

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



CENTRO DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA, MENCIÓN EN SISTEMAS AGROPECUARIOS

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

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

Autor:

Ing. Ernesto Marino Ibarra Téllez

Director del proyecto:

Dr. Reinaldo Alemán Pérez. PhD

Puyo- Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Ernesto Marino Ibarra Téllez, con C.I: 175678806-1, 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: “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”, 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.



Ernesto Marino Ibarra Téllez

AVAL

Quien suscribe Reinaldo Demesio Alemán Pérez. Director del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Innovación titulado: “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”, a cargo de Ernesto Marino Ibarra Téllez egresado 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 14 días del mes de agosto de 2020.

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 Carlos Alfredo Bravo Medina. PhD.
PPRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



**Dr.C Diego Gutiérrez Del Pozo. PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Ing. Luis Antonio Díaz Suntaxi. MsC.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CENTRO DE POSTGRADOS
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

OFICIO N° 005-RA-UEA-2020

Puyo, 15 de agosto del 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que, el trabajo de titulación “**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**”, correspondiente a **Ernesto Marino Ibarra Téllez**, con cédula 175678806-1, 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 6%, informe generado el día 15 de agosto del 2020 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 TesisErnesto_Urkund.docx (D77798287)

Submitted 8/15/2020 4:34:00 AM

Submitted by

Submitter email cbravo@uea.edu.ec

Similarity 6%

Analysis address cbravo.uea@analysis.arkund.com

AGRADECIMIENTOS

A quien debo más por todo lo que he recibido en la vida, por las oportunidades y las alegrías, así como las dificultades y tristezas que forjan el carácter, a Dios.

A mis padres. Señor. Fernando Ibarra Alfonso y Señora. Merle Amelia Téllez Perdomo, quienes con su ejemplo personal supieron educarme e inculcarme el amor por el estudio y el trabajo.

A mi esposa. Señora. Annia Bárbara Rojas Céspedes, quién me ha sabido acompañar en este empeño con el amor que la caracteriza.

A mis hijas. Mariam Ibarra Rojas y Carolina Ibarra Rojas, fuentes de inspiración y compromiso.

A mi familia, toda,

Al Señor Dr. Reinaldo Demesio Alemán Pérez, PhD, Tutor de mi Proyecto de Investigación para la obtención del grado Científico de Máster en Agronomía, Mención Sistemas Agropecuarios y amigo personal del que me siento honrado por su amistad y entrega incondicional, por su ejemplo de fidelidad, honestidad, desinterés y entrega.

Al Señor Dr. Carlos Alfredo Bravo Medina. PhD. profesor, guía y amigo del que he aprendido mucho, no solo de las materias que me impartió, sino las muchas enseñanzas de sencillez y modestia.

Al señor Ing. Víctor Alfonso Tandazo Ludeña, hombre cabal, incansable, formador de escuelas, del que me siento honrado por su amistad.

A mis amigos.

A mis compañeros de trabajo

A las autoridades que conforman el Consejo Universitario de nuestra casa de estudios UEA

A los señores profesores que conformaron el claustro de la Maestría en Agronomía, Mención Sistemas Agropecuarios.

A la Dirección de Postgrado de la Universidad Estatal Amazónica en la Dirección del Señor Dr. Yudel García Quintana. PhD.

A la señora MSc. Sandra Soria Re. Coordinadora de la Maestría en Agronomía, Mención Sistemas Agropecuarios.

DEDICATORIA

A la Comunidad Científica de la Universidad
Estatad Amazónica

A la Compañía Vitalideas CIA. LTDA

A la ONG One Action

A los Estudiantes que se forman en las carreras
de las Ciencias Agropecuarias

A los Productores de la región Amazónica
Ecuadoriana

A Ecuador. Mi segunda patria

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto de Innovación evidencia el desarrollo morfofisiológico y productivo del cultivo de papa china (*C. esculenta*), variedad local blanca en la Amazonía Ecuatoriana. Se utilizó un diseño bifactorial en bloques completamente al azar, conformando 27 parcelas de 30 m², donde los factores fueron tres distancias de plantación que representan los tratamientos y tres materiales de propagación que representan los sub tratamientos. Para la toma de datos se seleccionaron cinco plantas al azar en competencia intraespecífica perfecta. Las variables se evaluaron a los 60, 90, 120, 150 y 180 día después de la plantación. Se realizó el análisis de varianza doble, empleándose la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad del 95 % y se determinó la interacción por el modelo lineal general univariante. Los indicadores morfológicos altura de la planta, grosor del pseudotallo y número de hijos, resultan mayores durante todo el desarrollo del cultivo cuando se usa el cormo o mama como material de propagación independientemente de la distancia de plantación. Los mayores valores de acumulación de materia seca por órganos de la planta se obtuvieron en la distancia de plantación de 1,0 m x 0,80 m con el cormo o mama como material de propagación y existe interacción entre los factores para las variables tasa de asimilación neta, potencial fotosintético, rendimiento biológico, rendimiento económico, índice de cosecha, rendimiento por parcela y rendimiento agrícola. El mayor rendimiento agrícola se obtiene al utilizar cormelos de 50 y 100 gramos en la mayor densidad de población con valores de 65,23 y 62,91 t/ha respectivamente.

Palabras clave: Papa china, Distancia de plantación, Cormo, Cormelos, Región Amazónica Ecuatoriana.

ABSTRACT

The innovation project shows the morphophysiological and productive development of the cultivation of Chinese potato (*C. esculenta*), a local white variety in the Ecuadorian Amazon. A completely randomized two-factor block design was used, forming 27 plots of 30 m², where the factors were three planting distances that represent the treatments and three propagation materials that represent the sub-treatments. For data collection, five plants were selected at random in perfect intraspecific competition. Variables were evaluated at 60, 90, 120, 150 and 180 days after planting. Double variance analysis was performed, using the Tukey test at a 95% probability level and the interaction was determined by the general univariate linear model. The morphological indicators of plant height, pseudostem thickness and number of offspring are greater throughout the development of the crop when the breast is used as propagation material regardless of the planting distance. The highest dry matter accumulation values per plant were obtained at the planting distance of 1.0 mx 0.80 m with the breast as the propagation material and there is interaction between the factors for the variables net assimilation rate, photosynthetic potential, biological yield, economic yield, harvest index, yield per plot and agricultural yield. The highest agricultural yield is obtained by using cormels of 50 and 100 grams in the highest population density with values of 65.23 and 62.91 t / ha respectively.

