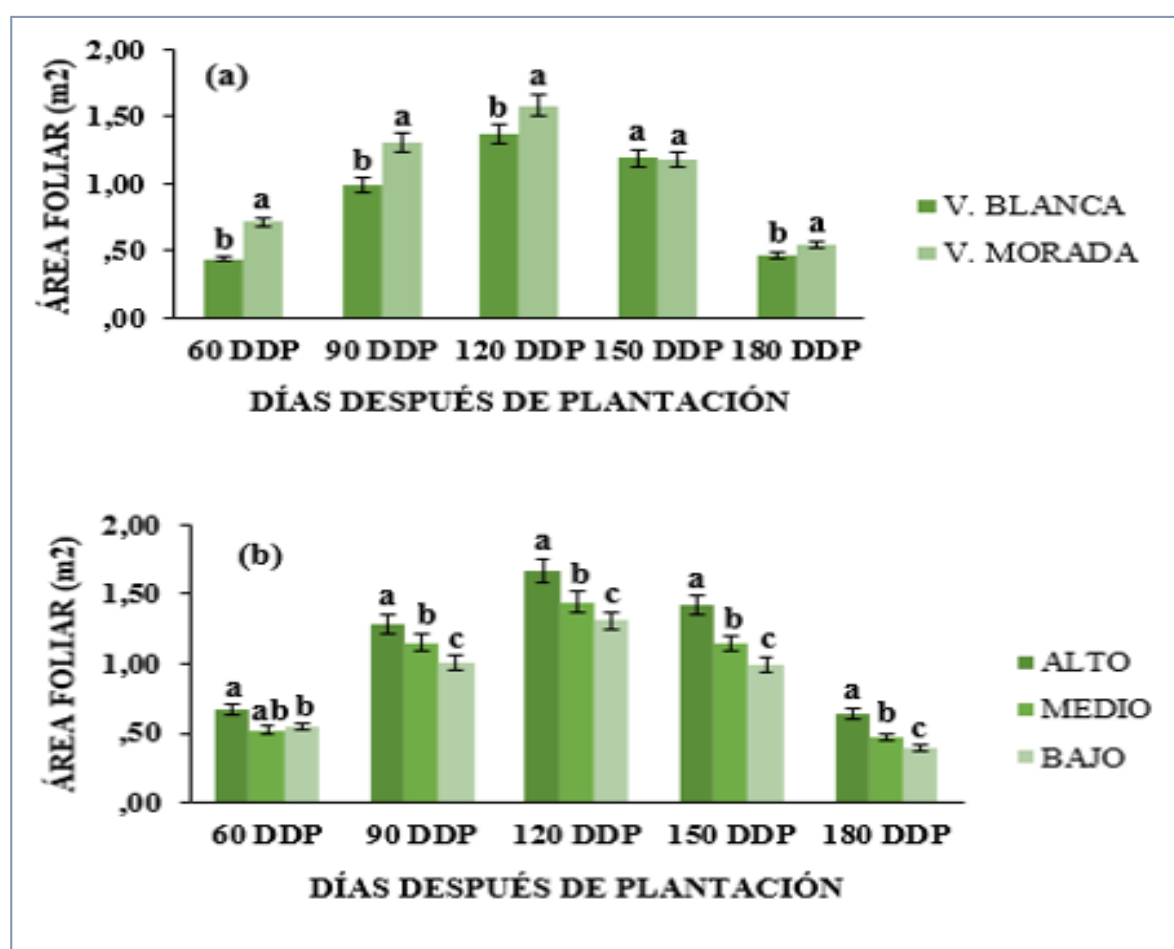
4.2.1.1 Efecto de las variedades de papa china y niveles de fertilización sobre el Área foliar.

Ambos cultivares presentaron una tendencia de incremento sostenida en el área foliar a medida que transcurría el tiempo de desarrollo del cultivo, alcanzando los mayores promedios a los 120 DDP con valores de 1,58 m² para la variedad morada, y la variedad blanca con 1,37 m² de área foliar (Figura 6a). Seguramente las condiciones edafoclimáticas de la zona hacen que las plantas de papa china formen un gran aparato foliar independientemente del cultivar utilizado. A partir de los 120 días se evidencia la disminución de estos indicadores seguramente por el envejecimiento celular (senescencia) en el que las hojas tienden a tornarse amarillas como indicador para la labor de cosecha. No se encontró diferencia estadística entre las variedades para este indicador en ningún momento de desarrollo del cultivo, aunque hubo una tendencia de mayores valores

numéricos para la variedad morada. Similares resultados presentaron Hernández y Bustamante (2014), indicando al cultivar Leon3 (clon morado) con el mejor comportamiento en cuanto al área foliar frente a los demás genotipos introducidos y naturalizados de *C. esculenta*. Hallazgos similares también fueron reportados por Ezeabara et al. (2015), quienes determinaron a los cultivares del género *Esculenta var esculenta* (genotipo blanco) y “Ogeriobosi” (genotipo morado), con los mejores resultados en cuanto al tamaño y número de hojas, variantes que permiten conocer el área foliar total donde se realiza uno de los procesos de vital importancia (fotosíntesis) que influye directamente sobre el crecimiento y desarrollo de la planta.

Figura 6

Variación del Área foliar (AF) según las variedades y niveles de fertilización orgánica en diferentes momentos de evaluación.



Nota. Variación del área foliar según las variedades de papa china (a) y niveles de fertilización orgánica (b). Letras iguales indican que no existen diferencias significativas.

Tukey $p \leq 0,05$.

En cuanto a la fertilización con gallinaza, igualmente se evidenció un incremento del área foliar durante las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de la planta, obteniéndose el máximo valor de 1,67 m² a los 120 DDP por el nivel 3 kg/planta de fertilizante (Figura 6b). Sin embargo, durante la última fase fenológica, estado de madurez fisiológica, los promedios fueron disminuyendo, obteniendo al final del ciclo de cultivo (180 DDP) un promedio de 0,64 m² de área foliar para la misma dosis de gallinaza. A partir de los 90 DDP siempre se obtienen los mayores valores de área foliar con el nivel más alto de fertilizante, de 3 kg/planta, con diferencia estadística para los niveles medios y bajo. De igual forma al aplicar 2 kg/planta se observa diferencia estadística para el nivel más bajo de 1 kg/planta para el área foliar. Estos resultados indican el efecto positivo de la gallinaza como fertilizante orgánico para la formación de la arquitectura foliar de las plantas de papa china en estas condiciones de suelo y clima. Resultados similares encontraron Surinarti et al. (2016), quienes indicaron la influencia significativa de la fertilización sobre el área e índice de área foliar, pues a medida que se aumentaba las dosis de nitrógeno y potasio se incrementaban los valores de estos indicadores fisiológicos.

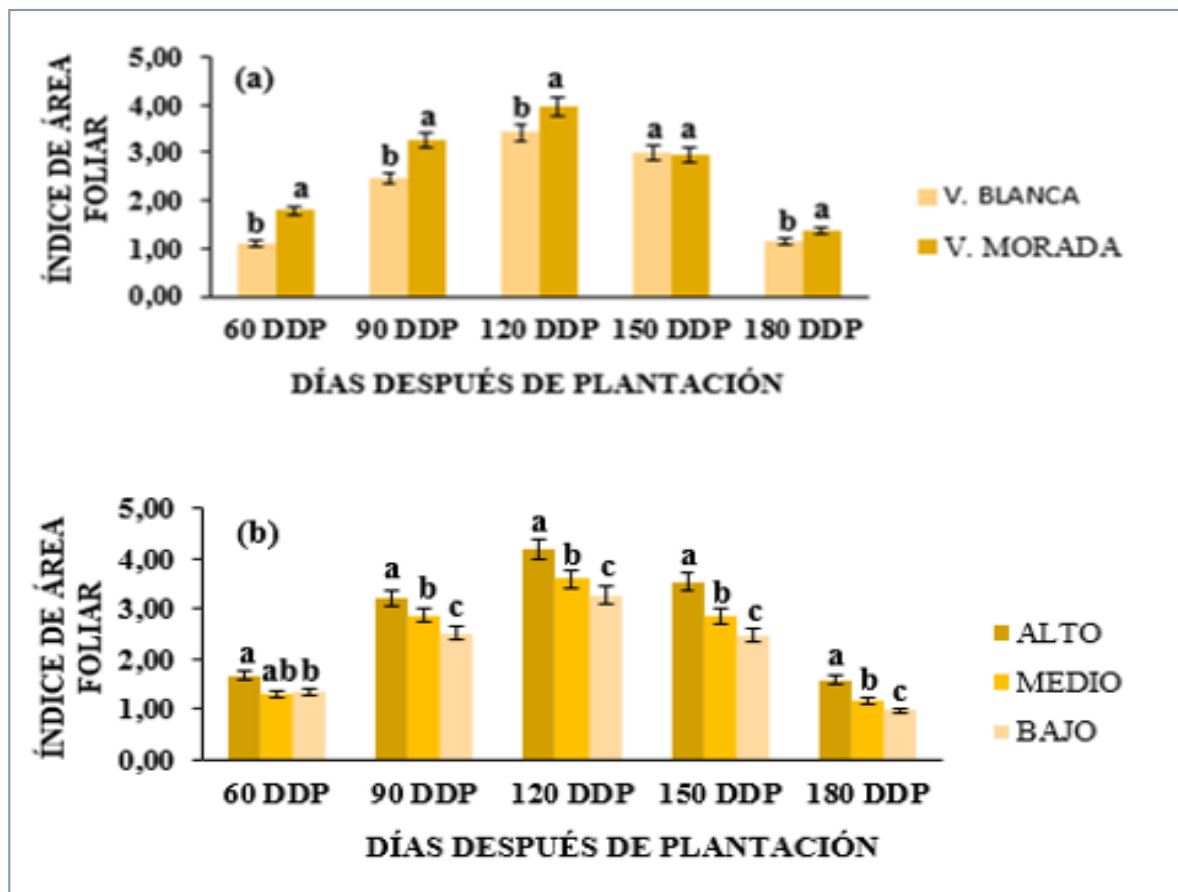
4.3.1.2 Efecto de las variedades de papa china y niveles de fertilización sobre el Índice de Área foliar.

