

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO:**

Ingeniero Agropecuario

TEMA:

“Comportamiento del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), a diferentes distancias de plantación en el Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA)”

AUTORES:

Gisela Alexandra Cando López

Kurinua Clementina Saant Ujukam

DIRECTOR DE PROYECTO:

Dr. Reinaldo Alemán Pérez, PhD.

PASTAZA - ECUADOR.

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Kurinua Clementina Saant Ujukam, con C.I: 1401276488, 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 Investigación bajo el tema: “Comportamiento del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), a diferentes distancias de plantación en el Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA)”, 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.

.....

Kurinua Clementina Saant Ujukam

C.I: 1401276488

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Gisela Alexandra Cando López, con C.I: 1600576340, 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 Investigación bajo el tema: “Comportamiento del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), a diferentes distancias de plantación en el Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA)”, 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.

.....
Gisela Alexandra Cando López

C.I: 1600576340

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación titulado: “**Comportamiento del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), a diferentes distancias de plantación en el Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA)**” fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

.....
Dr. Segundo Benedicto Valle Ramírez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Dr. Julio Cesar Muñoz Rengifo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Ms.C Marcelo Vicente Luna Murillo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por la oportunidad de concluir uno de mis objetivos propuestos.

A mis padres por la confianza, amor y apoyo incondicional para realizar todas mis metas planteadas.

De igual manera a mis maestros en especial al Dr. Reinaldo Alemán y Dr. Ernesto Ibarra, quienes me han guiado a través de conocimientos y experiencias para la realización del proyecto.

Gisela

Agradecimiento

Son muchas las personas que han contribuido al proceso y conclusión de este proyecto de investigación. En primer lugar, quiero agradecer a la UEA, por ser mi segundo hogar durante este periodo universitario.

Agradezco a mi tutor al Dr. Reinaldo Alemán, por habernos tomado en cuenta y hacernos partícipes de esta investigación.

Agradezco a mi familia, que me apoyaron moralmente y económicamente en todo el transcurso de mi vida estudiantil.

Y para finalizar también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clases durante todos estos años, ya que, gracias al compañerismo, amistad han aportado a ser la persona que soy.

Kurinua

Dedicatoria

Este proyecto de investigación lo dedico con mucho aprecio y amor a mis padres: Franklin y Cecilia, quienes, sin duda alguna, me han brindado su apoyo tanto moral como económico, no solo en el transcurso de mi carrera universitaria, sino de mi vida.

A mi querido hijo Gael, quien es mi fuente de inspiración para luchar cada día por un mejor futuro.

A mi compañero de lucha, José Luis quien con esfuerzo me ha apoyado e incentivado a seguir adelante en cada decisión tomada.

A mi hermano Andrés, quien con su carisma me motiva a superarme.

A mis compañeros y amigos con quienes hemos compartido 5 años de estudio y dedicación, así también como lindas experiencias.

Gisela

Dedicatoria

Este proyecto de investigación la dedico con todo mi amor y cariño a mi familia, por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado ahí presentes, brindándome su cariño, amor y comprensión.

A mi amada hija Zoe Fernanda por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A mi madre, hermanos y primos/as, quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante con todo aquellos que me proponga.

A mis compañeros, amigos presentes y pasados, que sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas.

Y a todas esas personas, que durante estos 5 años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se volviera realidad.

Gracias a todos...

Kurinua

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación evidencia el comportamiento del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), variedad local blanca a diferentes distancias de plantación en el CIPCA, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo. Se evaluaron tres distancias de plantación lo que permitió caracterizar el comportamiento productivo en cada una de las variables objeto de la investigación. El experimento consistió en la evaluación del efecto de tres distancias de plantación que representan los tratamientos: 1m X 0,40m; 1m X 0,60m y 1m X 0,80m, lográndose una densidad de, 25.000 plantas/ha, 16.666 plantas/ha y 12500 plantas/ha respectivamente. Se utilizó un diseño experimental en bloque completamente al azar con los tres tratamientos y tres réplicas. Para la toma de datos se seleccionaron cinco plantas al azar que estén en competencia intraespecífica perfecta por unidades experimentales. Se evaluaron variables morfológicas, fisiológicas y componentes del rendimiento. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y se empleó la prueba Tukey a un promedio de probabilidad 95 % para la comparación de medias. Los resultados mostraron que la distancia de plantación afecta de manera significativa las variables de desarrollo inicial y crecimiento de las plantas, En cuanto a los componentes de rendimiento, la distancia de plantación de 1m x 0,80m tuvo un efecto significativo en el número de cormelos comerciales, pero en el rendimiento agrícola predominó el tratamiento 1 con 35,03 t/ha.

Palabras claves: Amazonía, papa china, distancia de plantación, y comportamiento productivo.

EXECUTIVE SUMMARY

This research project demonstrates the behavior of the cultivation of Chinese potato (*Colocasia esculenta* L. Schott), a white local variety at different planting distances in the CIPCA, Arosemena Tola Canton, Napo Province. Three planting distances were evaluated, which allowed characterizing the productive behavior in each of the variables under investigation. The experiment consisted of the evaluation of the effect of three planting distances that represent the treatments: 1 m X 0.40m; 1 m X 0.60m and 1 m X 0.80m, achieving a density of 25,000 plants/ha, 16,666 plants/ha and 12500 plants/ha respectively. A completely randomized experimental block design was used with the three treatments and three replicas. For the collection of data, five random plants were selected that are in perfect intraspecific competition by experimental units. Morphological, physiological variables and performance components were evaluated. The results were subjected to an analysis of variance and the Tukey test was used at an average probability of 95% for the comparison of means. The results showed that the planting distance significantly affects the initial development and plant growth variables. Regarding the yield components, the planting distance of 1 m x 0.80m had a significant effect on the number of cormelo commercial, but in agricultural yield treatment 1 predominated with 35.03 t / ha.

Keywords: Amazon, Chinese potato, planting distance, and productive behavior.

CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	1
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.5 OBJETIVOS.....	3
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	4
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	4
2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
2.4 VARIABLES MORFOLÓGICAS.....	5
2.5 VARIABLES FISIOLÓGICAS	5
2.6 REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS	6
2.7 PRINCIPALES ASPECTOS DE LA FITOTECNIA DEL CULTIVO.....	7
2.8 TIPOS DE ABONOS	7
2.8.1 ABONOS ORGÁNICOS	7
2.9 INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE LA PAPA CHINA	7
2.10 DISTINTAS DISTANCIAS DE PLANTACIÓN	8
CAPÍTULO III.....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1 LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	9

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	10
3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	10
3.4 DISEÑO DEL EXPERIMENTO	10
3.5 MATERIALES Y EQUIPOS.....	11
3.6 MEDICIONES EXPERIMENTALES.	11
3.6.1. ACTIVIDADES REALIZADAS	13
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
CAPÍTULO IV	14
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	14
4.1 RESULTADOS DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS	14
4.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS.....	17
4.3 RESULTADOS DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.....	24
CAPÍTULO V	30
5.1 CONCLUSIONES.....	30
5.2 RECOMENDACIONES	30
CAPÍTULO VI.....	31
6. BIBLIOGRAFÍA.....	31
CAPÍTULO VII	34
7. ANEXOS	34

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del área de estudio	9
Figura 2. Diseño del experimento	10
Figura 3. Mapa político del CIPCA, entre las provincias Pastaza y Napo (A); y, lugar experimental (experimento en la figura) (B).	13
Figura 4. Variación del porcentaje de brotación según distancias de plantación.	14
Figura 5. Variación de la altura de la planta durante el desarrollo del cultivo según distancias de plantación.	15
Figura 6. Variación del Diámetro del tallo durante el desarrollo del cultivo según distancias de plantación.	16
Figura 7. Variación del N° de hijos durante el desarrollo del cultivo según distancias de plantación.	17
Figura 8. Variación del área foliar durante el desarrollo del cultivo según distancias de plantación.	18
Figura 9. Variación del índice de Área Foliar durante el desarrollo del cultivo según distancias de plantación.	19
Figura 10. Variación de la Tasa de Asimilación Neta durante el desarrollo del cultivo según distancias de plantación.	20
Figura 11. Variación del Potencial Fotosintético durante el desarrollo del cultivo según distancias de plantación.	21
Figura 12. Variación del Rendimiento Biológico según distancias de plantación.	22
Figura 13. Variación del Rendimiento Económico según distancias de plantación.	23
Figura 14. Variación del Índice de Cosecha según distancias de plantación.	24
Figura 15. Variación del número de cormelos totales por planta según las distancias de plantación.	25
Figura 16. Variación Peso total de cormelos kg/planta, según distancias de plantación.	26
Figura 17. Variación de la cantidad de cormelos por categoría según distancias de plantación.	27
Figura 18. Variación del peso de cormelos por categoría según distancias de plantación.	28
Figura 19. Variación del Rendimiento Agrícola según distancias de plantación.	29

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Resultados del análisis Modelo Lineal General (MLG) univariante de dos factores (ANOVA bifactorial), con el tiempo y distancias de plantación como factores, para cada uno de los variables de estudio (brotación, altura de la planta, diámetro del tallo, N° hijos, área foliar, Índice de área foliar), en papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott). Efecto de los factores principales (Valor F y valor p). **34**
- Tabla 1A.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable Brotación en los tratamientos T1, T2, T3. **34**
- Tabla 1B.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable Altura de la planta en los tratamientos T1, T2, T3. **35**
- Tabla 1C.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable Diámetro del tallo en los tratamientos T1, T2, T3. **35**
- Tabla 1D.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable N° de hijos en los tratamientos T1, T2, T3. **35**
- Tabla 1E.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable Área foliar en los tratamientos T1, T2, T3. **36**
- Tabla 1F.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable Índice de área foliar en los tratamientos T1, T2, T3. **36**
- Tabla 2.** Resultados del análisis Modelo Lineal General (MLG) univariante de un factor (ANOVA factorial), con diferentes distancias de plantación como factor, para cada uno de las variables de estudio (TAN, potencial fotosintético, rendimiento biológico, rendimiento económico, índice de cosecha), en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott). Efecto de factores principales (Valor F y valor p). **37**
- Tabla 2A.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable TAN en los tratamientos T1, T2, T3. **37**
- Tabla 2B.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable potencial fotosintético en los tratamientos T1, T2, T3. **38**
- Tabla 2C.** Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable rendimiento biológico en los tratamientos T1, T2, T3. **38**

Tabla 2D. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable rendimiento económico en los tratamientos T1, T2, T3.	38
Tabla 2E. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable índice de cosecha en los tratamientos T1, T2, T3.	39
Tabla 3. Resultados del análisis Modelo Lineal General (MLG) univariante de un factor (ANOVA factorial), con diferentes distancias de plantación como factor, para las diferentes variables de estudio, (componentes de rendimiento y rendimiento agrícola), en el cultivo de papa china (<i>Colocasia esculenta</i> L. Schott. Efecto de factores principales (Valor F y valor p).	39
Tabla 3A. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable N° cormelos total en los tratamientos T1, T2, T3.	40
Tabla 3B. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable N° cormelos comerciales en los tratamientos T1, T2, T3.	40
Tabla 3C. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre el variable peso cormelo comercial en los tratamientos T1, T2, T3.	40
Tabla 3D. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable N° de cormelos de desecho en los tratamientos T1, T2, T3.	41
Tabla 3E. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable peso de cormelos de desecho en los tratamientos T1, T2, T3.	41
Tabla 3F. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable N° cormelos enfermos en los tratamientos T1, T2, T3.	41
Tabla 3G. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable peso cormelos enfermos en los tratamientos T1, T2, T3.	41
Tabla 3H. Resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante sobre la variable rendimiento agrícola en los tratamientos T1, T2, T3.	42

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años la papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) se ha ido cultivando en diferentes partes del mundo, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales como: África occidental, Asia, América Central, América del Sur y el Caribe y las islas de Polinesia; en donde ha sido reconocido que sus tubérculos, constituyen una alta fuente de carbohidratos comparada con otras especies de tubérculos y cereales, debido a su alto contenido de almidón (Himeda et al., 2012).