Keywords: Chinese potato, Planting distance, Cormo, Cormelos, Ecuadorian Amazon Region.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1-PROBLEMA CIENTÍFICO.....	3
1.2-HIPÓTESIS.....	3
1.3-OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4-OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1-CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PAPA CHINA (<i>C. esculenta</i>).....	4
2.2-CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (Barrera & Suárez, 2011).....	4
2.3-IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	5
2.4-PROPIEDADES Y USO.....	5
2.5-ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y VARIEDADES.....	6
2.5.1-BLANCA.....	7
2.5.2-NEGRA:.....	7
2.6-NOMBRE COMÚN QUE RECIBE LA (<i>C. esculenta</i>) EN DIVERSAS PARTES DE MUNDO.....	8
2.7-CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS.....	9
2.7.1-TEMPERATURA.....	9
2.7.2-LUZ:.....	9
2.7.3-HUMEDAD.....	9
2.7.4-SUELO.....	10
2.8- CICLO BIOLÓGICO.....	10
2.9-GENERALIDADES DEL CULTIVO DE (<i>C. esculenta</i>).	11
2.9.1- ÓRGANOS DE LA PLANTA.....	11
2.9.2-MANEJO AGRONÓMICO DE LA (<i>C. esculenta</i>).	13
2.9.3-PREPARACIÓN DE SUELO.....	13
2.9.4-MÉTODOS DE PROPAGACIÓN.....	14
2.9.5-DESINFECCIÓN DEL MATERIAL DE PROPAGACIÓN.....	15
2.9.6-PLANTACIÓN.....	15
2.9.7-DENSIDAD DE PLANTACIÓN.....	16
2.9.8-FERTILIZACIÓN.....	17
2.9.9-APORQUE.....	18
2.9.10-DESHIJE.....	18
2.9.11-CONTROL DE MALEZAS.....	18
2.9.12-MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	18
2.9.13-COSECHA Y POSCOSECHA.....	21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22

3.1-LOCALIZACIÓN	22
3.2-TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.3-MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.4-METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE DATOS.....	24
3.5-ANÁLISIS ESTADÍSTICO	26
3.6-RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	26
3.6.1-MATERIAL BIOLÓGICO.....	26
3.6.2-INSUMOS.....	26
3.6.3-ÚTILES Y HERRAMIENTAS	26
3.6.4-HUMANOS.....	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1-INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE LAS VARIABLES MORFOFISIOLÓGICAS DE LA PLANTA EN DIFERENTES MOMENTOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO.	28
4.1.1-VARIACIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.....	28
4.1.2-VARIACIÓN DEL GROSOR DEL PSEUDOTALLO SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.....	30
4.1.3-VARIACIÓN DEL NÚMERO DE HIJOS SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.....	31
4.2-INFLUENCIA DE LAS DISTANCIAS DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE EL NÚMERO DE HOJAS, ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR.	32
4.3-INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE LA ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA POR ÓRGANOS EN TRES MOMENTOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO.	35
4.4-INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE ALGUNAS VARIABLES FISIOLÓGICAS Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.....	37
4.5-COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD FOLIAR Y DE COSECHA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.	40
4.6-COMPONENTES DEL RENDIMIENTO SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.	42
4.7-RENDIMIENTO POR PARCELA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.	45
4.8-RENDIMIENTO AGRÍCOLA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.	46
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
CAPÍTULO V. ANEXOS	59
ANEXO 1. Análisis económico para la producción de papa china con cormelos de 50 gramos.	59

ANEXO 2. Análisis económico para la producción de papa china con cormelos de 100 gramos.	60
ANEXO 3. Análisis económico para la producción de papa china con cormo o mama.	61
ANEXO 4. Análisis de suelo del área objeto de estudio CIPCA-UEA.	62
ANEXO 5. Requerimiento del cultivo de papa china.	62
ANEXO 6. Análisis de la materia orgánica (gallinaza). Granja avícola de Cajabamba I.	62
ANEXO 7. Dosificación de la materia orgánica para la fertilización de la <i>C. esculenta</i>	62
ANEXO 8. Memoria fotográfica de diferentes momentos del experimento.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PRODUCCIÓN DE PAPA CHINA A NIVEL MUNDIAL (FAO, 2014).....	7
FIGURA 2. CICLO DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PAPA CHINA. PERÍODO I, CRECIMIENTO LENTO, DE APROXIMADAMENTE DOS MESES. PERÍODO II, CRECIMIENTO RÁPIDO, HASTA LOS CINCO MESES. PERÍODO III, DECRECIMIENTO Y MARCHITAMIENTO DE LA PARTE SUPERFICIAL DE LA PLANTA Y DESARROLLO DE LOS ÓRGANOS SUBTERRÁNEOS GUILLERMO <i>ET AL.</i> , (2013).	11
FIGURA 3. PARTES U ÓRGANOS DE LA PLANTA DE (<i>C. ESCULENTA</i>) (RODRÍGUEZ <i>ET AL.</i> , 2011).....	12
FIGURA 4. PRINCIPALES ACTIVIDADES, FASES Y LABORES DEL CULTIVO EN SU CICLO DE DESARROLLO	13
FIGURA 5. MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL CIPCA -----	22
FIGURA 6. DISEÑO BIFACTORIAL EN BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR	23
FIGURA 7. VARIACIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN. TUKEY $P \geq 0,05$. LETRAS MAYÚSCULAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS Y LETRAS MINÚSCULAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS SUB TRATAMIENTOS.....	29
FIGURA 8. VARIACIÓN DEL GROSOR DEL PSEUDOTALLO SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN. TUKEY $P \geq 0,05$. LETRAS MAYÚSCULAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS Y LETRAS MINÚSCULAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS SUB TRATAMIENTOS.....	31
FIGURA 9. VARIACIÓN DEL NÚMERO DE HIJO SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN. TUKEY $P \geq 0,05$. LETRAS MAYÚSCULAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS Y LETRAS MINÚSCULAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS SUB TRATAMIENTOS.....	32
FIGURA 10. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD FOLIAR SEGÚN DISTANCIAS DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN. TUKEY $P \geq 0,05$. LETRAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS Y SUB TRATAMIENTOS.....	41
FIGURA 11. ÍNDICE DE COSECHA SEGÚN DISTANCIAS DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN. TUKEY $P \geq 0,05$. LETRAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS Y SUB TRATAMIENTOS.....	42
FIGURA 12. RENDIMIENTO POR PARCELA SEGÚN DISTANCIAS DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN. TUKEY $P \geq 0,05$. LETRAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS Y SUB TRATAMIENTOS.....	46
FIGURA 13. VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO AGRÍCOLA SEGÚN DISTANCIAS DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN. TUKEY $P \geq 0,05$. LETRAS IGUALES INDICAN QUE NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS Y SUB TRATAMIENTOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	XVII
TABLA 2. NOMBRES VULGARES QUE RECIBE LA <i>C. ESCULENTA</i> Y <i>XANTHOSOMA</i> EN DIFERENTES PAÍSES.....	8
TABLA 3. PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DE (<i>C. ESCULENTA</i>).....	19
TABLA 4. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE (<i>C. ESCULENTA</i>).....	20
TABLA 5. VARIACIÓN DEL NÚMERO DE HOJAS, ÁREA FOLIAR (AF M ²) Y EL ÍNDICE DEL ÁREA FOLIAR (IAF), SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.....	34
TABLA 6. PESO SECO DE LOS ÓRGANOS DE LA PLANTA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.....	36
TABLA 7. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN PARA LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS, COMPONENTE DE RENDIMIENTO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA.....	38
TABLA 8. VARIABLES FISIOLÓGICAS DEL CULTIVO QUE INTERACTÚAN SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.....	40
TABLA 9. VARIACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DONDE NO EXISTE INTERACCIÓN.....	44