El índice de área foliar se obtiene de la relación del área foliar y área vital de cada planta, por lo cual se mantiene una tendencia muy similar a lo ocurrido con el área foliar. Puede observarse en la Figura 7a que los cultivares presentaron una tendencia de incremento sostenida en el índice de área foliar a medida que transcurría el tiempo de desarrollo del cultivo, alcanzando los mayores promedios a los 120 DDP con valores 3,94 para la variedad morada, y la variedad blanca con 3,43 de índice de área foliar. No se encontró diferencia estadística entre las variedades para este indicador en ningún momento de desarrollo del cultivo, aunque hubo una tendencia de mayores valores numéricos para la variedad morada. En cuanto a la fertilización con gallinaza, igualmente se evidenció un incremento del índice de área foliar durante las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de la planta, obteniéndose el máximo valor de 4,18 a los 120 DDP por el nivel 3 kg/planta de fertilizante (Figura 7b). Sin embargo, durante la última fase fenológica, estado de madurez fisiológica, los promedios fueron disminuyendo, obteniendo al final del ciclo de cultivo (180 DDP) un promedio de 1,59 como índice de área foliar para la misma dosis de gallinaza. Al igual que ocurrió con el área foliar, a partir de los 90 DDP siempre se obtienen los mayores valores de índice de área foliar con el nivel más alto de fertilizante, de 3 kg/planta, con diferencia

estadística para los niveles medio y bajo. De igual forma al aplicar 2 kg/planta se observa diferencia estadística para el nivel más bajo de 1 kg/planta para el índice de área foliar. Estos resultados indican el efecto positivo de la gallinaza como fertilizante orgánico para la formación de la arquitectura foliar de las plantas de papa china en estas condiciones de suelo y clima.

Figura 7

Variación del índice del área foliar (IAF) según las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica en diferentes momentos de evaluación.



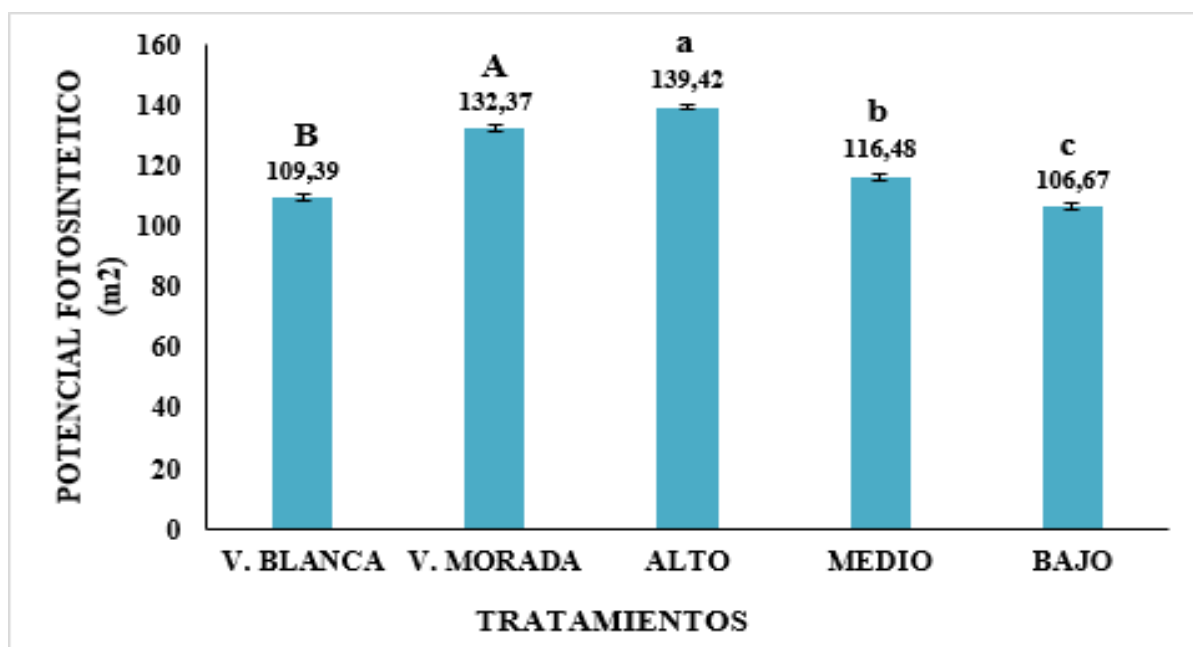
Nota. Variación del índice de área foliar según las variedades de papa china (a) y niveles de fertilización orgánica (b). Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$.

4.2.1.3 Efecto de las variedades de papa china y niveles de fertilización sobre el Potencial fotosintético.

El potencial fotosintético que expresa la superficie foliar media de hojas vivas que ha trabajado a lo largo del ciclo de la planta, presentó el mismo comportamiento diferenciado estadísticamente entre las variedades, alcanzando la variedad morada un valor de 132,37 m² y la variedad blanca 109,34 m² (Figura 8), Este comportamiento en los indicadores fisiológicos se atribuye a las características genéticas del cultivar y a su evolución en el tiempo, ya que las plantas al crecer y desarrollarse, modifican sus estructuras morfológicas de acuerdo al estado fenológico que atraviesan y las condiciones edafoclimáticas adecuadas, como en el caso de las hojas, en cuanto a tamaño y cantidad; aspectos que permiten conocer el área total de las hojas donde se realiza la actividad fotosintética al transformar la energía lumínica en energía química, mediante el cual se alimentan las plantas durante su ciclo de vida, por esta razón, mientras mayor sea el número de hojas y el tamaño de las mismas, mayor tasa fotosintética realizarán, permitiendo, de esta manera, alcanzar un comportamiento diferenciado en cuanto a composición morfológica y su productividad (Barrera & Suárez, 2011). Resultados superiores fueron reportados por Orozco et al. (2014) en un estudio sobre valoraciones agronómicas y de rendimiento en cosecha de papa china en trópico húmedo colombiano.

Figura 8

Variación del Potencial fotosintético (PF) según las variedades y niveles de fertilización orgánica.



Nota. Variación del potencial fotosintético según las variedades de papa china y niveles de fertilización orgánica. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre variedades. Letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre niveles de fertilización. Tukey $p \leq 0,05$.

En relación a la fertilización orgánica, el valor más alto de potencial fotosintético fue de 139,42 m^2 alcanzado por el nivel 3 kg/planta, con diferencia de los niveles 2 y 1 kg/planta que presentaron valores de 116,48 m^2 y 106,67 m^2 . Estos resultados se deben principalmente por la genética que posee una misma especie vegetal a través de las variedades o cultivares que influyen significativamente en el desarrollo del cultivo, así como también en la capacidad que tienen estos genotipos para interceptar la radiación solar como fuente de energía y hacer uso eficiente de los nutrientes que suministra el suelo como y los aportes de la fertilización. Muchos de los elementos presentes en la gallinaza intervienen de forma directa en el proceso de la fotosíntesis, por lo que, si alguno de ellos llegara a faltar o no se encontrara en cantidades suficientes, las plantas no se desarrollarían completamente. Por tal razón, el conocimiento de la parte área de una planta es fundamental, puesto que a través de la magnitud de su área foliar y el arreglo espacial de las hojas y su potencial para hacer fotosíntesis, garantizará una adecuada evolución fenológica de la planta traducido en su morfología y productividad (Boote, Kropff & Brindaban, 2001). Además, existen también clones con altos índices en la fisiología de la planta que han sido obtenidos en la etapa de máximo crecimiento del follaje, estado morfológico que generalmente determina mayores rendimientos en el cultivo de papa china (Ezumah & Plucknett, 1973). Similares resultados fueron reportados por Valle (2009), al plantear comportamientos superiores en las variables de crecimiento vegetativo e indicadores fisiológicos generados por las diferentes alternativas de fertilización orgánica.