Según Lozada (2015), la papachina o taro es uno de los cultivos mayormente manejados de forma orgánica, por lo que presenta una excelente alternativa para hacerle frente a la problemática alimentaria de la región Amazónica; además las posibilidades de su variada utilización en la alimentación humana y animal, así como sus características digestivas hace interesante su explotación. En la Amazonía Ecuatoriana, la mayor producción de papa china se presenta en la provincia de Pastaza, con una superficie aproximada de 5000 ha.

La papa china es considerada un cultivo tradicional de importancia para la sobrevivencia de los pequeños agricultores, con rendimientos de hasta 38 t/ha. Caicedo (2015), de los niveles de producción que se obtienen el 60% se utiliza para el mercado de exportación y consumo interno y el 40% restante constituyen subproductos de tubérculos que no cumplen con los estándares de forma y tamaño que establece el mercado para consumo humano. Estos tubérculos constituyen una buena fuente de carbohidratos de menor costo en relación con cereales y otros tipos de raíces y tubérculos (Krishnapriya & Suganthi, 2017).

Para las condiciones de la Amazonía ecuatoriana no se dispone de un sistema tecnológico que permita la utilización de densidades de población ajustadas a las condiciones edafoclimáticas de la región que permita obtener altos rendimientos en el cultivo.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) es altamente rendidora y con apreciables cualidades alimenticias que constituye un cultivo tradicional de significativa importancia en la sobrevivencia de los pequeños agricultores agrícolas (Viloria, 2004). Además, según Yáñez (2009), este cultivo se adapta a condiciones de alta humedad siempre y cuando los suelos tengan facilidad de drenar el exceso de agua, que generalmente provienen de la alta

pluviosidad. En la provincia Pastaza se ha observado que el cultivo se desarrolla de forma óptima en terrenos ondulados con pendientes entre 5 - 30%.

El presente trabajo nace de la necesidad de poseer información científica relevante sobre indicadores morfofisiológicos y productivos de la papa china con distintas distancias de plantación.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los productores en la Región Amazónica utilizan conocimientos empíricos relacionados con la plantación en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), esto trae como consecuencia bajos rendimientos agrícolas que perjudican económicamente a los productores.

En la región Amazónica Ecuatoriana no se ha reportado suficiente información científica con relación a los indicadores morfofisiológicos y productivos de papa china cultivada bajo diferentes distancias de plantación.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la distancia de plantación en los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) en condiciones de la Amazonía Ecuatoriana, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA)?

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto de la distancia de plantación sobre el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), en la Amazonía Ecuatoriana, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA).

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar indicadores morfológicos en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) a tres distancias de plantación en la Amazonía Ecuatoriana, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA).
- Evaluar indicadores fisiológicos en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) a tres distancias de plantación en la Amazonía Ecuatoriana, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA).
- Determinar los componentes del rendimiento y rendimiento agrícola en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) a tres distancias de plantación en condiciones Amazónicas, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA).

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La (*Colocasia esculenta* L. Schott) conocida vulgarmente como papa china, malanga, taro, en dependencia al lugar donde se encuentre, pertenece a la familia araceae, sus tubérculos (cormos), hojas y peciolo son comestibles tanto para el hombre, así como también para los animales. En la actualidad las plantas de papa china se encuentran distribuidos en las tierras bajas y calientes de los trópicos a nivel mundial. En Ecuador se la cultiva principalmente en las llanuras de los trópicos y en las estribaciones exteriores de la cordillera (Morales, Peñafiel, Brahona y Mohiddin, 2016).

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La papa china es fácil de cultivar y muy resistente al ataque de plagas y enfermedades, además puede ser fácilmente almacenada en el suelo sin sufrir daños. La limitación para el uso de los tubérculos de papa china como ingrediente de alimentación de los animales es debido a la presencia de factores anti nutricionales (Martínez, 2011).

Los tubérculos de papa china poseen un alto contenido de almidón rápidamente digestible, alto contenido de calcio, magnesio, sodio, potasio, zinc, hierro por lo que pueden constituir una valiosa fuente energética para la formulación de dietas para animales (Caicedo, 2013).

2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Matthews (2004), la planta de papa china se encuentra clasificado de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotyledoneae

Orden: Spathiflorae

Familia: Araceae

Género: *Colocasia*

Especie: *esculenta* L. Schott

Nombre común: Papa china, taro, pituca

2.4 VARIABLES MORFOLÓGICAS

Mostacero, Mejía y Gamarra (2002), manifiestan que la papa china es una planta herbácea, perennifolia, con un tubérculo comestible, que crecen a lo largo de todo el año en climas tropicales y subtropicales, alcanzando una altura de 1 a 3 m, sin tallos aéreos y que poseen las siguientes características morfológicas:

2.4.1 HOJAS

Enteras, generalmente grandes; forma oval, de corazón o flecha; 10 a 20 hojas en macolla; con márgenes ondulados; color varía del verde claro - verde intenso, algunos con manchas moradas por la inserción del peciolo. Largo 1,80m - 2,10m. Hojas separadas de los nervios duros.

2.4.2 TALLO

Subterráneo, tubérculos o cormos esféricos / alargados. Su peso varía entre 2 a 6 kg, ya maduros. Tubérculo con pulpa blanca y cáscara marrón oscura, acompañado de 2 o 3 rizomas voluminosos.

2.4.3 FLORES

La Inflorescencia se presenta en espádice (carnoso) rodeada de una espata (bráctea) coloreada, de coloración amarilla.

2.4.4 TUBÉRCULO O CORMELO

Subgloboso, subterráneo, que alcanza un tamaño de 6 cm de diámetro.

2.5 VARIABLES FISIOLÓGICAS

Ararat, Sinisterra, y Hernández, (2014), mencionan que las características fisiológicas de mayor interés en los cultivos son los siguientes:

2.5.1 ÁREA FOLIAR

Es la multiplicación del largo y ancho de la hoja por el número de hojas que presenta la planta. $AF = L * A * N^{\circ}hojas$

2.5.2 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

El índice de área foliar (IAF) es la expresión numérica adimensional resultado de la división del área foliar (m^2) y el área vital de la planta (m^2).

$$IAF = AF / AV$$

2.5.3 EL POTENCIAL FOTOSINTÉTICO (PF)

Se utiliza los valores de área foliar mediante la fórmula:

$$PhP = \sum \left(\frac{A_f + A_i}{2} \right) \cdot t$$

2.5.4 TASA DE ASIMILACIÓN NETA (TAN)

Este parámetro nos permite estimar la cantidad de masa seca producida por la unidad de área foliar en un día de trabajo, expresada en $g \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$.

$$TAN = 2(P2 - P1) / (A2 + A1)(t2 - t1)$$

2.6 REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

La papa china es una planta en la que se obtiene buenos rendimientos en temperaturas desde 25 °C hasta 30 °C; lo cual nos indica que es un cultivo que se adapta a climas cálidos, requiere precipitaciones de 1800 a 2500 mm, bien distribuida durante el año para que no existan retrasos en el crecimiento del cultivo, se adapta muy bien a suelo con pH entre 4,5-7,5 (Puerres, 2010). El mejor desarrollo del cultivo se logra con períodos de 11-12 horas luz por día; ya que esta influye directamente en aspectos morfológicos como los cormos y el número de hojas, por ende, la altura de la planta.

2.7 PRINCIPALES ASPECTOS DE LA FITOTECNIA DEL CULTIVO

Lozada (2005), manifiesta que la propagación asexual se puede dar, ya sea por el cormo principal o por cormelos secundarios (cormos laterales de menor tamaño). Los cultivos pueden plantarse usando pequeños cormos sin valor comercial, a veces previamente brotados. Las hojas aparecen y envejecen continuamente y los nuevos cormos comienzan a formarse después de aproximadamente 3 meses. Alrededor de los 6 meses, el crecimiento de los brotes se hace más lento y los cormos comienzan a salir rápidamente. La cosecha puede variar entre 5 y 15 meses según el lugar y el sistema de producción, se hace a mano y los rendimientos promedio de los cultivos están entre 6 y 12 t/ha. Un punto clave sobre la producción de papa china es que requiere mucha agua, en parte por las grandes hojas que transpiran mucho.

2.8 TIPOS DE ABONOS

2.8.1 ABONOS ORGÁNICOS

Según Aliaga (2019), los abonos se clasifican de acuerdo al tipo de aplicación, unos que son aplicados directamente al suelo y otros que se aplican en forma foliar a las plantas, a considerar: Compost, gallinaza, humus de Lombriz, estiércol de animales, abonos verdes, biofertilizantes, bioles o abonos foliares, bioabonos.

2.9 INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE LA PAPA CHINA

Yáñez (2009), propone la aplicación de abonos orgánicos tipo compost o Bocashi al inicio de la plantación, así como también la aplicación de biofertilizantes tipo bioles y purines al follaje en el momento de la tuberización de las raíces que vayan a repercutir en una adecuada producción de tubérculos. Así mismo alude que es necesario disponer de información básica acerca de las condiciones de la capacidad productiva del suelo, para sobre esta base realizar las aplicaciones de biofertilizantes que generen ganancias al productor. Por otro lado, Villacrés (2009), sugiere la aplicación de pollinaza, después de 10 días de la plantación. Con dosis de 3 a 4 Libras/planta. Lo que coincide con Carvajal (2009), quien recomienda la cantidad de 4 libras de abono orgánico/planta (un saco de pollinaza para 12 a 15 plantas) pero

señala que ésta se debe aplicarse luego de los 15 días de la siembra. En una hectárea 1 200 sacos de abono.

2.10 DISTINTAS DISTANCIAS DE PLANTACIÓN

Es importante tener en cuenta que tanto la producción y calidad del cultivo, depende en gran parte de la distancia de plantación utilizada. La producción de cormos primarios aumenta a medida que disminuye la distancia entre plantas, a mayor distancia existe mayor número de hojas y mayor producción de cormos, esto sucede porque al existir mayor cantidad de hojas hay mayor actividad fotosintética por planta (Silvan, 1973).

Mosquera y Cárdenas (2006), mencionan que las distancias de plantación recomendadas para la región Amazónica están comprendidas entre los 0,80 - 1 m entre hileras y los 0.50 - 0.60 m entre plantas, para de esa manera facilitar las labores culturales que tienen que realizarse en el cultivo, entre ellas el control de malezas, la incorporación del abono orgánico y el aporque de las plantas.

Según Yáñez (2009), el marco de plantación recomendable es de 1,00 x 0,80 m, para obtener una población aproximada de 12 500 plantas/ha. Una vez realizada la preparación del suelo se procede a colocar la planta a una profundidad de 15 a 20 cm, a una distancia de 50 cm entre planta y planta y 1 m entre hilera e hilera procediendo a teparle con una pequeña cantidad de tierra (Carvajal, 2009).