ECUACIONES

$TAN = 2 (P2 - P1) / (A2 + A1) (t2 - t1)$ -----	24
$AF = y = 18,2239 + 1,0247 (L * A)$ -----	24
$IAF = AF / \text{Área física de la planta}$ -----	24
$PF = \sum [(Af + Ai/2)] \times T2$ -----	25
$IC = RE/RB$ -----	25

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

Tabla 1. Glosario de abreviaturas.

AF	ÁREA FOLIAR
IAF	ÍNDICE DEP ÁREA FOLIAR
IPF	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD FOLIAR
TAN	TASA DE ASIMILACIÓN NETA
P1	PESO SECO INICIAL
P2	PESO SECO FINAL
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
MDP	MESES DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN
DDP	DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN
CIPCA	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, POSGRADO Y CONSERVACIÓN AMAZÓNICA
RAE	REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Colocasia esculenta (L.) Schott, es una planta herbácea perenne tropical y subtropical, miembro de la familia de las Araceae. Es una de las aroideas comestibles que pertenecen a las monocotiledóneas y está ampliamente plantada en climas tropicales y subtropicales (Talwana *et al.*, 2010) (Mabhaudhi *et al.*, 2014). No tiene tallos aéreos y tiene hojas grandes que provienen de un cormo subterráneo que forman un pseudotallo pequeño.

La producción mundial de papa china a partir del año 2014 aumenta aproximadamente en 10 millones de toneladas y se concentra en la zona central y occidental de África Tropical, China y Oceanía y países de la región como: Colombia, Ecuador y Honduras (FAOSTAT, 2017), ocupando el quinto puesto entre los cultivos de raíces y tubérculos a nivel mundial (FAO, 2010). También se puede encontrar distribuida principalmente en las tierras bajas y calientes de los trópicos.

Requiere de un pH del suelo entre 5,5 a 7,8 y una temperatura entre 25° a 35°C para su máxima tasa fotosintética. Necesita mucha humedad en el suelo por lo que tiene un desarrollo óptimo con precipitaciones de 2500 mm anuales y altitud entre 600 a 1800 msnm, aunque se podría cultivar a nivel del mar (Manner & Taylor, 2011).

Este cultivo forma parte de la dieta diaria de millones de personas alrededor del mundo y en los países en vías de desarrollo es un cultivo que constituye una fuente de ingresos para pequeños productores de zonas rurales, siendo uno de los cultivos más cotizados por la población antillana por su riqueza energética y fácil digestión, resultando una fuente barata de carbohidratos con relación a otras especies de tubérculos o cereales, debido a su alto contenido de almidón Himeda *et al.*, (2012). Es el único alimento cuya digestión se realiza a pH neutro o cercano a éste, por lo que es recomendable en la dieta de personas con trastornos digestivos González *et al.*, (2012). Constituye un alimento esencialmente energético debido al contenido de almidón, fibra dietética, vitaminas y minerales (Martínez,2011). Además, es una rica fuente de calcio, fósforo, hierro, vitamina C, tiamina, riboflavina y niacina, que son componentes importantes de las dietas humanas (Paul & Bari, 2011).

En Ecuador se cultiva principalmente en las llanuras de los trópicos, en las estribaciones exteriores de la cordillera y en la Región Amazónica dada la exigencia de la planta a condiciones de humedad del suelo (Puerres,2010). Hasta 2007 constituyó el cultivo de raíces y tubérculos de mayor exportación, cuya demanda internacional actual no es totalmente

satisfecha por los problemas de la calidad de los materiales de propagación y problemas de manejo agronómico.

Es un cultivo de importancia económica para los habitantes de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) Caicedo *et al.*, (2013), siendo Pastaza la provincia con mayores niveles de producción y rendimientos aceptables, que pudieran mejorarse a partir de información científica en aspectos de su manejo agrotécnico y agroecológico, pero que hasta el presente no existen Alemán *et al.*, (2014), por lo que no se dispone de una tecnología apropiada de manejo integral del cultivo para las condiciones edafoclimáticas de la región y por ello posee una dinámica de producción fluctuante con rendimientos promedios por debajo de su potencial. A esto se ha sumado la escasez de estudios sobre labranza, densidad de plantación, materiales de propagación y fertilización, que permita la obtención de altos rendimientos. Es por ello que el estudio de las diferentes distancias de plantación y materiales de propagación, así como el uso de abonos orgánicos se reporta como una práctica que genera aumento en los rendimientos en este tipo de cultivo Adekiya, Aruna y Agbede, (2016). En ese contexto los investigadores de la Universidad Estatal Amazónica se dieron a la tarea de incorporar en sus líneas de investigación el estudio de este cultivo, con la finalidad de evaluar aspectos agrotécnicos como: distancias de plantación, densidades de población, materiales de propagación, manejo de la fertilización y otros, que permitieran obtener resultados de alto impacto científico, y que a su vez den respuesta a las necesidades de los productores y programas de desarrollo de los diferentes territorios para lograr un mayor rendimiento agrícola.