4.3 EFECTO DE LAS VARIEDADES DE PAPA CHINA Y NIVELES DE FERTILIZACION CON GALLINAZA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA.

4.3.1 INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON GALLINAZA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA.

Los resultados del análisis de varianza mostraron que los componentes de rendimiento, peso total de cormelos por planta, número de cormelos comerciales por planta, peso de cormelos comerciales por planta, rendimiento por parcela y rendimiento agrícola fueron afectados de manera significativa por los niveles de fertilización, mientras que las variedades difirieron estadísticamente en el número y peso de cormelos comerciales. La interacción de los factores no presentó significación estadística en ninguno de los componentes (Tabla 9).

Tabla 9

Análisis de varianza del efecto de las variedades y niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola.

| | PTC | NCC | PCC | R/P | RA |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Variedades | 0,192ns | ,032* | 0,023* | 0,192ns | 0,192ns |
| Fertilización | ,000* | ,000* | ,000* | ,000* | ,000* |
| Variedades x Fertilización | ,488ns | ,660ns | ,488ns | ,488ns | ,488ns |

Nota. Tukey $p \leq 0,05$. Indica que existe interacción entre los factores de estudio. * $P < 0,05$; ns No significativo. PTC= Peso total de cormelos; NCC=Número de cormelos comerciales; PCC=Peso de cormelos comerciales; R/P=Rendimiento/parcela y RA=Rendimiento agrícola.

4.3.2 INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES DE PAPA CHINA SOBRE ALGUNOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO.

La Tabla 10 muestra las medias y la desviación estándar de la influencia de las variedades de papa china para cada uno de los componentes de rendimiento. Las plantas de la variedad morada presentaron los mejores resultados, independientemente de la significación estadística en la totalidad de los componentes de rendimiento. En relación al número y peso de cormelos comerciales con diferencias estadísticas, los mejores promedios fueron de 16,04 cormelos comerciales/planta y un peso de 2406,90 g/planta, distinguiéndose la variedad morada sobre la variedad local blanca que obtuvo 13,82 cormelos comerciales/planta y un peso de 2011,56 g/planta. Seguramente estos resultados están relacionados a la genética del cultivar, la influencia de las condiciones edafoclimáticas y el manejo agronómico, donde las plantas de la variedad morada obtuvieron los mejores indicadores morfofisiológicos debido a su excelente adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio. La papa china es un cultivo de climas tropicales que requiere de grandes precipitaciones de agua, temperaturas que oscilen entre 20 y 30 °C, no tolera temperaturas bajas. Se cultiva bien en altitudes bajas y medianas hasta los 1 500 msnm con una humedad relativa del 70 a 80 % (Zapata & Velásquez, 2013). Dentro de estos rangos se encuentra la zona de estudio, cantón Santa Clara, provincia de Pastaza, con un clima tropical – húmedo, una altitud de 947 msnm, una temperatura media que oscila entre 18 y 24 °C, una precipitación promedio anual que supera los 3 000 mm y una humedad relativa entre 87 - 89 %. Las dos variedades obtuvieron buenos resultados en relación a los rendimientos tanto para el rendimiento por parcela (kg) como el rendimiento agrícola (kg/ha), sin diferencia estadística. El rendimiento por parcela para la variedad blanca fue de 151,82 kg y el rendimiento agrícola de 50605,99 kg/ha, mientras que en la variedad morada se obtuvo un rendimiento por parcela de 167,06 kg y un rendimiento agrícola de 55684,63 kg/ha, superando a la variedad blanca. Estos resultados difieren con los reportados por Góngora (2015) y Hernández y Bustamante (2014), al encontrar que el cultivar BLSM 148 (clon de tonalidad blanca) registró mayor número de cormelos por planta y el cultivar Santo Tomás (clon blanco) con el mayor peso de cormelos/planta, difiriendo estadísticamente entre los genotipos estudiados. Resultados superiores presentaron Orozco et al. (2014) al efectuar valoraciones agronómicas y de rendimiento en dos ejemplares con distintos tiempos de cosecha en el trópico húmedo colombiano.

Tabla 10

Efecto de las variedades sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola.

| INDICADORES PRODUCTIVOS | VARIEDADES | |
|---|----------------------|----------------------|
| | V. Blanca | V. Morada |
| Peso total de cormelos/ planta(g) | 2409,81a ± 984,99 | 2651,65a ± 740,96 |
| Número de cormelos comerciales/planta | 13,82b ± 5,01 | 16,04a ± 4,68 |
| Peso de cormelos comerciales/planta (g) | 2011,56b ± 882,80 | 2406,90a ± 725,80 |
| Rendimiento Parcela (kg) | 151,82a ± 62,05 | 167,05a ± 46,68 |
| Rendimiento Agrícola (Kg/ha) | 50605,99a ± 20684,85 | 55684,63a ± 15560,18 |

Nota. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas. Tukey $p \leq 0,05$.

4.3.3 INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (GALLINAZA) SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA.

La Tabla 11 muestra los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola que fueron diferenciados estadísticamente por el factor fertilización en sus diferentes niveles. De forma general, las plantas que mejor comportamiento productivo alcanzaron fueron con el nivel de fertilización alto (3 kg/planta), obteniendo 3044,81 gramos para el peso total de cormelos por planta, el número y peso de cormelos comerciales presentaron promedios de 17,97 y 2714 gramos respectivamente, para el rendimiento por parcela se obtuvo 191,82 kg y finalmente el rendimiento agrícola fue de 63941,01 kg/ha. Por el contrario, los valores más bajos se obtuvieron por la dosis de fertilización baja (1 kg/planta). Esto seguramente está dado por la acción de la fertilización orgánica, principalmente a la cantidad de materia orgánica y al contenido de macro y micronutrientes que presenta la gallinaza, al contribuir con la fertilidad y mejorar las condiciones físicas del suelo. De forma general, el aumento de materia orgánica fue muy positivo en todos los indicadores productivos, puesto que los beneficios en suelos agrícolas significan una mejora en la estructura del mismo, al crear buenas condiciones de ventilación, humedad, mayor capacidad de intercambio catiónico y menor plasticidad del suelo; condiciones que son favorables para la micro flora y micro fauna, y que son una parte esencial del complejo húmico-coloidal, al crear un sistema suelo-

agua-planta adecuado para el desarrollo del cultivo (Basantes, 2010). Dentro de los elementos que intervienen en la formación de los órganos de almacenamiento, se encuentra el nitrógeno, puesto que es el elemento que determina en mayor grado la cantidad de producto agrícola; el fósforo es de especial importancia para el desarrollo reproductivo del vegetal, pero principalmente el potasio, ya que es el nutriente que más se relaciona con la calidad de las cosechas, debido a la influencia que tiene sobre la acumulación de almidón en las estructuras de almacenamiento (Fundora et al., 2009). Según Giletto et al. (2013), la fertilización con nitrógeno es requerida para lograr elevados rendimientos y tubérculos de calidad, pero se necesita adecuar el manejo del nutriente debido a que elevadas dosis puede afectar la calidad industrial de los tubérculos. Estos resultados coinciden con Barrera (2012), el cual indica que el manejo adecuado de la fertilización es la clave para elevar los rendimientos en suelos de continuo uso agrícola. El componente climático también juega un papel importante en el desarrollo de los cultivos, su incidencia mediante los factores de precipitación, temperatura y fotoperiodo permiten que las plantas aprovechen favorablemente el contenido de los fertilizantes, convirtiéndolas en formas más asimilables, que se manifestará en un buen comportamiento morfofisiológico y productivo de la planta. Resultados similares fueron presentados por Rivas y Jori (2016), al encontrar un efecto positivo en las variables de rendimiento, donde la dosis de fertilización alta (3 kg/planta) fue la que generó valores más elevados. Estos hallazgos concuerdan también con Agbede et al. (2013), quienes plantean que el aumento en el rendimiento de los cormelos en la papa china se explicaría como el resultado del aumento general en el contenido y disponibilidad de los nutrientes del suelo, favorecidos en este caso por la gallinaza como una fuente natural y eficaz de nutrientes y por el hecho de que su presencia aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Similares resultados fueron reportados por Morales et al. (2016), quienes manifestaron que la producción y la calidad de cormelos están relacionados generalmente con la fertilidad del suelo y consideran a la fertilización orgánica como una alternativa para mejorar la nutrición del mismo, garantizando mayores rendimientos y menos impacto en el ecosistema. Estos resultados coinciden también con Hota et al. (2014), quienes atribuyen a la naturaleza y cantidad de nutrientes presentes en los abonos orgánicos, su descomposición y el patrón de liberación de los nutrientes en el suelo sobre una respuesta favorable en los indicadores de rendimiento del cultivo de papa china.