2.11 RENDIMIENTO BAJO LA INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

Valle (2009), manifiesta que los rendimientos agrícolas de los diferentes tipos de abonos orgánicos empleados en el cultivo de papa china oscilan entre 31,58- 38 t/ha, a diferencia de otro cultivo sin empleo de abonos, solo se obtuvieron 15,73 t/ha, lo cual puede considerarse como un rendimiento alto.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La investigación experimental se realizó en el área de pastos, la misma que limita: al norte con el herbario Amazónico, al sur con el área avícola, al este con el área de piscicultura y en al oeste con el área de especies menores, en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Amazonia (CIPCA). El CIPCA está ubicado en el km 44 vía Puyo-Tena entre las provincias Pastaza y Napo, Ecuador (Figura 1), a una altura de 560 msnm, en las coordenadas $1^{\circ}14'20.8''S$ $77^{\circ}53'15.4''W$.

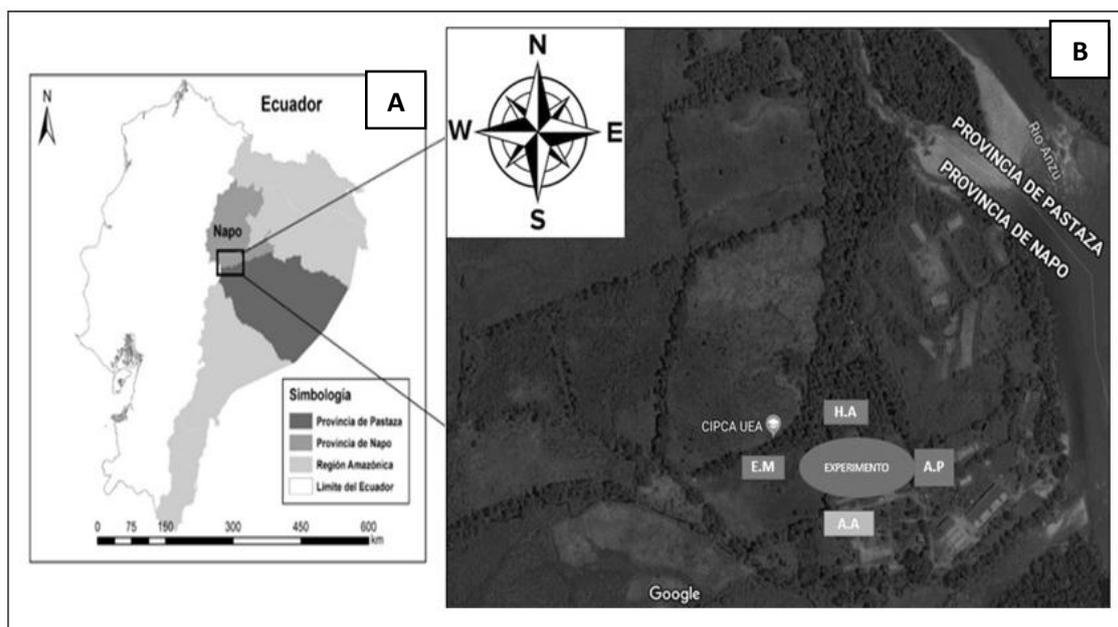


Figura 1. Mapa político del CIPCA, entre las provincias Pastaza y Napo (A); y, lugar experimental (experimento en la figura) (B). Fuente: A Tomado de Ramírez et. Al., (2016); B; Google maps (2019).

El clima del CIPCA es húmedo tropical, con una temperatura media de $24^{\circ}C$ y precipitaciones anuales de 3654,5 a 5516 mm, que posee 2840.28 has, de las cuales el 70 % es de bosque primario, con una vegetación caracterizada por bosques húmedos lluviosos tropicales; este escenario amazónico cuenta con alta diversidad de flora y fauna (Ramírez, González, Andrade, y Torres, 2016).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación de Tipo Experimental considerando como factores de estudio las tres distancias de plantación y su efecto sobre los indicadores morfológicos y productivos, los mismos que conforman los tratamientos de la investigación.

3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó la metodología Experimental. El ensayo consistió en establecer un material de propagación del cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) en este caso el corno principal, con tres distancias de plantación.

3.4 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se trabajó bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar que consta de tres tratamientos y tres repeticiones, que dan un total de 9 unidades experimentales (Figura 2).

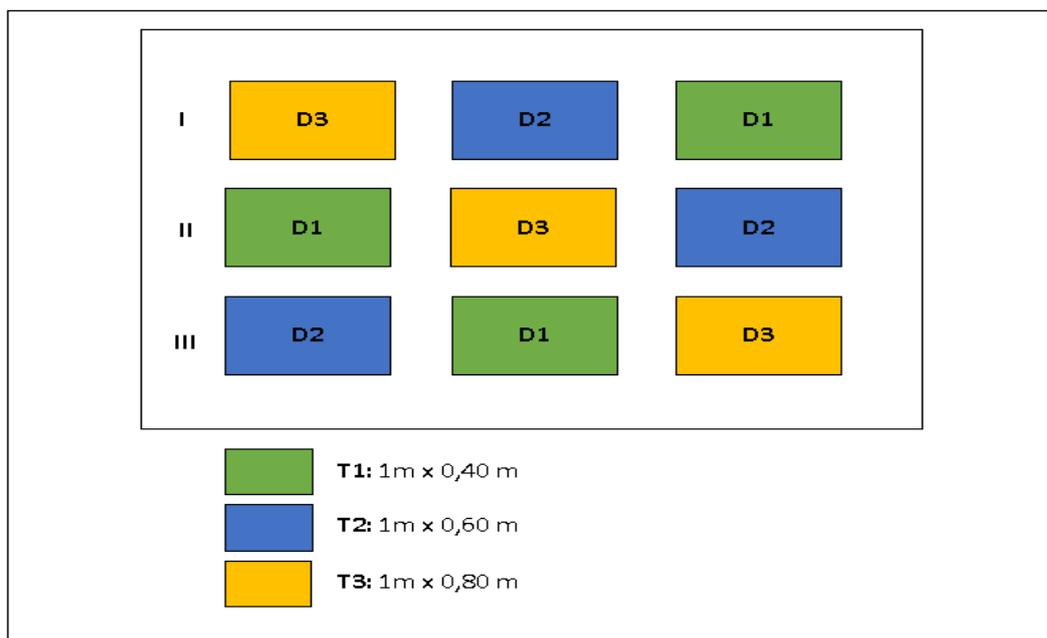


Figura 2. Diseño del experimento

Tratamientos:

T1: 1.0 x 0.40 metros (25 000 plantas/ha)

T2: 1.0 x 0,60 metros (16 666 plantas/ha)

T3: 1.0 x 0.80 metros (12 500 plantas/ha)

MODELO MATEMÁTICO DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR

Según Echeverría (2008), el diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A) consta de:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}.$$

Donde:

X_{ij} = Valor del parámetro en consideración.

μ = Media general.

α_i = Efecto de los tratamientos.

β_j = Efecto de los bloques.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

3.5 MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

- Hojas de registros (formulario para la toma de datos).
- Tablero registros individuales (actividades)

Equipos

- Cámara fotográfica (Samsung; EEUU).
- Balanza gramera digital (CAMRY; Colombia).
- Computadora portátil (HP; EEUU).
- Estufa de secado marca (VWR; Polonia)
- Pie de rey (Es un instrumento de medición de diámetros, que se utiliza por su precisión).
- Cinta métrica (Instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada que se enrolla fácilmente).
- Azadón
- Pielas

3.6 MEDICIONES EXPERIMENTALES.

Se evaluó la brotación a los 10, 15, 20 y 25 días después de la plantación.

A los 60, 90, 120 días de la plantación y en cosecha se evaluaron las siguientes variables:

1. Altura de la planta (cm) desde la inserción del pseudo tallo con el corno primario

hasta la inserción del limbo con el peciolo de la hoja más alta, utilizando la cinta métrica.

2. Número de hojas, por conteo físico.
3. Largo de la hoja (cm), que se midió desde el peciolo hasta el ápice del limbo, con la ayuda de la cinta métrica.
4. Ancho de la hoja (cm), que se midió de forma transversal en el centro del limbo, desde un extremo al otro utilizando la cinta métrica.
5. Diámetro del pseudo tallo (cm), se midió a 10 cm del suelo, utilizando el pie de rey o calibrador.
6. Número de hijos por planta mediante el conteo visual.
7. Área foliar (m^2), como resultado de la multiplicación del largo y ancho de la hoja por el número de hojas que presenta la planta.
8. Índice de área foliar (Se obtuvo dividiendo el área foliar sobre el espacio vital de la planta). Este valor es adimensional.
9. Se determinó el peso fresco y seco (g), de cada órgano vegetativo, raíz, tallo, hojas con el uso de una balanza para el peso y estufa de calor a $60^{\circ}C$ de temperatura.
10. Rendimiento biológico (g), que representa la materia seca total por planta (RB)
11. Rendimiento económico (g), que representa la materia seca del fruto agrícola (cormelos) (RE)
12. Índice de cosecha, se obtuvo dividiendo el rendimiento económico sobre el rendimiento biológico (IC)
13. Al momento de cosecha se determinarán los componentes del rendimiento agrícola (kg/ha).
14. Se determinará la producción por planta de tubérculos comerciales determinando las diferentes categorías usadas en el mercado nacional, local e Internacional, detallado a continuación:
 - Cormelos comerciales: 100 g en adelante.
 - Cormelos de desecho: Inferiores a 90 g.
 - Cormelos enfermos: Afectados por plagas y enfermedades.