Con estos antecedentes nos propusimos desarrollar una investigación que permitiera estudiar dos de los aspectos más importantes en el establecimiento del cultivo para las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía Ecuatoriana como son las densidades de población en función de los materiales de propagación.

1.1-PROBLEMA CIENTÍFICO

- ¿Cómo la combinación de las densidades de población y materiales de propagación afectará el desarrollo morfofisiológico y productivo del cultivo de papa china en condiciones amazónicas?

1.2-HIPÓTESIS

- La determinación de la mejor distancia de plantación en correspondencia con el material de propagación permitirá obtener mejores indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de papa china en condiciones amazónicas.

1.3-OBJETIVO GENERAL

1. Evaluar el comportamiento del cultivo de la papa china con tres distancias de plantación y tres materiales de propagación, mediante la evaluación de indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo en el CIPCA, Cantón Arosemena Tola, Provincia Napo. Ecuador.

1.4-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar los indicadores morfofisiológicos del cultivo de la papa china, bajo tres distancias de plantación y tres materiales de propagación.
2. Determinar los componentes de rendimiento agrícola del cultivo de papa china, en tres distancias de plantación y tres materiales de propagación, en el CIPCA, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo. Ecuador.
3. Seleccionar la mejor combinación de distancia de plantación y material de propagación de la papa china para una correcta toma de decisiones de los productores en el establecimiento del cultivo para las condiciones amazónicas.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1-CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PAPA CHINA (*C. esculenta*).

Es una planta 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. Los cormelos tienen la corteza de color marrón oscuro y la pulpa es blanca o amarilla según la variedad y tienen nudos de donde nacen las yemas. En su base, las hojas forman un pseudotallo cilíndrico corto; los pecíolos son largos y acanalados; la lámina es grande y sagitada; las hojas salen con inflorescencias, que tienen forma de espádice, la duración del ciclo de crecimiento es de 6 a 7 meses; durante los seis primeros meses se desarrollan rizomas y hojas (Dávila, 2011).

2.2-CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (Barrera & Suárez, 2011).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Alismatales

Familia: Araceae

Subfamilia: Aroideae

Tribu: Colocasieae

Género: Colocasia

Especie: *Colocasia esculenta* (L.) Schott

2.3-IMPORTANCIA DEL CULTIVO

La papa china (*C. esculenta*) es uno de los cultivos más importantes en los países insulares del Pacífico, no solo por su contribución a la nutrición e ingresos; sino también por su papel cultural importante, ya que forma parte de las costumbres y tradiciones de estos países, y es el quinto cultivo de raíces y tubérculos de mayor consumo a nivel mundial (FAOSTAT, 2017). La (*C. esculenta*) pertenece a la familia de las aráceas comestibles, la que comprende dos grandes géneros: Colocasia, Xanthosoma. Es una planta monocotiledónea y la especie que se planta de *C. esculenta* comprende dos variedades botánicas: (i) *C. esculenta* (L.) Schott var. *esculenta*, y (ii). *C. esculenta* (L.) Schott var. *antiquorum*. La *C. esculenta* var. *esculenta*: tiene un amplio cormo central cilíndrico y unos pocos cormelos pequeños y la *C. esculenta*. var *antiquorum* se conoce como el tipo de papa china que tiene un pequeño cormo globular central con varios cormelos. Por lo que la (*C. esculenta*). se conoce agronómicamente como la de tipo taro y la var. *antiquorum* de tipo eddoe. La parte comestible está constituida por la base del tallo o cormo. Estos dos géneros presentan caracteres comparables en su morfología y ecología, son plantas rizomatosas con cormos eventualmente ricos en oxalato de calcio (MINAG, 2012).

2.4-PROPIEDADES Y USO

La papa china es uno de los alimentos que posee una gran variedad de propiedades y beneficios si se sabe cómo usarla y con qué mezclarla. Se le atribuyen facultades para sanar y para prevenir diversas enfermedades por lo que el conocimiento de todo lo relacionado con ella resulta muy interesante para las personas que quieren comer sano. Tiene una gran cantidad de fibra dietética lo cual es muy útil pues con solo utilizarlo en una porción de comida se obtiene hasta un 33% de la que es necesario consumir de ese elemento. Sus beneficios se extienden a diversos elementos del cuerpo porque facilita el paso de otros alimentos, reduce la posibilidad de estreñimiento y da más rapidez al sistema digestivo en general. Por lo que se considera que un buen sistema digestivo puede ser una consecuencia del consumo de este producto, además, es bueno para las personas que sufren de ardores en el estómago, ya que puede ayudar a aliviar en determinados casos (Espinosa *et al.*, 2017). Este rizoma contiene grandes cantidades de fibra dietética, la cual ayuda a regular y acelerar el proceso digestivo y a disminuir el colesterol en el cuerpo. Además, la digestión de la papa china requiere una cantidad menor de ácidos estomacales en comparación con otros rizomas, lo cual ayuda a disminuir la sensación de ardor en el pecho y la garganta, asociados con la

enfermedad de Reflujo Gastroesofágico. Así mismo, su contenido de sodio es muy bajo y no posee colesterol, por lo cual incluirla en la dieta diaria, constituye una excelente manera para evitar el riesgo de adquirir enfermedades cardíacas, presión sanguínea alta o problemas de sobrepeso (Chamizo, 2014).

Otra forma de consumir este producto es agregarla a las sopas y los guisos, ya que combina muy bien con otros vegetales y las carnes. Incluso en algunas regiones se elaboran postres a base de Taro, y se preparan infusiones con sus hojas. No se debe consumir cruda ya que esta planta contiene cristales de oxalato de calcio, similares a agujas microscópicas, que pueden provocar irritación extrema en la garganta (Leyva, 2018). Por otra parte, según (Guzmán *et al.*, 2018), también es utilizada en la elaboración de productos derivados de la carne como los embutidos, en los cuales se utilizan altas dosis de conservantes como método y estrategia para la conservación de la carne fresca que será consumida luego de un período de tiempo. En estos casos, se ha visto la necesidad de ir sustituyendo los compuestos químicos, por otros de origen natural que aseguren obtener productos de excelente calidad, como es el caso de la harina de papa china que cumple la función de agente ligante en los embutidos, al ser un compuesto natural, asegurando a los consumidores de los productos cárnicos un alimento completo tanto en requerimientos nutricionales como en el cuidado de su salud y el de su familia.