Tabla 11

Efecto de los niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola.

| INDICADORES PRODUCTIVOS | NIVELES DE FERTILIZACIÓN | | |
|--|--------------------------|----------------------|--------------------|
| | Alto (3 kg/planta) | Medio (2 kg/planta) | Bajo (1 kg/planta) |
| Peso total de cormelos por planta(g) | 3044,81a ± 958,81 | 2574,18ab ± 765,17 | 1973,19b ± 498,72 |
| Número de cormelos comerciales por planta | 17,97a ± 4,33 | 14,09b ± 4,32 | 11,93c ± 4,33 |
| Peso de cormelos comerciales por planta (g) | 2714,00a ± 862,18 | 2239,96b ± 735,99 | 1673,73c ± 506,67 |
| Rendimiento Parcela (kg) | 191,82a ± 60,40 | 162,17ab ± 48,21 | 124,31b ± 31,42 |
| Rendimiento Agrícola (Kg/ha) | 63941,01a ± 20134,9 | 54057,78ab ± 16068,5 | 41437,13b ± 10473 |

Nota. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas. Tukey $p \leq 0,05$.

4.4 RESPUESTA ECONÓMICA AL INCREMENTO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON GALLINAZA.

En general, los tratamientos fueron afectados por el factor fertilización, pues al incrementar la cantidad de materia orgánica a través de la gallinaza, los rendimientos fueron favorecidos, para cada una de las variedades, mediante el peso y número de cormelos comerciales por planta, pero los costos de producción variaron en función de los niveles de fertilización alto (3 kg/planta), medio (2 kg/planta) y bajo (1 kg/planta). Con la mayor dosis de fertilizante se incrementan los costos de producción, pero al mismo tiempo se obtuvo una tendencia de aumento en la producción y por consiguiente el valor de la cosecha fue rentable.

De acuerdo a la categoría primera o de exportación (100 - 200 g) de cormelos de papa china, la variedad morada bajo el nivel alto de fertilización con gallinaza (3 kg/planta) alcanzó el mejor rendimiento con 39,9 t/ha en comparación a los niveles medio (2 kg/planta) y bajo (1 kg/planta) que presentaron 31,3 t/ha y 24,9 t/ha respectivamente. Para la variedad blanca se encontraron rendimientos de 33,3 t/ha, 27 t/ha y 15,9 t/ha en los niveles alto, medio y bajo respectivamente (Anexo 5.3).

En la Tabla 12 se presenta el rendimiento por tratamiento, los costos de producción por hectárea generados por concepto de insumos agrícolas como: material de propagación, herbicidas, fertilizante orgánico; mano de obra o fuerza de trabajo, gastos indirectos como: transporte, alquiler de animales, materiales de empaque del producto, entre otros. Así como también el beneficio bruto y neto y la relación beneficio/costo, teniendo en consideración el precio promedio de venta, entre los años 2019 y 2020, del saco de 47 kg que fue de \$ 18 dólares y el valor de 1 kilogramo de papa china en \$ 0,39 centavos de dólar.

Se observa que la variedad morada con la aplicación de la dosis alta de fertilización orgánica (T4) alcanzó el mayor valor de la relación beneficio/costo (B/C=3) y un beneficio neto de \$ 11 427. Estos resultados significan que por cada dólar que se invierte al producir se obtiene un beneficio de 3, por lo que su implementación consiste en una alternativa viable que genera ingresos económicos mayores que el resto de tratamientos durante su producción. Los tratamientos T5, T6, T1, T2 y T3 presentaron valores B/C de 2,6; 2,5; 2,3; 2,1 y 1,2 con beneficios netos de \$ 8 665; \$ 6 803; \$ 9 051; \$ 7 063 y \$ 3 365 dólares respectivamente. Desde el punto de vista económico, todos los tratamientos constituyen alternativas rentables para los productores de la zona, por lo que, la ejecución de los mismos se encuentra en función de la disponibilidad de los recursos económicos de los agricultores.

Tabla 12

Relación beneficio/costo de cormelos papa china categoría primera o de exportación.

| TRATAMIENTOS | RENDIMIENTO sacos (47 kg) | COSTO DE PRODUCCIÓN (\$) | PRECIO DE VENTA x saco de 47 kg (\$) | BENEFICIO BRUTO (\$) | BENEFICIO NETO (\$) | B/C |
|--------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------|------------|
| T1=V1N1 | 717 | 3855,00 | 18 | 12906 | 9051 | 2,3 |
| T2=V1N2 | 576 | 3304,99 | 18 | 10368 | 7063 | 2,1 |
| T3=V1N3 | 340 | 2754,98 | 18 | 6120 | 3365 | 1,2 |
| T4=V2N1 | 849 | 3855,00 | 18 | 15282 | 11427 | 3,0 |
| T5=V2N2 | 665 | 3304,99 | 18 | 11970 | 8665 | 2,6 |
| T6=V2N3 | 531 | 2754,98 | 18 | 9558 | 6803 | 2,5 |

4.5 PRESENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO.

Las plagas agrícolas son una de las principales causas de pérdidas de rendimiento en los cultivos. Éstas junto con las enfermedades, ocasionan la disminución entre el 10 y el 40 % de la producción a nivel global (Val et al., 2013).

Durante el estudio, se evidenciaron afectaciones mínimas por plagas como insectos, pero ningún tipo de enfermedad en las plantas en los diferentes tratamientos bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona, por lo que no fue necesario realizar el cálculo de incidencia. Dentro de las ventajas del cultivo de papa china, es que es una de las especies agrícolas poco atacado por plagas y enfermedades, debido que es una planta rústica de alta adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, no obstante, es recomendable para su establecimiento y desarrollo concebir un buen plan de manejo integral que permita el normal crecimiento y desarrollo de la planta (Talwana et al., 2010).

Otro factor considerado en la ausencia de plagas y enfermedades en el cultivo de papa china es la fertilización orgánica. Se ha demostrado que la mayor influencia de la materia orgánica sobre los patógenos es a través de modificaciones de las actividades microbianas. El control de estos se produce por inacción o lisis de los esclerocios o hifas, directamente o seguido de un corto período de estimulación del crecimiento. La adición de la materia orgánica mejora el vigor de las plantas e incrementa la resistencia de las mismas al ataque de organismos patógenos (Lampkin, 1999).

La aplicación de la fertilización orgánica enriquece e intensifica la relación suelo-planta produciendo una mayor estabilidad en el sistema y disminuyendo las pérdidas por plagas y enfermedades. Los productos resultantes de la descomposición de proteínas, carbohidratos y ligninas estimulan una diversidad de funciones de los microorganismos. En consecuencia, los suelos con un buen contenido de materia orgánica presentan un equilibrio entre la flora beneficiosa y la flora patógena (que está regulada), mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, la nutrición de las plantas y activan las defensas de éstas (Domínguez, 2018).

CONCLUSIONES

1. Las variables altura de planta y número de hijos fueron afectados estadísticamente por la interacción de los factores en momentos determinados del desarrollo del cultivo.
2. Los indicadores fisiológicos y componentes de rendimiento fueron afectados estadísticamente de manera independiente por las variedades y los niveles de fertilización orgánica en cada momento de evaluación.
3. Los mejores valores para las variables morfológicas y fisiológicas fueron presentados por la variedad morada bajo la dosis de 3 kg/planta de gallinaza.
4. Los mayores rendimientos por hectárea fueron alcanzados por la variedad morada con 55,68 t/ha y por el nivel de fertilización con gallinaza de 3 kg/planta que alcanzó un rendimiento agrícola de 63,94 t/ha.
5. Económicamente, todos los tratamientos generaron rentabilidad, destacando la variedad morada bajo la dosis de 3 kg/planta de gallinaza con el mejor valor de la relación beneficio/costo ($B/C=3$) para la zona en estudio.