3.6.1. ACTIVIDADES REALIZADAS

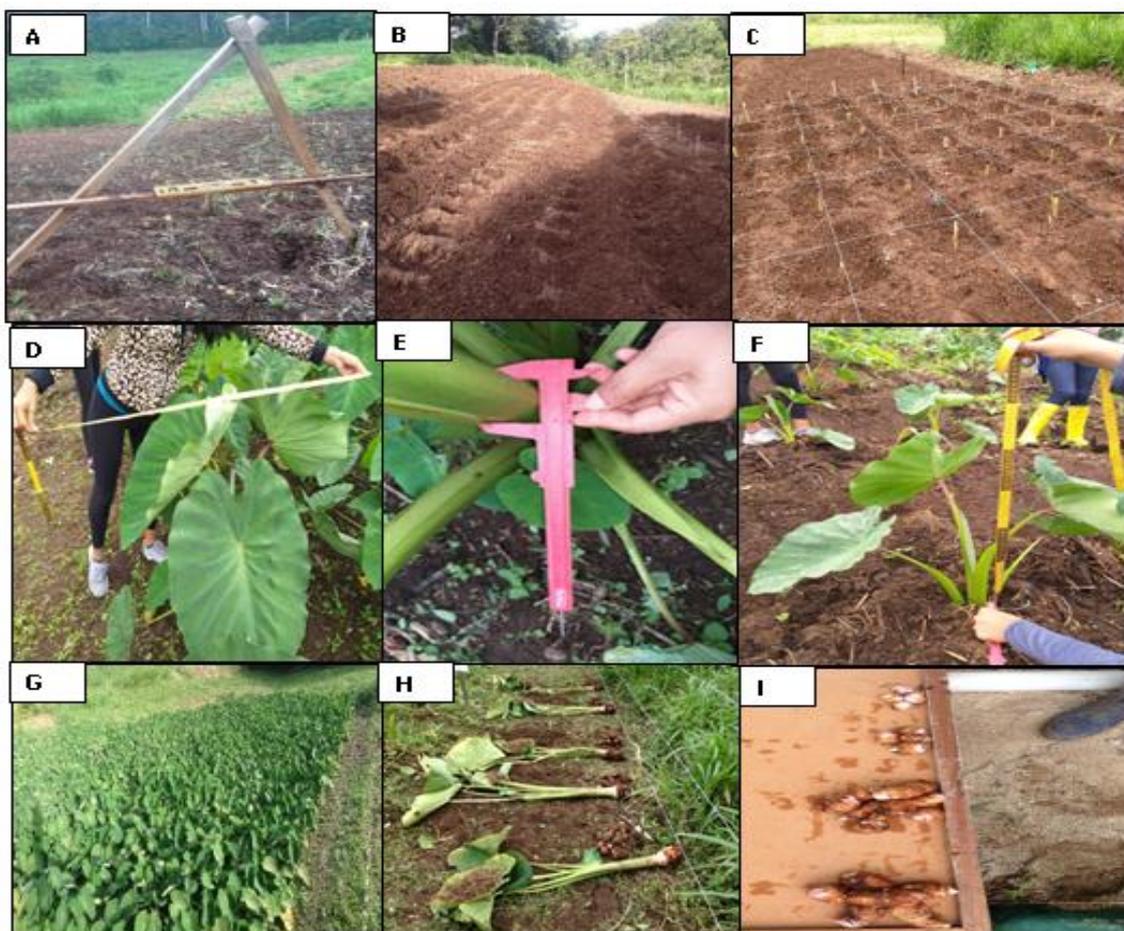


Figura 3. Actividades ejecutadas. A) Trazado de curvas de nivel. B) Surcado. C) Distancias de plantación. D) Medición del área de goteo de la planta. E) Medición del diámetro del tallo. F) Altura de la planta. G) Cultivo a los 3 meses. H) Cosecha y preparación de las plantas para determinar materia fresca y seca. I) Clasificación de la papa china por calibres.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se procesaron en una hoja de cálculo Excel (Microsoft; EEUU), y posteriormente con el software estadístico SPSS v22 (IBM; EEUU), se realizaron los análisis de varianza para la comparación de las diferencias entre las medias, utilizando la prueba de Tukey al 95% (P valor $\leq 0,05$).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS

4.1.1 Dinámica de la brotación según distancias de plantación.

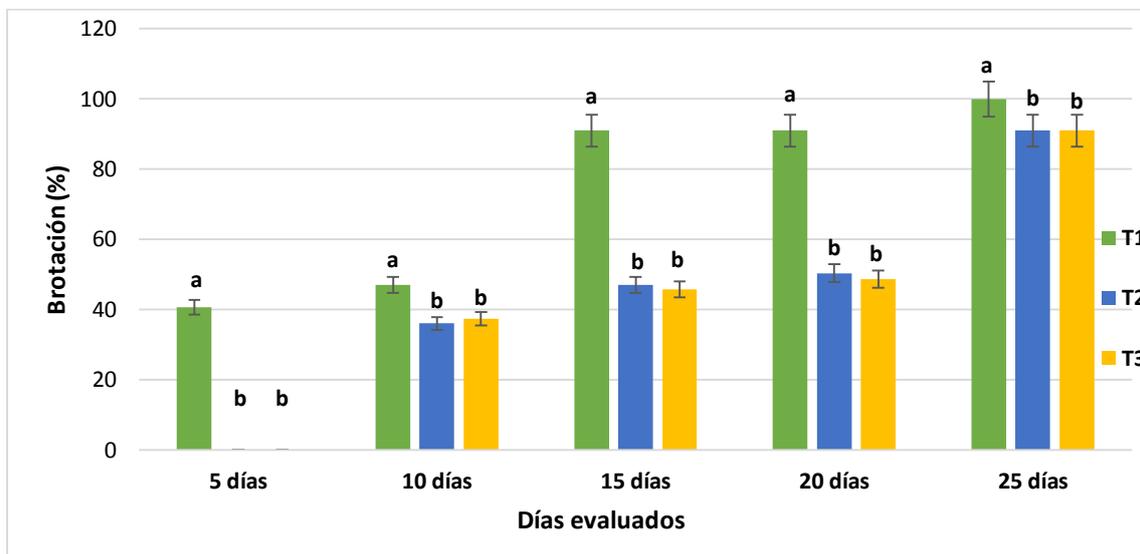


Figura 4. Brotación (%) de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

El índice de brotación durante el tiempo de estudio alcanzó el 100% en el día 25 (Figura 3). El tratamiento que provocó una mayor brotación fue el T1, el cual presentó diferencias significativas ($P < 0,005$) respecto a los T2 y T3 (Tabla 1A. Anexos).

Estos valores coinciden con los de Lozada (2005), debido a que, a menor distancia, las brotaciones de los cormos emergen rápidamente; ya que las plantas se encuentran en continua competencia por la luz, nutrientes y agua.

4.1.2 Variación de la altura de la planta durante el desarrollo del cultivo

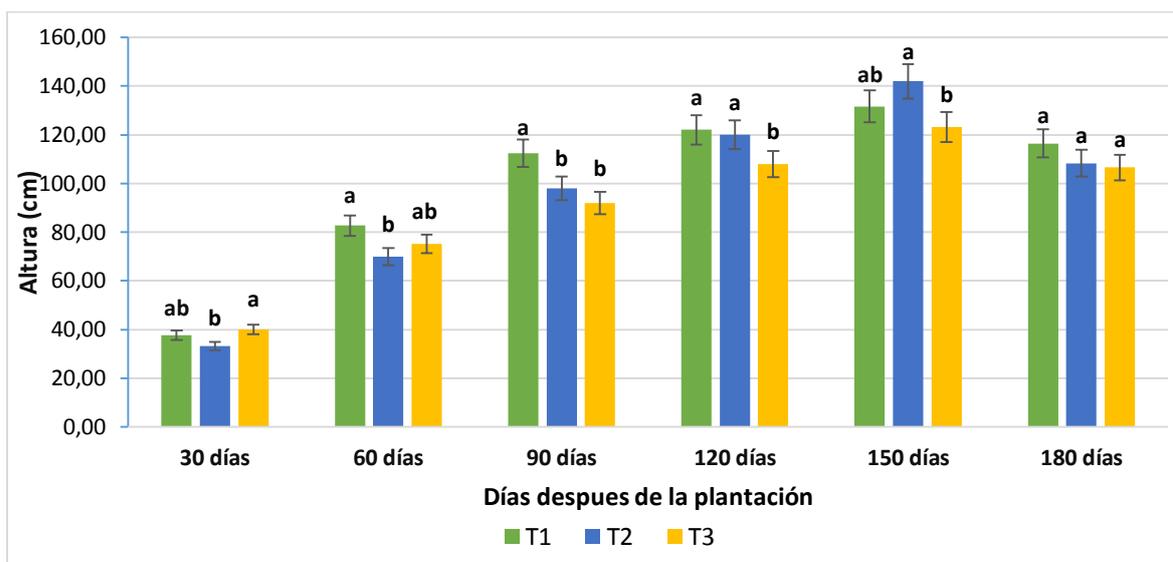


Figura 5. Altura de la planta (cm) de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza observamos que la variable altura de la planta presentó diferencias significativas en donde T1 (1m x 0,40m) destacó en todo el ciclo vegetativo, a excepción de los 150 días que fue superado por el T2 (1m x 0,60m) (Figura 5). A partir de los 180 días se observa una disminución de altura, debido a que la planta atraviesa por la etapa final de su ciclo vegetativo (envejecimiento) (Tabla 1B. Anexos).

4.1.3 Variación del Diámetro del tallo durante el desarrollo del cultivo

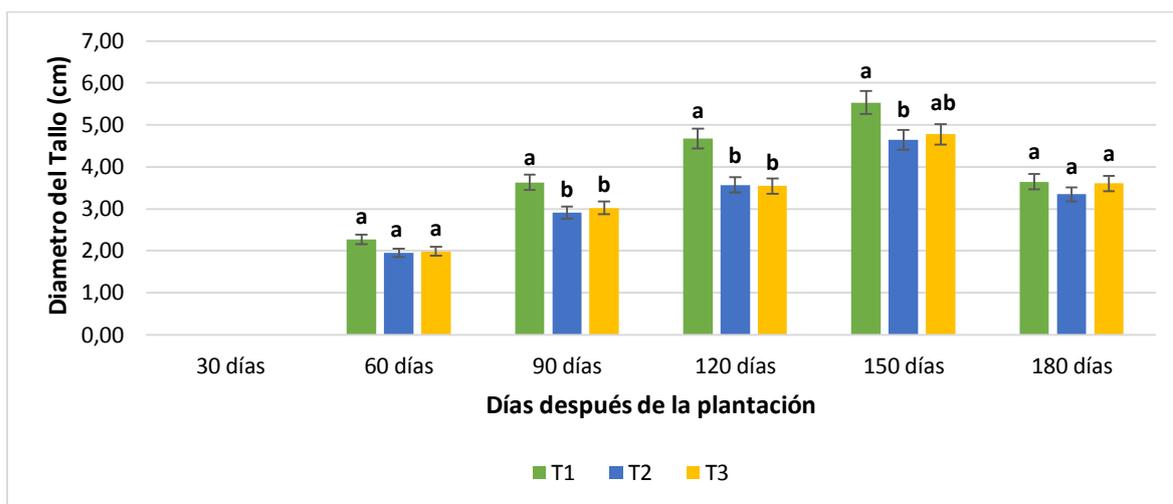


Figura 6. Diámetro del tallo (cm) de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

Se puede observar como varía el diámetro del tallo a 3 distancias de plantación en el lapso del tiempo; así mismo se ve que no existen diferencias significativas a los 60 y 180 días; pero a los 90, 120 y 150 días si existen diferencias significativas lo que indica que el mayor diámetro del tallo presentó el T1 (Tabla 1C. Anexos).

Estas diferencias se deben a que a menor distancia existe mayor competencia entre plantas por nutrientes, luz, minerales, entre otros.

4.1.4 Variación del N° de hijos durante el desarrollo del cultivo

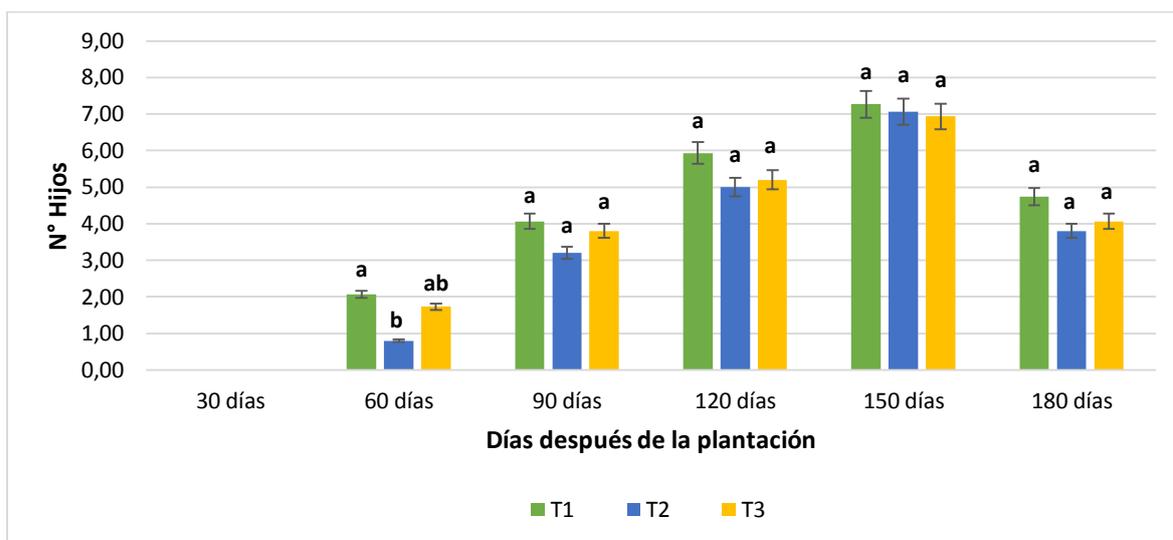


Figura 7. N° hijos de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

Se observa que a los primeros 30 días no se presenta emergencia de hijos. A partir de los 60, 90 y 120 días se aprecia que el T1 (1m x 0,40m) presentó mayor número de hijos, seguido del T 3 (1m x 0,80m), y el T2 (1m x 0,60m). A los 150 días no presentan diferencias significativas entre ellas, y a los 180 días se ve un decrecimiento en todas las distancias debido a que las plantas están entrando en senescencia vegetal, existiendo fluctuaciones y un decrecimiento también intenso (Figura 7). Estos datos se asemejan a los obtenidos por Lozada (2005), en los que menciona que a mayor distancia facilita las labores culturales como aporte que es fundamental para que el tallo de la planta quede protegido, y a distancias menores se dificulta esta labor, por lo cual trae como consecuencia la emergencia de hijuelos (Tabla 1D. Anexos).