La papa china es un cultivo esencialmente energético, rico en carbohidratos y con mayor contenido de proteínas que las demás raíces y tubérculos. En África se consumen las hojas como hortalizas, las que tienen que ser ligeramente cocidas para reducir el contenido de ácido oxálico. En algunos países suramericanos las hojas son utilizadas para la alimentación animal. En Ecuador la papa china se consume cocida, en sopas, purés, repostería, tortas horneadas y otras (Guillermo, Heedy & Tania, 2013).

2.5-ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y VARIEDADES.

La producción mundial de papa china según la FAO, (2014) fue de 4 000 000 toneladas, y las zonas de producción más importantes son la central y occidental de África Tropical, América Central y Oceanía como se muestra en la Figura 1. destacándose en la región de América Central los países de Costa Rica, Nicaragua, Ecuador y República Dominicana.



Figura 1. Producción de papa china a nivel mundial (FAO, 2014)

El volumen total que importan los Estados Unidos fluctúa alrededor de 180,000 toneladas por año y otra cantidad considerable por parte de Canadá, debido a la gran cantidad de inmigrantes de origen asiático (Palacios & Álvarez, 2011). Por otro lado, las perspectivas de introducción del producto en la industria alimenticia europea son altas; sin embargo, se requiere aún mucho trabajo de capacitación de productores y definición de vías de comercialización. Estados Unidos es el principal punto de desembarque de la papa china ecuatoriana (Velasco, 2017). El 52,2% de la producción nacional de este producto se despacha a Norteamérica, según cifras del Ministerio de Comercio Exterior.

Aunque se desconoce la totalidad de genotipos que existen en el país, sobre lo cual es necesario realizar más estudios, se mencionan los cultivares representativos de las zonas. 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 como productivos Guillermo *et al.*, (2013).

2.5.1-BLANCA: Apetecida por su sabor, color, redonda - bolona, apreciada por el mercado nacional e internacional. Esta variedad presenta mayor rendimiento y uniformidad en los cormelos según describen los productores Guillermo *et al.*, (2013).

2.5.2-NEGRA: Mayor cantidad de raíces, cormelo de forma alargada, parte apical de coloración morada por lo que es poco consumida. Son de fácil adaptación Guillermo *et al.*, (2013).

2.6-NOMBRE COMÚN QUE RECIBE LA (*C. esculenta*) EN DIVERSAS PARTES DE MUNDO.

En varios países se le denomina malanga indistintamente al género *Xanthosoma* y *Colocasia*, que, aunque tienen características botánicas muy parecidas constituyen dos géneros diferentes, en los que también varían las exigencias climatológicas y manejo del cultivo, de ahí la importancia de la utilización de los nombres científicos cuando vayamos a referirnos a este cultivo y a cualquier especie vegetal. La tabla 2 muestra algunos ejemplos de nombres comunes usados para identificar la *colocasia* y *Xanthosoma* en diferentes países.

Tabla 2. Nombres vulgares que recibe la *C. esculenta* y *Xanthosoma* en diferentes países.

CONTINENTE	PAISES	NOMBRE COMÚN PARA <i>COLOCASIA</i>	NOMBRE COMÚN PARA <i>XANTHOSOMA</i>
	Venezuela	Ocumo chino, Danchin	Ocumo común, Ocumo, Bituca
	Brasil	Taiboa, Cará, Kalo	Taja bussú, Tayaz
	Cuba	Malanga, Guagui	Malanga, Ñame Isleño
	Colombia	Malangay, Bore, Choque	Mafafa, Rascadera
	Bolivia	Papa balusa	Papa japonesa
	Ecuador	Papa china, Taro	Pelma, Pituca, Tuyo, Tania
	Perú	Pituca	Calusa
Asia	India	Arum	Kutchu
	Japón	Sato	Imo
	China	Ya	Futoy
	Filipinas	Gabi, Abá ava, Abalóng	Yautía
	Viet Nam	Khoal	Khoal
África	Congos	Lengué	Lengué
	Sudáfrica	Madumbe	Madumbe
	Sudan	Diabere	Diabere

Fuente: Modificado por el autor a partir de Joaquín Monge Bailón y José Arnoldo Pérez Cabrera, (1995); Sánchez Monje y Enrique Perellada, (1981).

2.7-CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

La papa china es una planta de clima tropical y subtropical que se adapta a diversas condiciones ecológicas. Estos factores solos o en combinación contribuyen o desfavorecen la formación de cormelos, el principal producto final. (Puerres, 2010).

2.7.1-TEMPERATURA: La papa china se desarrolla en rangos de temperatura de 20-35 °C. 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, se adapta muy bien a suelos con pH entre 4,5-7,5 (Puerres, 2010).

2.7.2-LUZ: Influye en la formación de los cormos y cormelos. Aunque es un cultivo que tolera cierta cantidad de sombra, las plantas que crecen bajo sombra permanente o temporal producen menos que las plantas que se desarrollan a pleno sol.

El mejor desarrollo se alcanza con períodos de 11 a 12 horas luz. La luz influye sobre algunos aspectos morfológicos como el número de hojas y cormos, así como en la altura de la planta (COVERCA, 2012). La planta probablemente podría lograr buenos resultados con rangos de fotoperíodos más cortos de 8-10 horas luz, sin perturbar su desarrollo foliar, ni el desarrollo del cormo, pero los estudios indican que tiene su mejor comportamiento con fotoperíodos que van desde las 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.

2.7.3-HUMEDAD: El requerimiento hídrico del cultivo es de 1800-2500 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, y cuando existe insuficiente humedad en el suelo, las hojas se tornan amarillentas y se marchitan Zapata & Velásquez, 2013. Cuando al período de lluvia le continúa un período de sequía, se acelera la madurez del cormo y el almacenaje del almidón. Los agricultores realizan la plantación del cultivo en los meses de inicio del período de lluvia; mayo-junio en la región Central-Norte

y Pacífico y cosechan en febrero-marzo, en el período de verano o sequía, de esta manera obtienen los mayores rendimientos. Cuando se cosecha la papa china a los 7-8 meses, con frecuencia ocurre que después del período de sequía le continúa el nuevo período de lluvia, la planta reactiva el crecimiento del follaje, y sobreviene la hidrólisis de los almidones en los cormos, provocando la brotación y el enraizamiento de los cormelos, afectando la calidad de la producción (Puerres, 2010).