RECOMENDACIONES

1. Considerando los resultados obtenidos en la investigación se recomienda realizar otros estudios de genotipos o variedades de papa china con la finalidad de determinar los mejores cultivares que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la Región Amazónica Ecuatoriana.
2. Utilizar la variedad morada de papa china en combinación con el nivel de 3 kg/planta de gallinaza en vista de obtener un mayor beneficio económico para los productores de la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. (2017). Efecto de dos programas de fertilización sobre la calidad y el rendimiento del cultivo de ñampi (*Colocasia esculenta* var. *Antiquorum*) en dos zonas productoras de la Región Huetar Norte. [Tesis de grado. Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9852>
- Adekiya, Aruna & Agbede, Taiwo. (2016). The influence of three years of tillage and poultry manure application on soil and leaf Nutrient Status, Growth and Yield of Cocoyam. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 3, 104-109.
- Agbede, T. & Ojeniyi, S. (2009). Tillage and poultry manure effects on soil fertility and sorghum yield in southwestern Nigeria. *Soil and tillage Research*, 104(1), 74-81.
- Agbede, T., Adekiya, A. & Ogeh, J. (2013). Effects of organic fertilizers on yam productivity and some soil properties of a nutrient-depleted tropical Alfisol. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59(4-6), 803-822.
- Agbede & Adekiya (2016). Effects of Sole and Integrated Application of Cocoa Pod Ash and Poultry Manure on Soil Properties and Leaf Nutrient Composition and Performance of White Yam. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 113, International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 10(5), 244-251.
- Alemán, Bravo y Fargas. (2018). Fertilización orgánica en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L) y rábano (*Raphanus sativus* L) en la Amazonía Ecuatoriana. Edición Asociación Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres. Puyo, Ecuador.
- Altieri y Nicholls, (2006). Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo.
- Angamarca, L. (2013). Evaluación de diferentes niveles de almidón de dos tubérculos amazónicos *Manihot esculenta* y *Colocasia esculenta* en la elaboración de manjar de

leche. [Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Recuperado en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3006>.

Arauz, F. (1998). Fitopatología: un análisis agroecológico. San José, CR, EUCR. 469 p.

Arguello, A. (2001). Comportamiento agronómico de dos cultivares clonales de quequisque [*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott] en condiciones de Yolaina, Nueva Guinea. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria. Managua]. Recuperado en <https://repositorio.una.edu.ni/1799/>

Armas, F. (2019). Manual técnico para el pequeño agricultor. Morona Santiago, ec.

Arzola, N. Fundora, O. y Mello, R. (2013). Manejo de suelo para una agricultura sostenible. p. 166, p. 185, p. 198.

Arróliga, L., & Blandón, A. (2015) *Evaluación del comportamiento agronómico de ocho variedades de Malanga (Colocasia Esculenta) en las condiciones edafoclimáticas, Finca Buena Vista, comunidad El Tepeyac; departamento de Matagalpa. Nicaragua.* [Tesis pregrado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Recuperado en <https://repositorio.unan.edu.ni/2986/>.

Bravo Medina, C.; Marín, H.; Marrero-Labrado, P; Ruiz, M.E; Torres-Navarrete, B; Navarrete-Alvarado, H; Durazno-Alvarado, G y Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonía Ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1). 23-36.

Badillo, H. y Arévalo, J. (2016). Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) Variedad INIAP 122, en dosis diferentes, en la parroquia Malchingui cantón Pedro Moncayo, provincia Pichincha. [Tesis grado. Universidad Nacional de Loja]. Recuperado en

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10735>

Barrera, A. (2005). Producción del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta*) utilizando dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica. [Tesis de grado. Escuela Politécnica del Ejército]. Recuperado en <https://repositorio.espe.edu.ec>

Barrera, T. (2012). Cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Grand Rapid Waldeman's Starin bajo condiciones agroclimáticas en la provincia de Lamas. [Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto]. Recuperado en <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2146>.

Barrera, J., & Suárez, D. (2011). Análisis de crecimiento en plantas. Laboratorio de fisiología y bioquímica general. Colombia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en <http://ciencias.bogota.unal.edu.co/gruposdeinvestigacion/fisiologia-del-estres-y-biodiversidad-en-plantas-y-microorganismos/>

Basantes, M.E. (2010). Producción y Fisiología de Cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo. Imprenta Unión. Primera edición. Quito-Ecuador. 433p. ISBN-978-994202336-0. Libro técnico científico.

Caicedo, W. (2018). Tubérculos de papa china [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] como una fuente energética tropical para alimentar cerdos. una reseña corta sobre las características de la composición química y de los factores antinutricionales. *Researchgate*. <https://www.researchgate.net/publication/325995741>).

Calidad., S. L. (2000). Análisis de Costo/Beneficio. Recuperado en <http://sigc.uqroo.mx/Manuales/Institucional/Procedimientos/Secretaria%20General/Gestion%20Calidad/DGC-001/Metodologias/Costob.pdf>

- Calzadilla, Mario, Vilorio, Hilma, Menéndez Natera, Jesús Rafael (2012). Densidades de siembra para la producción de semilla de ocumo blanco (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en la Estación Experimental Hortícola San Agustín de la localidad La Guanota del municipio Caripe, estado Monagas, Venezuela. *Redalyc*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41623193003>.
- Carvajal, Shayra. (2009). Guía práctica cultivo de papa china (*Colocasia esculenta*). Puyo: MAGAP.
- Cervantes. M. A (2004). Los Abonos Orgánicos. Obtenido en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm.
- Cifuentes, W. y Mancero L. (2009). Informe. Análisis de la Cadena de Valor de Malanga Rancho Grande, Matagalpa, Nicaragua ADDAC - Brücke · Le pont. 64 p.
- Cordero, M. (2010). *Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de Raphanus sativus L. para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura*. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana]. Recuperado en <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/13/UPSCT002009.pdf>.
- Couto, A; Alves, F; Gonçalves, R y Coelho, R. (2007). Isolamiento de Fungos Fitopatogênicos. In Couto, A; Gonçalves, R. (eds.). Métodos en Fitopatología. Viçosa, Brasil. Universidad de Viçosa. p. 53-91.
- Cubi, N. (2020). *Comportamiento morfofisiológico de dos variedades de papa china (Colocasia esculenta (L.) Schott) a dos distancias de plantación, en la Parroquia San José, Pastaza*. [Tesis de grado. Universidad Estatal Amazónica.] Recuperado en <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/616?mode=full>.
- Cholaky, L., Giayetto, O. y Claudiomeina, E. (1984). Relaciones con componentes del

rendimiento y calidad de la semilla en girasol. *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto*, 4: 5 – 11.

CHEMONICS INTERNACIONAL INC. (2004). Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. El cultivo de malanga coco (*Colocasia esculenta* L).<http://occidenteagricola.com/pdf/MANUALES%20TECNICOS%20YUCA/Cultivo%20de%20Malanga.pdf>

Dávila, A. (2011). *Las pudriciones secas de la malanga (Xanthosoma y Colocasia). Etiología y sintomatología*. [Tesis de grado. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas]. Recuperado en <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/2173>.

Domínguez, K. (2018). *Influencia de la fertilización sobre la incidencia de pudriciones secas y el rendimiento en el cultivo de la malanga (Colocasia esculenta L. Schott)*. [Tesis de pregrado. Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas]. Recuperado en <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10109>.

Epstein, E. (1972). *Mineral nutrition of plants: Principles and Perspectives*. John Wiley and Sons. 3-51.

Espinosa, E. (2013). *Manejo agrotécnico del cultivo de la malanga (Xanthosoma gittifolium (L.) Schott) y (Colocasia esculenta (L.) Schott) para el combate de las pudriciones secas*. [Tesis de Doctorado. Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas]. Recuperado en <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/7005>.

Espinosa, A., Ruiz, R., Rivera, D., Armario, E., Espinosa, D., Carvajal, O., Triana y Yasmany, Triana. (2013). *Efecto de diferentes dosis de NPK y la cepa Glomus intraradices de HMA en el clon de boniato INIVIT B2-2005 sobre suelo Pardo mullido carbonatado*. Santa María, Villa Clara, Cuba. ISBN 978-959-295-008-5.

Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2010). FAOSTAT. http://www.fao.org/faostat/en/#_home.

- Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2019). Cultivo de Taro (*Colocasia esculenta* L.). <http://www.fao.org/3/ac450e06.htmTopOfpage>
- Gardner, P., Pearce, R., and Mitchell, R. (1985). Physiology of crop plants. Iowa State University Press: Ames, Iowa State University. LEed. pp. 98-107.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, (2019). Recuperado en <https://pastaza.gob.ec>
- Giletto, C., Monti, M., Ceroli, P. y Echeverría, H. (2013). Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre la calidad de tubérculos de papa (Var. Innovator) en el sudeste Bonaerense. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14 (2): 217-222.
- Góngora, K. (2016). Morfología, rendimiento y calidad organoléptica de 25 genotipos introducidos de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y seis naturalizados en Nicaragua. San Ramón, Matagalpa, 2015. [Trabajo de pregrado. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua] Recuperado en <http://repositorio.una.edu.ni/3424/1/tnf30g638.pdf>
- Gondim, A., Puiatti, M., Cecon, P., & Finger, F. (2007). Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. *Horticultura Brasileira*, 418-428 pp.
- Guaminga, I. M. (2012). Manejo y procesamiento de la gallinaza. [Tesis grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Recuperado en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>
- Guadron, J. (1990). *Fisiología Vegetal*. U.N.A.L.M. LIMA – PERÚ 159 p.
- Hamma, I., Mahmoud, B., Wakili, A. & Hayatuddeen, M. (2014). Performance of cocoyam (*Colocasia esculenta* L.) as influenced by organic and inorganic manure in Samaru, Zaria, Nigeria. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*, 5(5), 97-103.

- Himeda, M., Jitang, N., Gaiani, Y., Nguimbou, C., Scher, R., Facho, B. y Mbofung, C. (2012). Physicochemical and thermal properties of taro (*Colocasia esculenta* sp) powders as affected by state of maturity and drying method. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1857-1865. Doi: 10. 1007/s13197-012-0697-9.
- Hidalgo, I. (2012). “Elaboración de mermelada de naranjilla (*Solanum quitoense*) con adición de diferentes niveles de papa china (*Colocasia esculenta*) y pectina en el canton Pastaza, provincia de Pastaza”. [Tesis de grado. Universidad Estatal Amazonica]. Recuperado en <http://rraae.org.ec>
- Helmich, M. (2010). Número de fileiras no canteiro na produção e rentabilidade de quatro clones de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Dourados, Brasil. Universidad federal de Grande Dourados.
- Heredia, N., Carmo, M., Bratti, R., & Alves, T. (2003). Produção e rendimento de colheita semimecanizada de cinco clones de taro. *Cienc agrotec*, 1554-1559 pp.
- Hernández, S. y Bustamante S. (2014). Morfología y rendimiento de 32 genotipos introducidos y ocho naturalizados de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) en Nicaragua, El Plantel-Universidad Nacional Agraria. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria]. Recuperado en <https://repositorio.una.edu.ni/3566/>
- Hilmig, V. y Cira, Córdova. (2008). Production system of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Delta Amacuro State, Venezuela. *Rev. UDO. Agrícola* 8(1): 98 – 106.
- Hota, R., Kumar Jena, A., & Lakshmi Narayana, K. (2014). Effect of Inorganic and Organic Amendments on Yield of Cocoyam (*Colocasia esculenta*), and on Soil Properties. *World Journal of Agricultural Research*, 2(2), 70-81. <https://doi.org/10.12691/wjar-2-2-7>.
- Ibarra, E. (2020). Desarrollo morfofisiológico y productivo del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), variedad local blanca, con diferentes densidades de población y materiales de propagación en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. [Tesis de maestría. Universidad Estatal Amazónica].

IFA - FAO. (2009). Asociación internacional de la industria de los fertilizantes. Manual mundial del uso de los fertilizantes, 632p.

International Plant Genetic Resources, (1997). Bioversity, International Plant Genetic Resources Institute. Descriptores para el Taro *Colocasia esculenta*. http://books.google.com.ec/books?id=DV_W3nwuh0C&pg=PA44&lpg=PA44&d=Colocasia+esculenta+caracteristicas+de+temperatura+y+suelo&source=bl&ots=nbvzVsruHl&sig=kkhm66som0dW_H9xDFZm3ZVtPc8&hl=es&ei=p9G2Scy5JpmRmQfm_9DqCg&sa=X&oi=book_result&resnum=4&ct=r

Jewett, E. (2004). Science illustration & design.

Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T (2015). Análisis de la composición nutricional de la gallinaza.

Lampkin N. H. (1999). Organic farming and agricultural sustainability. <http://www.orgprints.org/id/file/56315>).

Livan, M.A. (2006). Fertilizer usage in crop management. <http://www.agrinetguyana.org.gy/nari/publication/fertilizerusage.htm>.

López, M., Vásquez, E. & López, R. (1995). Raíces y tubérculos. La Habana. pág. 98-221.

López, M.; Díaz, E.; Martínez, R. y Valdez, C. (2001) Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana* 19 (4). 293-299.

- Manner H & Taylor, M. (2011). Farm and forestry production and marketing profile for taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). In: Craig R. Elevitch. *Specialty crops for pacific agroforestry*. Holualoa, Hawai'i. United States Department of Agriculture 15 Western Region Sustainable Agriculture Research and Education (USDA-WSARE). 431-464.
- Marín, B., Castro, L. y Escalante, H. (2015). Efecto de la carga orgánica de la gallinaza de jaula en el potencial de biometanización. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(1), 18-23. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v17n1.39971>.
- Mascarenhas, M., & Resende, L. (2002). Situação atual e perspectivas das culturas do taro e do inhame no Estado de Minas Gerais. *Incapar*, Vol 47. 61-71 pp.
- Mengel K. and E. Kirkby. (1982). Principles, of plant nutrition. International Potash Institute. 3Ed. pp. 241-243.
- Mosquera, E., y Cárdenas D. (2006) Programa tecnológico de la papa china (*Colocasia esculenta*) en la Provincia de Pastaza. Pastaza: Consejo Provincial de Pastaza, 103p.
- Montaldo, A. (1991). Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Editorial IICA. Costa Rica. pp: 13 - 67.
- Morales, E., Peñafiel, M., Barahona, M., Mohiddin, G., Cuaycal, A. y Aguas, S. (2016). Effect of silicon in taro crop (*Colocasia esculenta*) in combination with two levels of organic matter. 9. *Researchgate*, 18(4), 806-816. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8339>
- Odedina, J.N., Ojeniyi S.O. & Odedina S.A. (2011). Comparative effect of animal manures on soil nutrients status and performance of cassava. *Nigerian Journal of Soil Science*, 21(1), 58-63.

- Orozco, M., Garcés, C. & Rivera, C. (2014). Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico húmedo colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(2), 169-180. <https://doi.org/10.22490/21456453.1335>
- Onwueme, I. (1978). *Tropical Tuber Crops*. John Wiley and Sons. New York - EE. UU, pp: 199 - 225.
- Perrín, R., Winkelmann, D., Moscardi, E. y Anderson, J. (1988). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 53 p.
- Pineda, N. (2018). Efecto de tres fuentes y tres dosis de potasio en el rendimiento de papa china, cultivar “blanca” [*Colocasia esculenta* (L.) schott] en la parroquia el Triunfo, cantón Pastaza, provincia de Pastaza. [Tesis de maestría. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias]. Recuperado en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32741/1/002%20Nutricion%20Vegetal%20Pineda%20Morales%20No%20C3%A9%20Efra%20ADn.pdf>
- Puerres J. (2010). Colecta y caracterización básica de cuatro raíces: Yuca (*Manihot spp*), Camote (*Ipomoea batatas*), Papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), como parte del rescate de la agrobiodiversidad en la Provincia de Imbabura. [Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte]. Recuperado en <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4748>
- Rivas, N. & Jori, I. (2016). Efecto de abono orgánico y densidad de siembra en crecimiento y producción de papa china (*Colocasia esculenta* L.). *RIAA*, 7(1). 139-146. <https://doi.org/10.22490/21456453.1535>
- Rodríguez, J., Ruiz, I., Herman, E., Martínez, C., Delgado, E. y Vivar, M. (2011). Development of extruded snacks using taro *Colocasia esculenta* and nixtamalized maize *Zea mays* flour blends. *LWT-Food Science and Technology*. 44(3). 673-80.

- Rueda, P. & Alexander, J. (2011). Colecta y caracterización básica de cuatro raíces: Yuca (*Manihot spp*), camote (*Ipomoea batatas*), papa china (*colocasia esculenta*), malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), como parte del rescate de la agrobiodiversidad en la Provincia de Imbabura. [Tesis de pregrado. Universidad Tecnica del Norte]. Recuperado en <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/223>.
- Ruíz, L. (2001). Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos con carbonatos y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. [Tesis doctorado. Universidad de la Habana]. Recuperado en http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_2/cag06215.pdf
- Suquilanda, M. (1996). Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones UPS. FUNDAGRO. Quito, Ecuador.
- Surinarti, N., Guritno, B. & Rayes M. (2016). Effect of Fertilizer Application and Plant Density on Physiological Aspect and Yield of Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *Antiquorum*). *International Journal of Agricultural Research*. DOI: [10.3923/ijar.2016.32.39](https://doi.org/10.3923/ijar.2016.32.39)
- Talwana, H. L., Tumuhimbise, R. & Osiru, D. S. O. (2010). Comparative performance of wetland taro grown in upland production system as influenced by different plant densities and seedbed preparation in Uganda. *Root Crops*, 36(1), 65-71.
- Tewodros, M. y Getachew, W. (2013). Estudio sobre estimaciones de variabilidad genotípica e interrelación de rasgos agronómicos para la selección de Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en Etiopía. *Sky Journal of Agricultural Research*. 3, 2315-8751.
- Val, E., Arnés, E., Gaona, J. y Astier, M. (2013). Incidencia de gallina ciega, sistemas de manejos campesinos y variabilidad climática en la comunidad de Napízaro, Michoacán (México). *Agroecología* 8: 53-62.
- Valle, S. (2009). Alternativas de fertilización en los cultivos del maíz (*Zea mayz*. L) y la papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en suelos del orden inceptisoles del Cantón Pastaza. [Tesis de grado. Universidad Estatal Amazónica]. Recuperado en

<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/62/1/T.%20AGROP.B.UEA.10>
[10.](#)

Vázquez E. y Torres, S. (2006): Fisiología Vegetal II. Editorial Félix Varela. Tercera edición. Ciudad de la Habana. p. 51 pp 349.