4.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS

Esta variable nos permitió evaluar la variación de los distintos indicadores fisiológicos (área foliar, índice de área foliar, TAN, Potencial Fotosintético, Índice de cosecha), bajo el efecto de tres distancias de plantación (1m x 0,40m; 1m x 0,60; 1m x 0,80m). (Tabla 2 Anexos).

4.2.1 Variación del área foliar durante el desarrollo del cultivo

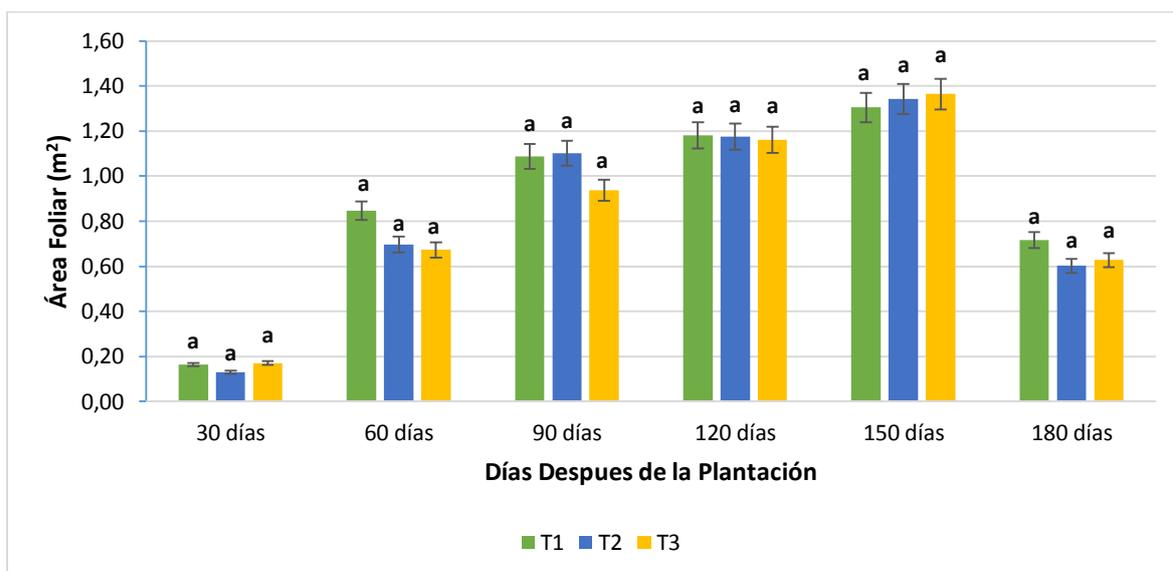


Figura 8. Área foliar (m²) de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

El área foliar no presentó diferencias significativas entre los 3 tratamientos a lo largo del ciclo del cultivo (Figura 8); no obstante, se puede apreciar que las distancias cortas, en este caso el T1 (1m x 0,40m) y el T2 (1m x 0,60m) tuvieron mejor comportamiento que el T3 (1m x 0,80m) el cual posee mayor distancia (Tabla 1E Anexos).

Es imprescindible tener en cuenta que la estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad que poseen las plantas para captar la luz, realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas (Tem, 2018).

4.2.2 Variación del índice de área foliar durante el desarrollo del cultivo

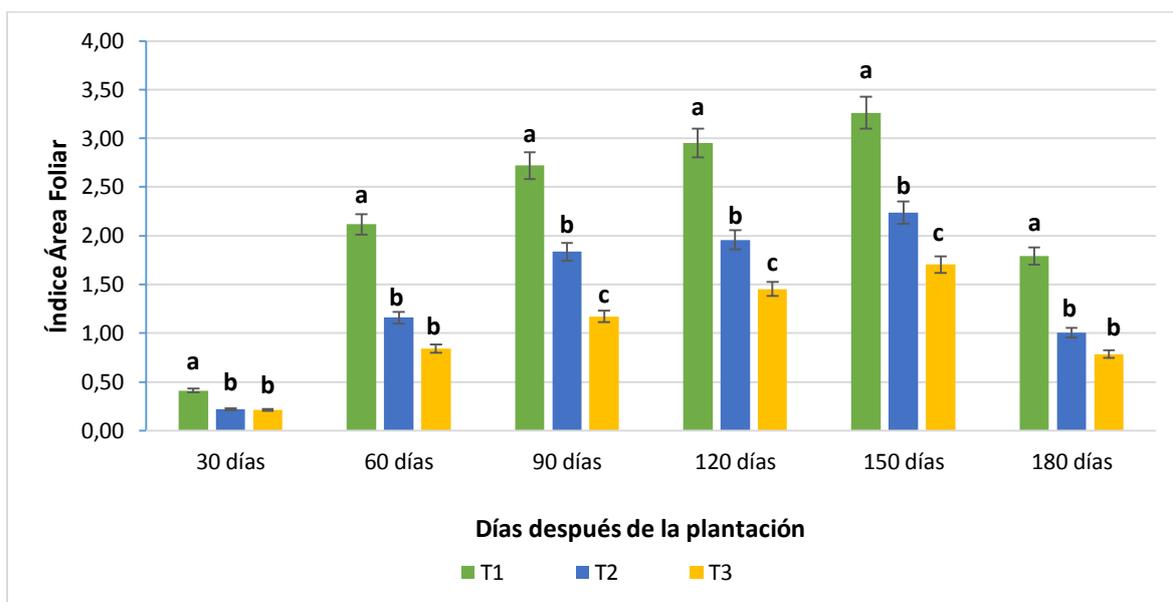


Figura 9. Índice de área foliar de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

El índice de área foliar (IAF) durante el tiempo de estudio osciló entre 0,25 y 3,25, a los 30 días y 150 días, respectivamente (Figura 9).

Los resultados del análisis estadístico revelan diferencias significativas ($P < 0,005$); (Tabla 1 Anexos). Con el T1 presentó mayor IAF, respecto que el T2 y T3 (Tabla 1F. Anexos)

El IAF se ve afectado por las distintas distancias de plantación. El IAF permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas, tomando en cuenta que, si el índice de Área foliar es mayor a tres, empieza a saturarse, lo que sucede a los 150 días, en donde el tratamiento que mayor IAF resaltó fue el T1 (1m x 0,40m); este resultó mayor a tres lo que explica el por qué a partir de ahí empieza a disminuir el IAF. Por otro lado, Squire, (1990) menciona que el efecto de las altas densidades de siembra en el aumento en el rendimiento se asocia a un alto índice de área foliar.

4.2.3 Variación de la Tasa de Asimilación Neta durante el desarrollo del cultivo

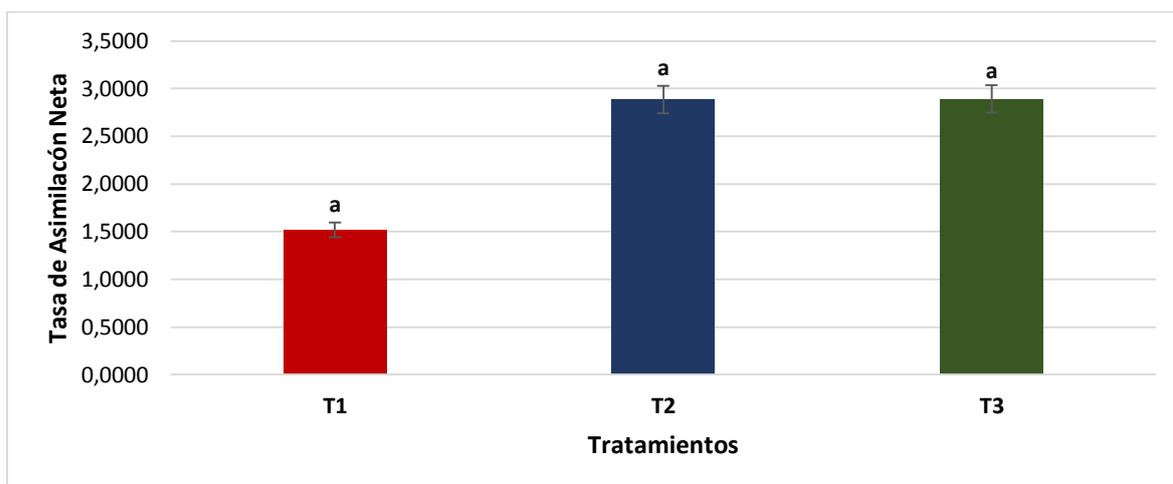


Figura 10. Tasa de asimilación neta de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

La Tasa de Asimilación Neta no presenta diferencias significativas entre tratamientos, pero se observa que los tratamientos que presentaron mayores valores son el T2 y T3. Esto se debe a la influencia de la distancia de plantación, debido a mayor distancia, las plantas tienen el espacio suficiente para desarrollar las raíces y de esta manera expresa mejor el desarrollo de la planta (Lasso y Cundumí, 2016) (Tabla 2A. Anexos).