2.7.4-SUELO: El cultivo se desarrolla mejor en suelos profundos, ricos en materia orgánica, sueltos y con buena capacidad de retención de humedad y de buen drenaje. Aunque no se recomienda plantar en suelos con pendiente mayor al 4 % algunos agricultores plantan la papa china en laderas y en suelos pedregosos con buenos resultados. En suelos pobres en materia orgánica se recomienda la aplicación de materia orgánica sistemáticamente (compost, gallinaza, cachaza y humus), lo mismo que abonos verdes (frijol terciopelo y canavalia) para mejorar las características físico-químicas-microbiológicas del suelo (Puerres, 2010). Un cambio brusco en la reducción de la velocidad de infiltración del agua en el suelo, como consecuencia de la disminución de la macroporosidad y en condiciones de alta precipitación (3000 mm), paisajes con altas pendientes comunes en la región amazónica ecuatoriana, constituyen una de las principales causas de la activación de procesos de erosión hídrica en surquillos y deslizamiento en masa comúnmente observados en la zona (Bravo *et al.*; 2017).

2.8- CICLO BIOLÓGICO

La papa china es una planta herbácea monocotiledónea, perenne, que debido a propósitos prácticos se cosecha a los 6-7 meses después de la plantación (MDP) Guillermo *et al.*, (2013). El ciclo de crecimiento y desarrollo puede dividirse en tres principales períodos. Durante los primeros dos meses el crecimiento es lento. Este período comienza con la brotación de las yemas y termina con la emergencia de los cormelos. El segundo período se caracteriza por el rápido incremento del crecimiento de la planta que dura hasta los 3-5 MDP. En este período la planta alcanza su máxima área foliar, diámetro del pseudotallo y altura. En el tercer período comienzan las hojas a marchitarse y a decrecer el peso seco total de la parte aérea de la planta hasta la cosecha. En este período ocurre el máximo traslado de productos de la fotosíntesis desde las hojas a los cormos y cormelos. La senescencia de la

planta al final de este período les sirve a los agricultores como índice de cosecha (6-7 MDP Guillermo *et al.*, (2013). Figura 2)

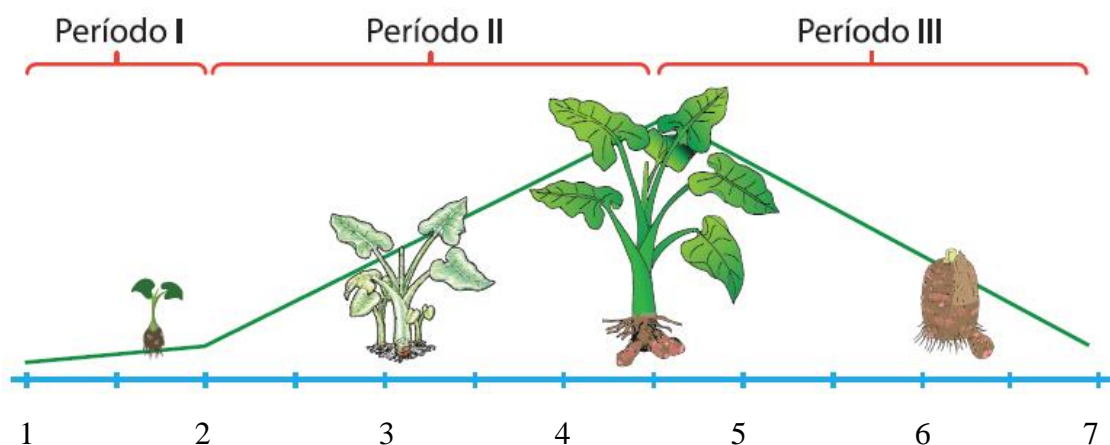


Figura 2. Ciclo de crecimiento y desarrollo de la papa china. Período I, crecimiento lento, de aproximadamente dos meses. Período II, crecimiento rápido, hasta los cinco meses. Período III, decrecimiento y marchitamiento de la parte superficial de la planta y desarrollo de los órganos subterráneos Guillermo *et al.*, (2013).

2.9-GENERALIDADES DEL CULTIVO DE (*C. esculenta*).

2.9.1- ÓRGANOS DE LA PLANTA

Cormo: Tallo principal, elipsoidal, subterráneo.

Cormelos: Ramificaciones secundarias, laterales, horizontales y engrosadas que salen del cormo.

Pseudotallo: Conjunto de vainas foliares superpuestas que se asemejan a un tallo, conecta la parte aérea (hojas) con el resto de la planta y es el medio que transporta el agua y todos los nutrientes que son absorbidos del suelo a las hojas, además sirve de soporte a la planta.

Hoja: Sagitadas y peltadas de 60 cm de largo y 50 cm de ancho.

Peciolo: Cilíndrico en la base y acanalado en la parte superior, su coloración varía según el clon o la variedad; es distintivo en algunas la presencia de líneas longitudinales amarillas o rosadas y de manchas o puntos rojizos a violáceos, especialmente hacia la base.

Inflorescencia: Dos o más inflorescencias emergen del meristemo apical del cormo, entre los peciolo de las hojas. Son estructuras características de las aráceas (Rodríguez *et al.*,

2.9.2-MANEJO AGRONÓMICO DE LA (*C. esculenta*).