Verma, V., Jha, A., Wanshnong, K. & Swer, T. (2012). Effect of Integrated Nutrient Management Modules on Growth, Yield and Quality Attributes in Taro (*Colocasia esculenta* L. Schott). *Indian Journal of Hill Farming* 25(1):21-25.
http://kiran.nic.in/pdf/IJHF/Vol25_1/Effect_of_Integrated.pdf.

Villacrés, Napoleón (2009). Proyecto: Papa china orgánica (*Colocasia esculenta*). Pastaza: Consejo Provincial de Pastaza, 20 p.


Wilson, J. E. (1984). Cocoyam in the physiology of tropical field crops. Eds. Goldworthy, P and Fisher, N. M. pág. 589-605.

Yáñez, W. (2009). La papa china (*Colocasia esculenta* (L.)Scott). Pastaza: Universidad Estatal Amazónica. 15 p.

Zapata, J. & Velásquez, C. (2013). Estudio de la producción y comercialización de la malanga: Estrategias de incentivo para la producción en el país y consumo en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. [Tesis Maestría. Universidad Politécnica Salesiana]. Recuperado en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4331/1/UPSGT000395.pdf>

CAPITULO V. ANEXOS

ANEXO 5.1 ANALISIS DE SUELO Y GALLINAZA



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | PARA USO DEL LABORATORIO | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------|------------------|-----------------------|---|------------|--|--------------------------|--|--|--|
| Nombre | : Reinoso Betty (Jorge Freile) | Nombre | : Nuevo Amanecer | Cultivo Actual | : | | | | | | |
| Dirección | : jfreilecipca@gmail.com | Provincia | : Pastaza | N° Reporte | : | 5326 | | | | | |
| Ciudad | : Santa Clara | Cantón | : Santa Clara | Fecha de Muestreo | : | 11/02/2019 | | | | | |
| Teléfono | : | Parroquia | : | Fecha de Ingreso | : | 11/02/2019 | | | | | |
| Fax | : | Ubicación | : | Fecha de Salida | : | 21/02/2019 | | | | | |

| N° Muest. Laborat. | Datos del Lote | | pH | ppm | | | meq/100ml | | | ppm | | | | | |
|--------------------|----------------|------|----------|-----------------|-------|--------|-----------|-------|-----|-------|--------|-------|--------|--------|--|
| | Identificación | Area | | NH ₄ | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B | |
| 94408 | Muestra 1 | | 6,0 MeAc | 24 M | 114 A | 0,22 M | 11 A | 2,8 A | 8 B | 4,3 M | 23,2 A | 220 A | 29,0 A | 0,25 B | |



| INTERPRETACION | | | | METODOLOGIA USADA | | EXTRACTANTES | |
|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|--|
| pH | | | | Elementos: de N a B | | pH | |
| MAc = Muy Acido | LAc = Liger. Acido | LAl = Lige. Alcalino | RC = Requiere Cal | B = Bajo | = Suelo: agua (1-2,5) | Olsen Modificado | |
| Ac = Acido | PN = Prac. Neutro | MeAl = Media. Alcalino | | M = Medio | = Colorimetria | N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn | |
| MeAc = Media. Acido | N = Neutro | Al = Alcalino | | A = Alto | = Turbidimetria | Fosfato de Calcio Monobasico | |
| | | | | | = Absorción atómica | B,S | |

x. w. Freile

+ Freile



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | PARA USO DEL LABORATORIO | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------|------------------|-----------------------|---|------------|--|--------------------------|--|--|--|
| Nombre | : Reinoso Betty (Jorge Freile) | Nombre | : Nuevo Amanecer | Cultivo Actual | : | | | | | | |
| Dirección | : jfreilecipca@gmail.com | Provincia | : Pastaza | N° de Reporte | : | 5326 | | | | | |
| Ciudad | : Santa Clara | Cantón | : Santa Clara | Fecha de Muestreo | : | 11/02/2019 | | | | | |
| Teléfono | : | Parroquia | : | Fecha de Ingreso | : | 11/02/2019 | | | | | |
| Fax | : | Ubicación | : | Fecha de Salida | : | 21/02/2019 | | | | | |

| N° Muest. Laborat. | meq/100ml | | | dS/m | (%) | Ca | Mg | Ca+Mg | meq/100ml | (meq/l) ^{1/2} | ppm | Textura (%) | | | Clase Textural |
|--------------------|-----------|----|----|------|-------|-----|-------|-------|-----------|------------------------|-----|-------------|------|----|----------------|
| | Al+H | Al | Na | | | | | | | | | C.E. | M.O. | Mg | |
| 94408 | | | | | 9,9 A | 3,9 | 12,73 | 62,73 | 14,02 | | | 72 | 24 | 4 | Franco-Arenoso |



| INTERPRETACION | | | | ABREVIATURAS | | | METODOLOGIA USADA | | |
|----------------|------------------|-----------------|-----------|--------------|---|--------------------------------|------------------------------------|--|--|
| Al+H, Al y Na | | C.E. | | M.O. y Cl | | | C.E. | | |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | B = Bajo | C.E. | = | Conductividad Eléctrica | C.E. | | |
| M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio | M.O. | = | Materia Orgánica | M.O. | | |
| T = Tóxico | | | A = Alto | RAS | = | Relación de Adsorción de Sodio | RAS | | |
| | | | | | | | Método Usado | | |
| | | | | | | | C.E. = Conductímetro | | |
| | | | | | | | M.O. = Titulación de Walkley Black | | |
| | | | | | | | Al+H = Titulación con NaOH | | |



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

| | | | | |
|--------------------------|---|-----------|---------------------|--------------------------|
| Nombre del Propietario : | Reinoso Betty (Jorge Freile) | Telf.: | Reporte N° : | 5326 |
| Nombre de la Propiedad : | Nuevo Amanecer (jfreilecipca@gmail.com) | Cultivo : | Fecha de muestreo : | 11/02/2019 |
| Localización : | Santa Clara | Pastaza | Fecha de ingreso: | 11/02/2019 |
| | Parroquia | Cantón | Provincia | Fecha salida resultados: |

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONO ORGANICO

| Número de Laboratorio | Identificación de las Muestras | Concentración % | | | | | | ppm | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------|---------|---------|--------|----------|--------|------|------|-------|--------|-----------|
| | | Nitrógeno | Fósforo | Potasio | Calcio | Magnesio | Azufre | Boro | Zinc | Cobre | Hierro | Manganeso |
| 68794 | Muestra 1 | 1.7 | 0.71 | 1.02 | 8.81 | 0.25 | 0.29 | | | | | |

Observaciones:

Dr. Manuel Castillo Z.
RESPONSABLE DPTO.



LABORATORISTA

La Muestra N°
en el Laboratorio

ANEXO 5.2 DOSIS DE GALLINAZA PARA EL CULTIVO DE PAPA CHINA.