4.2.4 Variación del Potencial Fotosintético

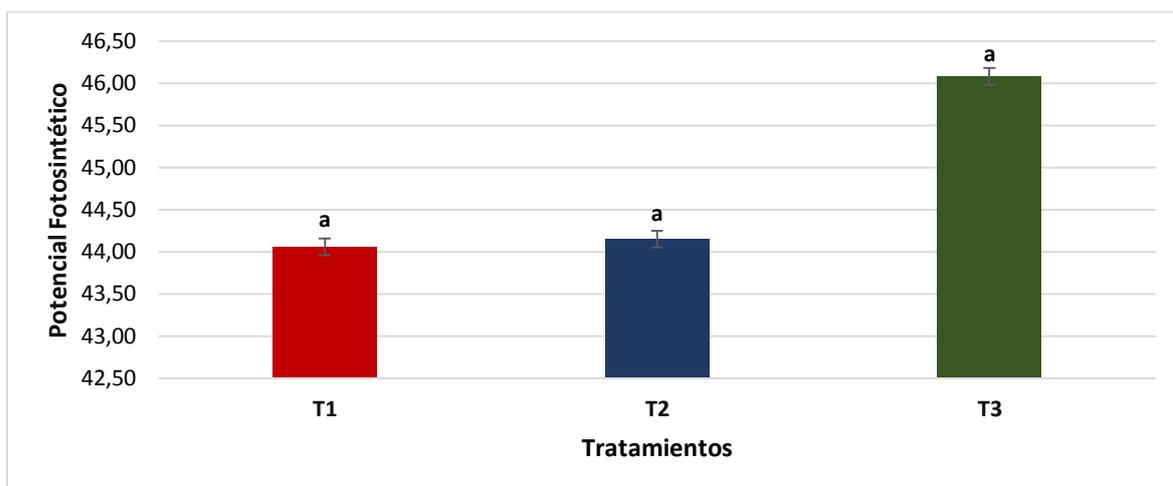


Figura 11. Potencial fotosintético de los tratamientos durante el tiempo de estudio. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

El potencial fotosintético se ve afectado por las distintas distancias de plantación (Figura 11), sin embargo, no existen diferencias estadísticas entre los 3 tratamientos, pero el tratamiento que presentó mejor comportamiento fue el T3 (1m x 0,80m), en comparación de los demás tratamientos. La capacidad fotosintética es también sensible a otros factores, como el estrés hídrico, infecciones por organismos, y la presencia de contaminantes ambientales (Azcón, 2005), esto explica por qué las menores distancias en este caso el T1 y T2 tienen potencial fotosintético más bajo. (Tabla 2B. Anexos).

4.2.5 Variación del Rendimiento Biológico

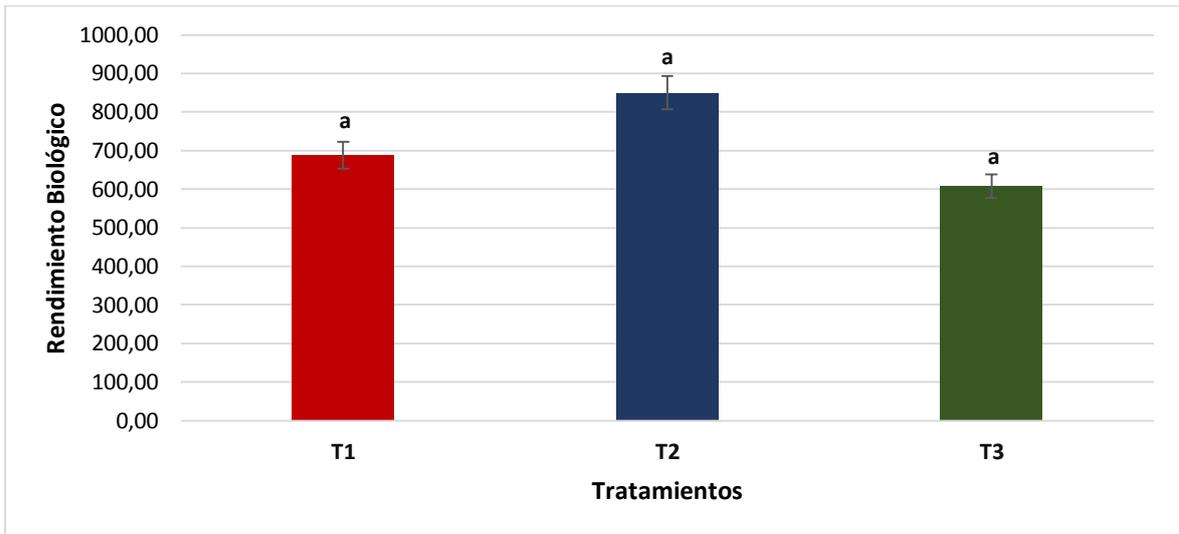


Figura 12. Rendimiento biológico (g) de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

El rendimiento biológico no presenta diferencias significativas en los tratamientos. Esto significa que las distancias de plantación no influyen en el contenido de materia seca por planta. Finalmente, el tratamiento que mayor rendimiento Biológico presentó fue el T2 con 850,17 g. Estos resultados se dan debido a que la papa china es un cultivo que se propaga de manera asexual, recalando también que se ha adaptado en el transcurso del tiempo a un intervalo de T2 y T3 (Tabla 2C. Anexos).

4.2.6 Variación del Rendimiento Económico

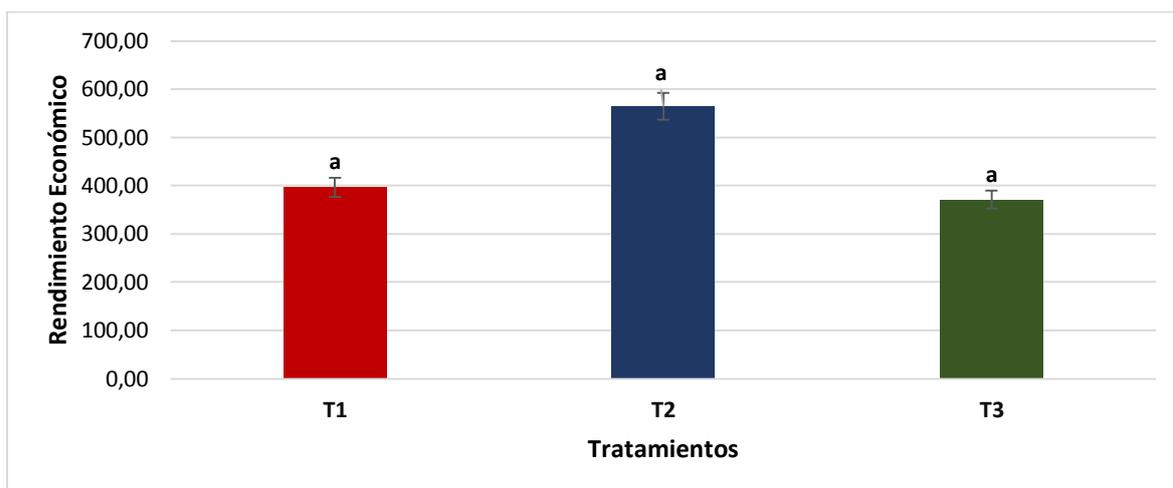


Figura 13. Rendimiento económico (g) de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

El rendimiento económico no presentó diferencias estadísticas en el contenido de materia seca del fruto agrícola (cormelos), pero cabe recalcar que el T2 contiene mayor peso seco 564,57 g. a su vez los tratamientos T1 y T3 no superaron valores por encima de los 400 g de materia seca. Los mismos resultados concuerdan con lo mencionado por Yáñez, (2009) (Tabla 2D. Anexos).

4.2.7 Variación del Índice de Cosecha

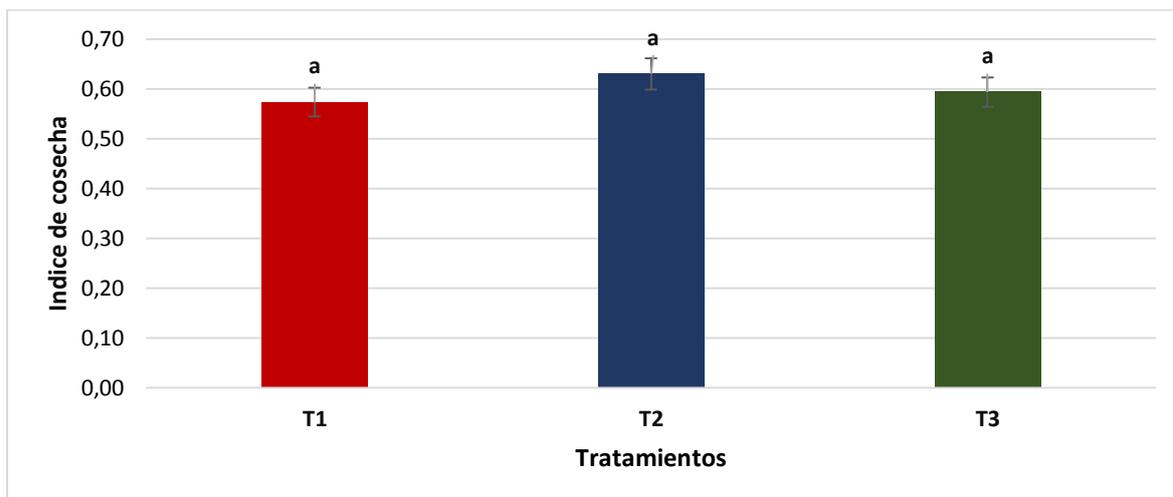


Figura 14. Índice de cosecha de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

El índice de cosecha nos muestra la relación existente entre el rendimiento económico versus el rendimiento biológico; es importante destacar que mientras mayor sea el índice de cosecha es mucho mejor, es decir si existen valores por encima del 0,50; significa que del 100% de una planta, el 50% equivale al peso seco del fruto agrícola (Lasso y Cundumí, 2016). El IC no se ve afectado por las distancias de plantación (Figura 14); dando como resultado que no existen diferencias significativas; en donde los tres tratamientos presentaron valores por encima de 0,5 lo que significa que del 100% de una planta el 50% pertenece al peso del fruto agrícola (Tabla 2E. Anexos).

4.3 RESULTADOS DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Se evaluaron las distintas componentes del rendimiento (N° de cormelos totales, peso total de cormelos kg/planta, cantidad de cormelos por categoría, peso de cormelos por categoría kg/planta) y de rendimiento agrícola bajo el efecto de tres distancias de plantación (1m x 0,40m; 1m x 0,60m; 1m x 0,80m) (Tabla 3).

4.3.1 Variación del número de cormelos totales por planta

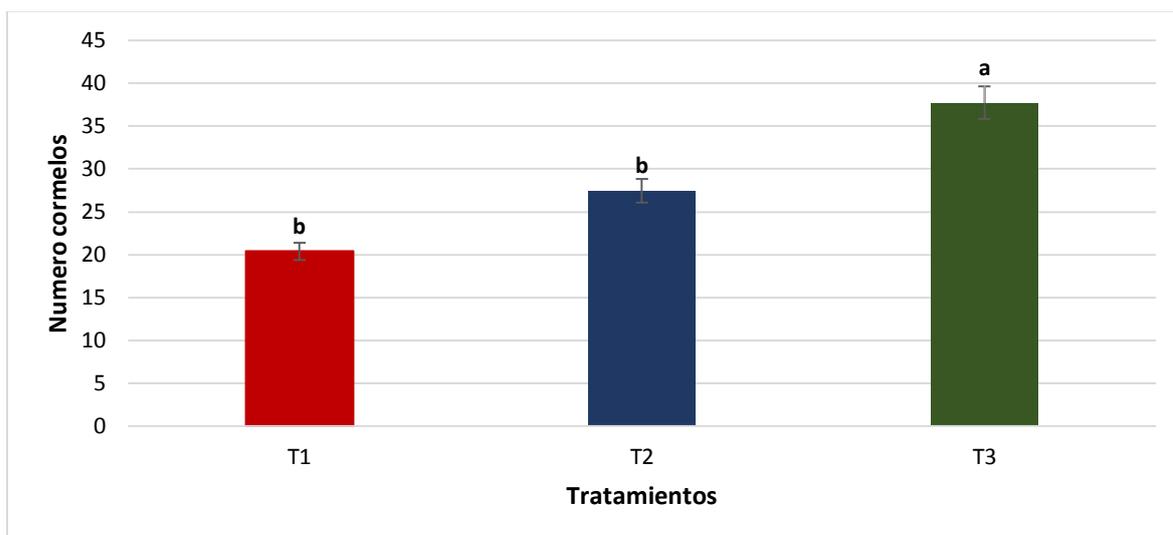


Figura 15. N° de cormelos de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

Los resultados aquí presentes muestran que los cormelos se ven afectados por las distintas distancias de plantación; evidenciando que en el T3 (1m x 0,80m) aumenta el número de cormelos. Esto se debe a que al tener mayor espacio vital se desarrolla mejor las actividades culturales como el aporque, que este sin duda aumenta la producción de cormelos, resultados similares se obtuvieron por (Yáñez, 2009), donde a mayor distancia de plantación se logra un aumento de producción de cormelos hasta un 80% (Tabla 3A. Anexos).