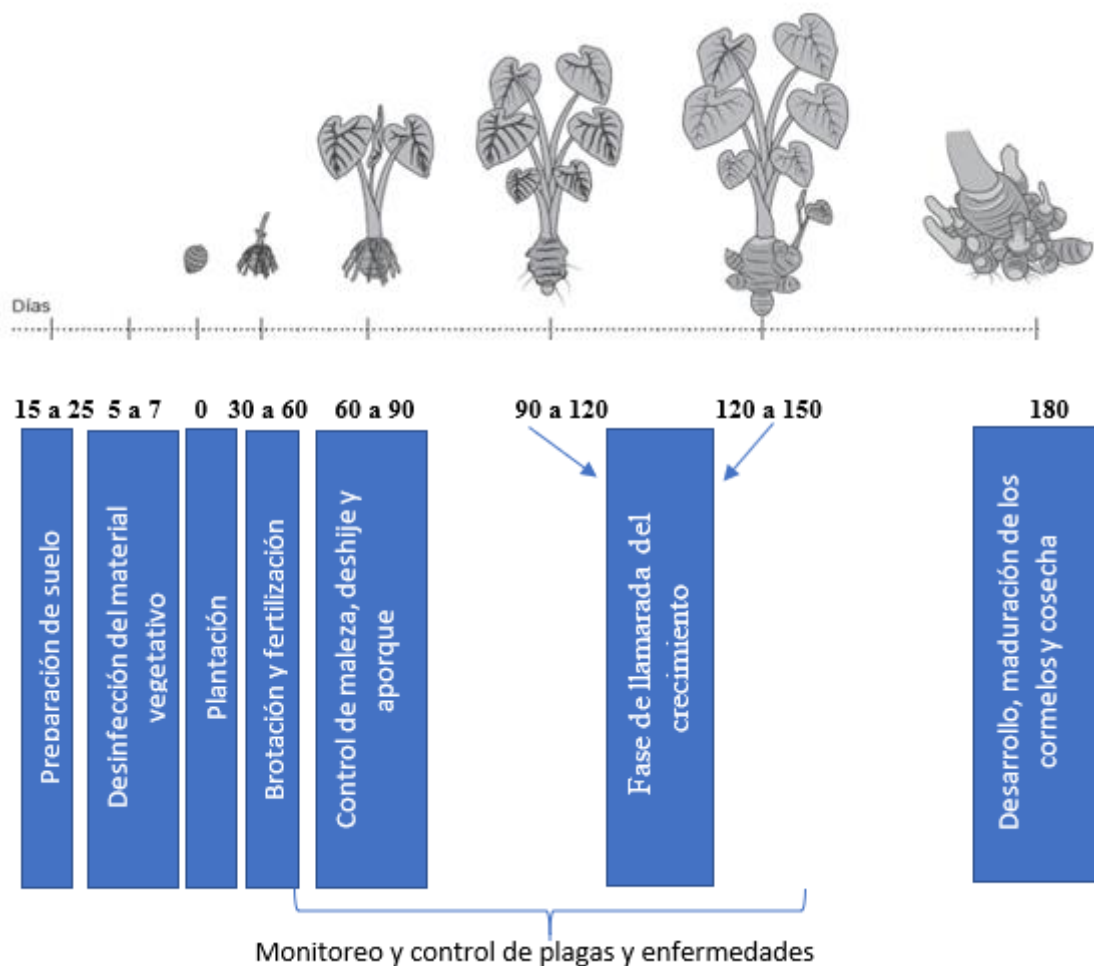


Figura 4. Principales actividades, fases y labores del cultivo en su ciclo de desarrollo

2.9.3-PREPARACIÓN DE SUELO

El acondicionamiento del área de plantación es una actividad de vital importancia para el desarrollo del cultivo de la *C. esculenta*. Es oportuno destacar que muchas de estas áreas que se dedican al fomento del cultivo de papa china, se dedicaron por décadas a potreros para el desarrollo de la ganadería en el territorio amazónico ecuatoriano, las cuales transitaron por un proceso de conversión de áreas ganaderas a chakras o áreas con cultivos de importancia agrícola para los productores y el territorio. De ahí la importancia de realizar labores de chapea y eliminación de arbustos que crecen de forma natural en los campos con el uso de motoguadañas, machetes, rastrillos y azadones. Luego de pasados los 21 días se realiza una aplicación de herbicida para controlar la primera reventazón, que emergen y dos semanas

después se procede al hoyado con una profundidad de 20 a 25 cm. Asociada con esta labor se recomienda aplicar técnicas de conservación del suelo como: curvas a nivel para la confección de terrazas teniendo en cuenta el grado de la pendiente y de esta forma poder minimizar los impactos de pérdidas de nutrientes por lixiviación influenciado por las altas precipitaciones mayores de 3500 milímetros año (Ibarra, Alemán, Bravo y Tandazo, 2020).

2.9.4-MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

El cultivo de la papa china se propaga por vía agámica o asexual, Los materiales tradicionales para la plantación del cultivo utilizados por los productores de la Amazonía ecuatoriana son: Cormo central o mama, como se le denomina en las comunidades o zonas donde el fomento y producción del cultivo es representativo dentro de las cinco provincias del oriente Ecuatoriano y cormelos de peso y calibres no usados en la comercialización que pueden estar entre 50 y 100 gramos de peso y calibre entre 40 y 50 mm de diámetro, que se usan fundamentalmente como material vegetativo para la propagación de plantas y alimentación animal Caicedo, (2013). Otros estudios relacionados sobre los diferentes métodos de propagación del cultivo de papa china se encontraron en la Universidad Nacional Agraria del municipio Tuma, Departamento de Matagalpa en la República de Nicaragua, donde han desarrollado un método más eficiente con la extracción de yemas axilares, para luego establecer semilleros y fomentar el cultivo en grandes extensiones de tierra, constituyendo un método muy efectivo para las condiciones de la zona.

Otro método de multiplicación es el cultivo in vitro, el cual es limitado para los productores debido a su alto costo de producción, tecnología, mantenimiento y personal calificado de tercer nivel (Zeledón, 2010); (González, 2011). Sin embargo, cuando se desea multiplicación rápida del material clonal (trabajos con plantas madres), los métodos que están actualmente disponibles son dos; el primero involucra la eliminación de la dominancia apical ejercida sobre el cormo, lo que permite el crecimiento de brotes laterales del cormo central, dividiendo el cormo en pedazos horizontales, o cortando y separando los brotes laterales para plantar separadamente, y el segundo método involucra la clonación de tejidos meristemáticos del cormo Enríquez & Mairena, (2011). La propagación de plántulas de papa china a través del cultivo in vitro se ha convertido en una alternativa para la producción rápida, masiva y libre de enfermedades (González, 2011). El cultivo de tejidos sirve para recuperar material de interés libre de patógenos en líneas infectadas. A través del cultivo de meristemas es posible eliminar virus y bacterias (Castañeda *et al.*, 2014). Utilizando la

técnica del cultivo *in vitro* vía organogénesis directa, a través de yemas axilares se propagan diversos clones. Sin embargo, la organogénesis directa está limitada como metodología eficiente de aplicabilidad comercial, principalmente por su intensa labor y altos costos de producción (Santos *et al.*, 2011).

2.9.5-DESINFECCIÓN DEL MATERIAL DE PROPAGACIÓN

El hipoclorito de sodio ha sido usado tradicionalmente solo o en combinación con otros desinfectantes en los materiales vegetales. Es necesario ajustar la concentración y el tiempo de exposición. Por lo general se han usado concentraciones desde 1.0; 3,0 y 6.0 % en dependencia de las características morfológicas e higiénicas del material vegetal a plantar Janse, (2007). Se recomienda sumergir el material vegetativo en una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 3 %, por un período de 20 a 25 minutos o en una solución a base de fungicidas como trichoderma en dosis de 25 g/ 20 L de agua, usando un saco de malla para los dos casos por el mismo período de tiempo. En este último se recomienda agregar 5 ml de aceite comestible a la solución que actuará como adherente Sánchez, (2007).