Tabla 13

Cantidad de nutrientes en el suelo y su conversión a forma de expresión en los fertilizantes.

| Nutriente | Cantidad en AS | FC | Cantidad en S (kg/ha) | FC | Cantidad FF | FF |
|----------------------|----------------|-------|-----------------------|------|-------------|------|
| MO % | 12,50 | 14000 | 175000,00 | | | |
| N Inorgánico | 25,65 | 1,00 | 25,65 | 1,00 | 25,65 | N |
| P mg kg-1 | 11,87 | 1,6 | 18,99 | 2,29 | 43,49 | P2O5 |
| K meq 100 g suelo-1 | 0,22 | 546 | 120,12 | 1,21 | 144,74 | K2O |
| Ca meq 100 g suelo-1 | 11,00 | 280 | 3080,00 | 1,40 | 4312,00 | CaO |
| Mg meq 100 g suelo-1 | 2,80 | 168 | 470,40 | 1,66 | 780,86 | MgO |

Tabla 14

Requerimientos de nutrientes en forma de fertilizante para el cultivo de papa china.

| Nutriente | Cantidad 40000 kg/ha | DS | Req Cultivo (B-C) | % Perdidas | Perdidas kg | FC | Requ Netos kg ha |
|-----------|----------------------|--------|-------------------|------------|-------------|------|------------------|
| N | 435,00 | 25,65 | 409,35 | 0,3 | 122,81 | 1,00 | 532,16 |
| P | 45,00 | 18,99 | 26,01 | 0,1 | 2,60 | 2,29 | 65,51 |
| K | 300,00 | 120,12 | 179,88 | 0,1 | 17,99 | 1,21 | 238,43 |

Tabla 15

Requerimiento de gallinaza en kg/ha y kg/planta.

| Requerimiento kg ha Gallinaza | Aplicación por Planta |
|-------------------------------|-----------------------|
| 31303,24 | 1,88 |

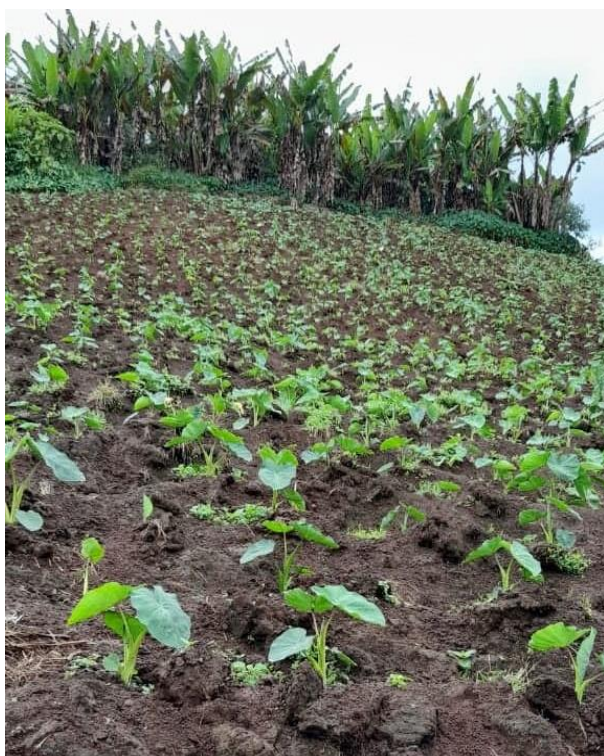
ANEXO 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO POR HECTÁREA DE PAPA CHINA SEGÚN NIVEL DE FERTILIZACIÓN.

| Insumos agrícolas | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tratamiento 4 | Tratamiento 5 | Tratamiento 6 |
|--|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | | V1N1 | V1N2 | V1N3 | V2N1 | V2N2 | V2N3 |
| Semilla | qq | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 |
| Fertilización (gallinaza) | 50 000 kg/ha | \$ 1.650,00 | \$ 1.099,99 | | \$ 1.650,00 | | |
| | 33 333 kg/ha | | | \$ 549,98 | | \$ 1.099,99 | |
| | 16 666 kg/ha | | | | | | \$ 549,98 |
| Herbicidas | gal | \$ 50,00 | \$ 50,00 | \$ 50,00 | \$ 50,00 | \$ 50,00 | \$ 50,00 |
| Gastos insumos | USD | \$ 1.820,00 | \$ 1.269,99 | \$ 719,98 | \$ 1.820,00 | \$ 1.269,99 | \$ 719,98 |
| Fuerza de trabajo/ labor | | | | | | | |
| Limpieza terreno | USD | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 |
| Hoyado | USD | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 |
| Siembra | USD | \$ 75,00 | \$ 75,00 | \$ 75,00 | \$ 75,00 | \$ 75,00 | \$ 75,00 |
| Aplicación de abono | USD | \$ 270,00 | \$ 270,00 | \$ 270,00 | \$ 270,00 | \$ 270,00 | \$ 270,00 |
| Tapado de abono | USD | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 |
| Control de malezas manual | USD | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 |
| Aplicación de herbicidas | USD | \$ 60,00 | \$ 60,00 | \$ 60,00 | \$ 60,00 | \$ 60,00 | \$ 60,00 |
| Aporque | USD | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 | \$ 225,00 |
| Cosecha | USD | \$ 600,00 | \$ 600,00 | \$ 600,00 | \$ 600,00 | \$ 600,00 | \$ 600,00 |
| Gastos indirectos | USD | \$ 250,00 | \$ 250,00 | \$ 250,00 | \$ 250,00 | \$ 250,00 | \$ 250,00 |
| Gastos fuerza/trabajo | USD | \$ 2.035,00 | \$ 2.035,00 | \$ 2.035,00 | \$ 2.035,00 | \$ 2.035,00 | \$ 2.035,00 |
| Gasto total o costo de producción | USD | \$ 3.855,00 | \$ 3.304,99 | \$ 2.754,98 | \$ 3.855,00 | \$ 3.304,99 | \$ 2.754,98 |
| Rendimiento comercial CAT1 | kg/ha | 33697,90 | 27052,76 | 15997,21 | 39919,02 | 31267,29 | 24957,17 |
| Rendimiento comercial CAT1 | sacos (47 kg) | 717 | 576 | 340 | 849 | 665 | 531 |
| Precio de venta kg | USD | \$ 0,39 | \$ 0,39 | \$ 0,39 | \$ 0,39 | \$ 0,39 | \$ 0,39 |
| Precio de venta saco (47 kg) | USD | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 |
| Ingreso total o beneficio bruto | USD | \$ 12.906 | \$ 10.368 | \$ 6.120 | \$ 15.282 | \$ 11.970 | \$ 9.558 |
| Beneficio neto | USD | \$ 9.050,58 | \$ 7.063,01 | \$ 3.365,02 | \$ 11.427,00 | \$ 8.665,01 | \$ 6.803,09 |
| valor de 1 kg de papa china | USD | \$ 0,11 | \$ 0,12 | \$ 0,17 | \$ 0,10 | \$ 0,11 | \$ 0,11 |
| Relacion beneficio/costo | USD | 2,3 | 2,1 | 1,2 | 3,0 | 2,6 | 2,5 |

ANEXO 5.3 TRABAJO EN CAMPO



Limpieza, adecuación, medición y hoyado del suelo para el establecimiento del ensayo.



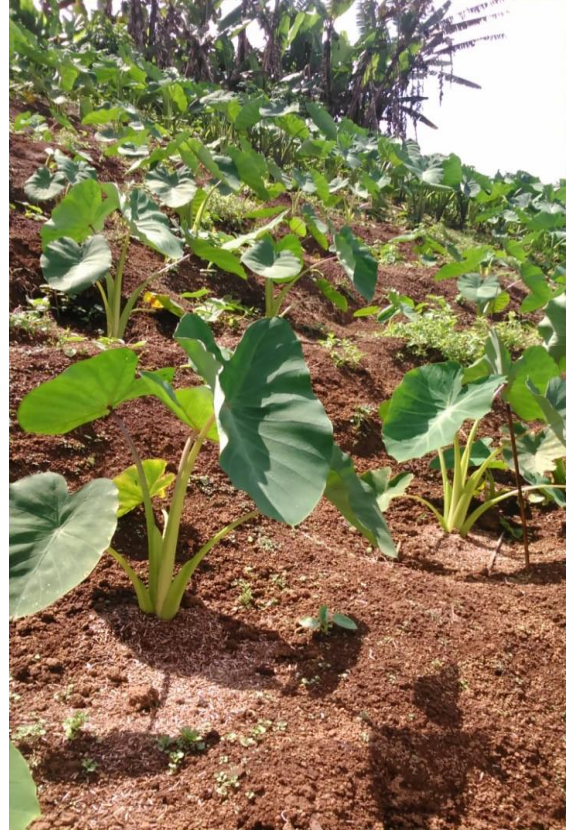
Plantación de las variedades de papa china mediante cormelos de 150 gramos como material de propagación.



Materiales de medición y formato de caracterización para la toma de datos de las plantas seleccionadas.



Proceso de aplicación de la gallinaza como fertilizante orgánico en sus diferentes niveles.



Desarrollo de las variedades de papa china después de la fertilización orgánica.



Tapado y aporque de las plántulas de papa china.



Localización y rotulación de parcelas con sus respectivos tratamientos.



Labor de cosecha de papa china en el área experimental.



Cormelos de papa china categoría primera o de exportación.



Peso, tamaño y forma de comerlos comerciales.



Áreas de producción en la propiedad Nuevo Amanecer, comunidad San Pedro de Punín.