4.3.2 Variación Peso total de cormelos en kg/planta

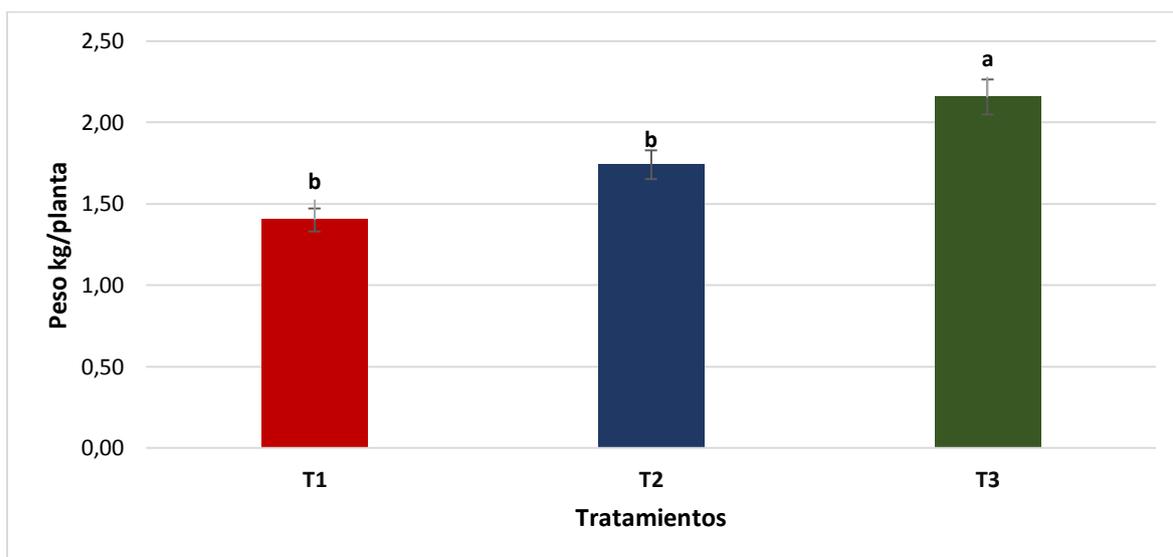


Figura 16. Peso total de cormelos en kg/planta, para cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

Se visualiza que la distancia de plantación afecta el peso total de cormelos, dando como resultado diferencias significativas en los 3 tratamientos; donde el mayor peso posee el T3 (1m x 0,80m) seguido del T2 (1m x 0,60m) y el T1 (1m x 0,40m) que posee el menor peso (Figura 16); estos valores reflejan que a mayor distancia el peso de los cormelos es mayor. Se puede evidenciar que con las distancias de plantación más cortas disminuye el peso de los cormos por planta, por la competencia intraespecífica existente en las parcelas; lo que coincide con los resultados reportados por Yáñez, (2009).

4.3.3 Variación de la cantidad de cormelos por categoría

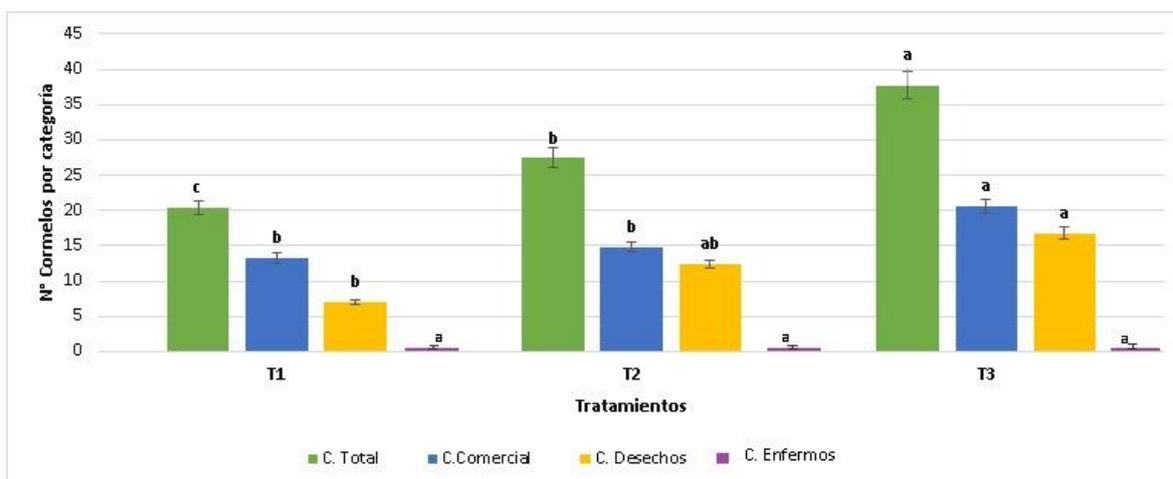


Figura 17. Cantidad de cormelos (C) por categoría (total, comercial, desecho, enfermos) para cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

La cantidad de cormelos por categoría presentan diferencias estadísticas en donde se puede apreciar en el T3 (1m x 0,80m), se presenta mayor cantidad de cormelos comerciales y de desecho, seguido por el T2 (1m x 0,60m), y el que menor cantidad de cormelos presentó fue el T1 (1m x 0,40m), Pero en cuanto a cormelos enfermos no existe diferencia significativa entre ellas. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Lasso y Cundumí, (2016) (Tabla 3B,3D, 3F. Anexos).

4.3.4 Variación del peso de cormelos por categoría

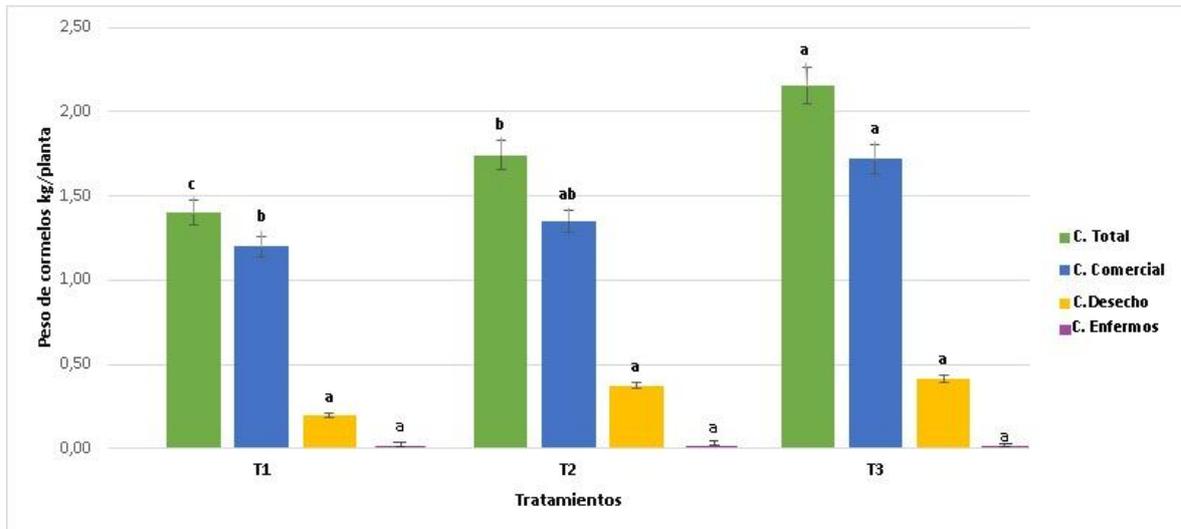


Figura 18. Peso de cormelos (C) por categoría (total, comercial, desecho, enfermos) kg/planta, para cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

Se aprecia que el T3 (1m x 0,80m), presenta mayor peso de cormelos comerciales, seguido del T2 (1m x 0,60m), y el que menor peso de cormelos presentó fue el T1 (1m x 0,40m), pero en cuanto a cormelos de desechos y enfermos no existe diferencia significativa entre ellas (Figura 18). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por (Lasso y Cundumí, 2016) (Tabla 3C,3E,3G. Anexos).

4.3.6 Variación de Rendimiento Agrícola t/ha

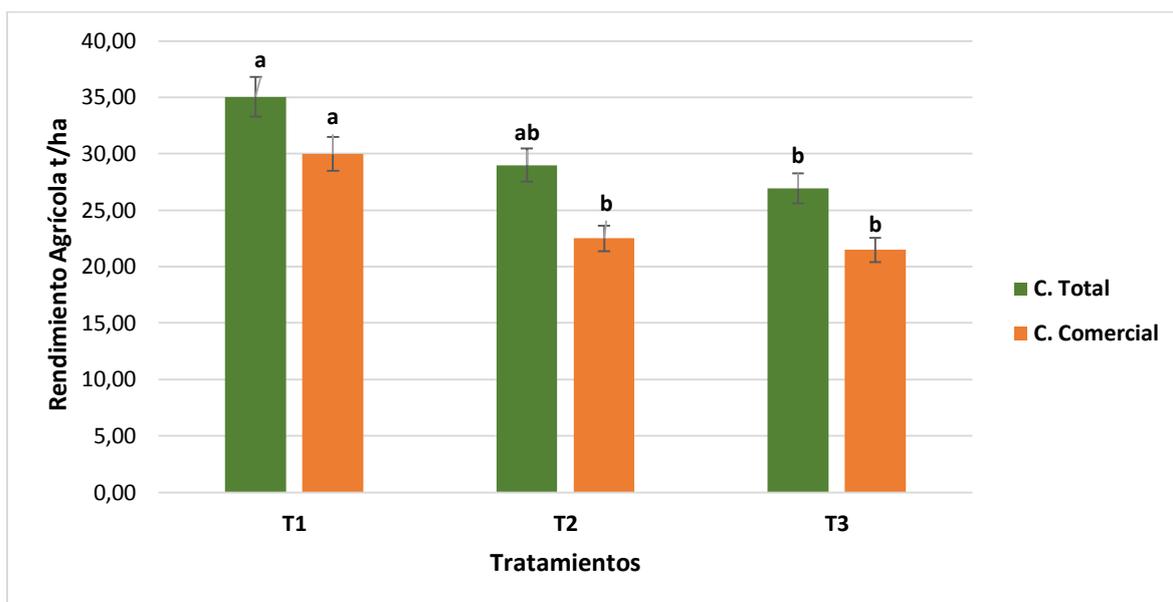


Figura 19. Rendimiento agrícola para cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey $\leq 0,05$.

Se observa como varía el peso total de los cormelos frente a las tres distancias de plantación: el mayor peso lo obtuvo el T1 que posee una distancia de (1m x 0,40m), el cual posee diferencias significativas con respecto al T2 (1m x 0,6m) y T3 (1m x 0,80m) (Figura 19).

Esto se debe a la densidad de población que se logra en cada distancia, es decir para el T1 (1 x 0,40) un total de 25000 plantas/ha, en el T2 (1 x 0,60) un total de 16666 plantas/ha y en el T3 (1 x 0,80) un total de 12000 plantas/ha. Se hace evidente en este estudio la importancia del primer componente del rendimiento dado por la densidad de población (Tabla 3H. Anexos).

Igualmente, los resultados muestran que la distancia de plantación más corta es la que genera el mayor rendimiento de cormos por ha, resultados similares encontraron Ogbonna et al. (2015).

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- La distancia de plantación es un factor que afecta de manera significativa las variables de desarrollo inicial de las plantas de papa china, a distancias menores de 0,40*1m, este efecto fue más evidente.
- En el cultivo de la papa china con respecto al comportamiento fisiológico, los tratamientos no presentaron una respuesta significativa al empleo de las distintas distancias de plantación en las variables las mismas que alcanzaron valores de: área foliar (1,36 m²), potencial fotosintético (46,08), tasa de asimilación neta (2,89 g.m⁻².día⁻¹.), rendimiento biológico (850,17 g), rendimiento económico (564,57 g), índice de cosecha (0,63). En cuanto al índice de área foliar el que resaltó fue tratamiento 1.
- En cuanto a los componentes de rendimiento, el T3 (1m x 0,80m) tuvo un efecto significativo en el número de cormelos, pero en cuanto al rendimiento agrícola el T1 (1m x 0,40m) predominó con un total de 35,03 t/ha, de las cuales 29.98 t/ha pertenecen a los cormelos comerciales.

5.2 RECOMENDACIONES

- Continuar con estudios relacionados al manejo de las distancias de plantación en el cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott), bajo condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.
- Los resultados obtenidos en esta investigación son importantes para los productores, y por tal razón se recomienda establecer el cultivo de papa china a una distancia de plantación de 1 m X 0,40 m ya que se obtiene mayores números de cormelos comerciales, los mismos que benefician al productor económicamente.
- Realizar estudios fenológicos de la papa china en distintas condiciones de suelos en las localidades más representativas del Cantón Carlos Julio Arosemena Tola.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, N. (2019). Producción De Biol Supermagro Consultado el 06 de noviembre del 2019
pagina 1-9 disponible
en: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_de__Bioles_rina.p
df](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_de__Bioles_rina.pdf)
- Ararat, M., Sinisterra, C., y Hernández, C. (2014) Valoraciones agronómicas y de
rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico
húmedo colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 5(2): 1-5.
- Azcón, J. (2005). Elementos de Fisiología Vegetal. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 19 -23
p.
- Caicedo, W. (2013). 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. *Revista
Computadorizada de Producción Porcina*. 20 (1).
- Carvajal, S. (2009). Guía práctica cultivo de papa china (*Colocasia esculenta*). Puyo:
MAGAP.pág, 13
- Echevarría, E. (2008). Diseño de Bloques al azar. Universidad de Chihuahua. México,
páginas 13-15.
- Himeda, M., N jitang, & N., Gaiani, C., Nguimbou, R. M., Scher, J., Facho, B., y
Mbofung, C. M. (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.
- Krishnapriya T., Suganthi, A. (2017). Biochemical and phytochemical analysis of *Colocasia
esculenta* (L.) Schott tubers. *Int J Res Pharm Pharmaceutical Sci* 2: 21-25.
- Lasso, N., y Cundumí, I. (2016). Efecto de abono orgánico y densidad de siembra en
crecimiento y producción de papa china (*Colocasia esculenta* L.). *Revista de
Investigación Agraria y Ambiental*. 7(1): 1-8.

- Lozada, A. (2005). Producción de cultivos de papa china (*Colocasia esculenta L.*) utilizando dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica. pp5-68.
- Matthews P.(2004). Genetic Diversity in Taro, and the Preservation of Culinary Knowledge.
- Martínez, A. (2011). Tesis en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible. 74p.
- Morales, E., Peñafiel, M., Barahona, M., & Mohiddin, G. (2016). Effect of silicon in taro crop (*Colocasia esculenta*) in combination with two levels of organic matter. 9.
- Mosquera, E., Cárdenas, D. (2006). Programa tecnológico de la papa china (*Colocasia esculenta*) en la Provincia de Pastaza. Pastaza: Consejo Provincial de Pastaza. 103 p.
- Mostacero, J., Mejía, F., Gamarra, O. (2002). Taxonomía de las Fanerógamas Útiles del Perú. Editorial CONCYTEC 2(1): 1045-1046.
- Ogbonna, P. E., Orji, K. O., Nweze, N. J. & Opata, P.(2015). Effect of planting space on plant population at harvest and tuber yield in taro (*Colocasia esculenta L.*). African Journal of Agricultural Research, 10(5), 308-316.
- Puerres, J. (2010). Colecta y caracterización básica de cuatro raíces: Yuca (*Manihot spp*), Camote (*Ipomea batatas*), Papa china (*Colocasia esculenta L*), Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), como parte del rescate de la biodiversidad en la Provincia de Imbabura. Tesis de grado. Universidad Técnica de Norte.
- Ramírez, A. González, J. Andrade, V. Torres, V. (2016). Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 17(12): 1-17.
- Silvan, P (1973). Effect of spacing in taro (*Colocasia esculenta*). 3rd international Symposium on Tropical Root Crops. Ibadam-Nigeria.
- Tem, A (2018). Caracterización agromorfológica y evaluación del rendimiento de tres cultivares de malanga (*Colocasia esculenta*, Schott), en Aldea Barrios, Nuevo San Carlos, Retalhuleu.(Tesis de pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 6(4): 5-9.
- Tumuhimbise R., Talwana, H. L., Osiru, D. S. O., Serem, A. K., Ndabikunze, B. K., Nandi, J. O. M. & Palapala, V. (2009). Growth and development of wetland-grown taro

under different plant populations and seedbed types in Uganda. African Crop Science Journal, 17(1): 3-8.

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. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. : 4-9.

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

Viloria, H. (2004). Sistemas de producción del ocumo chino (*Colocasia esculenta* L. Schott.) con financiamiento de FONCRAMO en el Municipio Bolívar del estado Monagas RC UDO A. 4(1):91-100.

Yáñez, W. (2009). (eds.). La papa china (*Colocasia esculenta* Schott). Pastaza: (Eds.). UEA. 15 p.

CAPÍTULO VII

7. ANEXOS

Tabla 1. Resultados del análisis Modelo Lineal General (MLG) univariante de dos factores (ANOVA bifactorial), con el tiempo y distancias de plantación como factores, para cada uno de los variables de estudio (brotación, altura de la planta, diámetro del tallo, N° hijos, área foliar, Índice de área foliar), en papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott). Efecto de los factores principales (Valor F y valor p).

Variables	Factores					
	Tiempo			Tratamientos		
	F	gl	P	F	gl	P
Brotación	39,604	4	<0,001	21,088	2	<0,001
Altura	288,496	5	<0,001	14,283	2	<0,001
Diámetro	107,914	4	<0,001	20,520	2	<0,001
N° Hijos	88,11	4	<0,001	6,139	2	<0,001
AF	177,431	5	<0,001	1,908	2	<0,001
IAF	172,457	5	<0,001	212,573	2	<0,001

Tabla 1A. Brotación de los tratamientos durante el tiempo (0-25 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1	45		95,00
T2	45	50,00	
T3	45	50,00	
Sig.		1,000	1,000

Tabla 1B. Altura de la planta de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T3	45	92,0661
T2	45	96,5083
T1	45	103,1067
Sig.		1,000

Tabla 1C. Diámetro del tallo de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T2	45	32,8387	
T3	45	33,8633	
T1	45		39,5067
Sig.		1,000	1,000

Tabla 1D. N° de hijos de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T2	45	3,9733	
T3	45	4,3467	4,3467
T1	45		4,8133
Sig.		1,000	1,000

Tabla 1E. Area foliar de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T3	45	,8223
T2	45	,8412
T1	45	,8836
Sig.		1,000

Tabla 1F. Indice de área foliar de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T3	45	1,0280		
T2	45		1,4018	
T1	45			2,2088
Sig.		1,000	1,000	1,000

Tabla 2. Resultados del análisis Modelo Lineal General (MLG) univariante de un factor (ANOVA factorial), con diferentes distancias de plantación como factor, para cada uno de las variables de estudio (TAN, potencial fotosintético, rendimiento biológico, rendimiento económico, índice de cosecha), en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott). Efecto de factores principales (Valor F y valor p).

Variables	Factores		
	Tratamientos		
	F	gl	P
TAN	2,486	2	<0,001
P. Fotosintético	0,256	2	<0,001
R. Biológico	,717	2	<0,001
R. Económico	107,914	2	<0,001
I. Cosecha	177,431	2	<0,001

Tabla 2A. Tasa de asimilación neta de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a P<0,05, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T1	3	1,5167
T3	3	2,8833
T2	3	2,8933
Sig.		1,000

Tabla 2B. Potencial fotosintético de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T1	3	44,0600
T2	3	44,1500
T3	3	46,0733
Sig.		1,000

Tabla 2C. Rendimiento biológico de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T3	3	607,2000
T1	3	688,4000
T2	3	850,1667
Sig.		1,000

Tabla 2D. Rendimiento económico de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T3	3	370,8100
T1	3	396,7000
T2	3	564,5667
Sig.		1,000

Tabla 2E. Índice de cosecha de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T1	3	,5733
T3	3	,5933
T2	3	,6300
Sig.		1,000

Tabla 3. Resultados del análisis Modelo Lineal General (MLG) univariante de un factor (ANOVA factorial), con diferentes distancias de plantación como factor, para las diferentes variables de estudio, (componentes de rendimiento y rendimiento agrícola), en el cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott. Efecto de factores principales (Valor F y valor p).

Variables	Factores		
	Tratamientos		
	F	gl	P
N° C. Total	13,673	2	<0,001
N° C. Comercial	11.944	2	<0,001
C. Comercial kg	5,571	2	<0,001
N° C. Desecho	6,043	2	<0,001
C. Desecho kg	3,976	2	<0,001
N° C. Enfermos	,743	2	<0,001
C. Enfermos Kg	,596	2	<0,001
Rendimiento Agrícola	4,209	2	<0,001

Tabla 3A. N° C. total de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1	15	20,4000	
T2	15	27,4667	
T3	15		37,7333
Sig.		1,000	1,000

Tabla 3B. N° cormelos comercial de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1	15	13,2667	
T2	15	14,8667	
T3	15		20,6000
Sig.		1,000	1,000

Tabla 3C. Peso de cormelos comercial de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1	15	1,1993	
T2	15	1,3507	1,3507
T3	15		1,7187
Sig.		1,000	1,000

Tabla 3D. N° cormelos desecho de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1	15	7,0000	
T2	15	12,4000	12,4000
T3	15		16,8000
Sig.		1,000	1,00

Tabla 3E. Peso de cormelos desecho de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1	15	,1960	
T2	15	,3747	,3747
T3	15		,4160
Sig.		1,000	1,000

Tabla 3F. N° cormelos enfermos de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	
T1	15		,0002
T2	15		,0007
T3	15		,0003
Sig.			1,000

Tabla 3G. Peso de cormelos enfermos de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	
T1	15		,0060
T2	15		,0147
T3	15		,0193
Sig.			1,000

Tabla 3H. Rendimiento agrícola de los tratamientos durante el tiempo (0- 180 días) resultados pruebas Post Hoc de Tukey a $P < 0,05$, modelo general Univariante

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T3	15	26,9280	
T2	15	28,9947	28,9947
T1	15		35,0333
Sig.		1,000	1,000