2.9.6-PLANTACIÓN

Según Martínez *et al.*, 2010, *C. esculenta*, puede multiplicarse utilizando dos partes de la planta: los cormos y las plántulas nuevas o hijuelos pequeños que se reproducen en la periferia de la planta central. Si se decide utilizar cormos estos deben ser pequeños, menos de 200 gramos, enteros y sanos; si se utilizan hijuelos se deben acondicionar podando las hojas a 0,10 ó 0,15 metros de altura, cortando parte del cormo, si está muy desarrollado dejar 1 a 2 centímetros de grosor del cormo ya que es en esta parte donde se encuentran los tejidos meristemas de crecimiento de raíces (Martínez *et al.*, 2010). Se recomienda 0,80 m de distancia entre surcos y 0,50 m de distancia entre plantas, para una densidad de siembra de 25,000 plantas por hectárea, seleccionando el material vegetativo a usar en la plantación que pueden ser cormo o mama y cormelos de diferentes calibres, preferentemente los no aceptados en el proceso de comercialización tanto en el mercado local como Internacional. Estos materiales vegetativos o propágulos deben provenir de plantas con una buena sanidad vegetal, vigorosas, garantizando como mínimo dos yemas del cormo por cada sección Sullivan, (2004).

Para el cultivo de papa china o taro en secano los tubérculos se plantan entre 5 a 7 cm de profundidad. Cuando se usan cortes de tallo, la parte superior del cormo deberá situarse entre 5 a 7 cm bajo la superficie. Es importante que el material de propagación no se plante superficialmente ya que los cormos expuestos así, son susceptibles a daños por insectos, también el plantado superficial generará un enraizamiento superficial, por lo que la planta es susceptible al stress hídrico.

La plantación se realiza en el fondo del surco entre 20 a 25 cm de profundidad, se tapa el material vegetal (cormo y cormelos) con una capa de suelo a 6 u 8 cm, y una humedad óptima, garantizando un nivel de humedad uniforme en toda el área de plantación.

La forma de preparación del material vegetativo usado para la plantación consiste en cortar una porción apical del cormo (1 cm) y de 15-25 cm de la parte baja del peciolo, la selección del corte del pseudotallo, da un rendimiento más alto que el de secciones del cormo y cormelos. Como otros rizomas tropicales, la multiplicación rápida del taro o papa china se hace difícil por la baja producción de material de propagación (Ivancic, 2011).

2.9.7-DENSIDAD DE PLANTACIÓN

La densidad de plantación es un aspecto muy importante que se debe tomar en cuenta en el establecimiento del cultivo de *C. esculenta*. La densidad de plantación se refiere a la población de plantas por unidad de área; en este caso, para la papa china la densidad de plantación varía en función del sistema de producción que se utilice y la distancia definida entre las plantas; por ejemplo, para sistemas de plantación en surcos sencillos distanciados a 80 cm, y con una distancia entre plantas de 50 cm, la densidad de población es de 25 mil plantas por hectárea. La distancia entre plantas no debe ser menor a 30 cm, ya que esto limita el desarrollo del cormo y de la planta misma (González, 2011).

La distancia de plantación varía en dependencia de factores ambientales y agronómicos como: condiciones edáficas, topográficas, materiales de propagación, etc. Con la plantación debe lograrse una población del 100% para evitar la realización de replanteo. Se necesitan 2,4 t/ha cuando se usan cormos como material vegetativo para la plantación y 2,4 t/ha cuando se usan cormelos, en dependencia de las densidades usadas. Los surcos deben estar a 60 cm de distancia en el campo. La aplicación de acolchados (mulch) poco después del plantado es beneficioso para cultivos de secano.

La producción y calidad dependen, en gran medida de la distancia de plantación. La producción de cormos primarios aumenta en la medida que disminuye la distancia entre plantas. Por la importancia que tiene para los rendimientos el peso del cormo, según la densidad de plantación, en los países productores, se ha establecido para armonizar la distancia de plantación con el tipo y peso del material de propagación, la relación siguiente: Se encontrará que en espacios menores aumenta el rendimiento del cormo y de retoño por hectárea; pero, disminuye el rendimiento de cormos por plantas. Sobre este mismo punto los rendimientos altos por hectárea se logran aún si el espacio se disminuye a 30 cm x 30 cm; 109 000 plantas / ha, lográndose una cantidad importante de material de plantación, pero el retorno neto por unidad de material de plantación es bajo. Como punto medio se recomienda espacios de 60 cm x 60 cm. También se pueden dar mayores espacios; 90 cm x 90 cm, que son espacios de plantación tradicionales usados por los productores, aunque con rendimientos bajos. En cuanto a las variables de producción, la distancia de plantación también tiene un efecto significativo en el desarrollo de los cormos. Se ha evidenciado que las distancias de plantación más cortas disminuyen el peso de los cormos por planta. Igualmente, los resultados muestran que la distancia de plantación más corta es la que genera mayores rendimientos de cormos por hectárea Ogbonna *et al.*, (2015).

2.9.8-FERTILIZACIÓN

Existen factores que limitan una buena fertilización, como: el grado de la pendiente mayor del 25 % y una alta pluviosidad que sobrepasa los 2500 mm de lluvia año, provocando pérdidas de nitrógeno por lixiviación las cuales crecen a medida que aumenta la intensidad de las lluvias. La mejor manera de prevenir la lixiviación por exceso de las lluvias es la aplicación de solo parte del abono a partir de los 30 días posteriores a la plantación y el resto entre los 60 y 90 días DDP cuando el requerimiento del cultivo es más alto dentro del proceso de desarrollo del mismo Bruulsema *et al.* (2012). 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, sin detrimento del rendimiento y la calidad de los cormos. En la Región Amazónica Ecuatoriana para el cultivo de la papa china esta labor se realiza fundamentalmente con el uso de abonos orgánicos, fundamentalmente con gallinaza Alemán *et al.*, (2014). El uso de los fertilizantes orgánicos provenientes de fuentes diversas del territorio amazónico también es un factor limitante, ya que los productores desconocen de su composición (no cuentan con análisis de laboratorio), los procesos de descomposición de

la materia orgánica no son eficientes, no se realizan análisis de suelo y por ende no se formula, teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo (Gadea, 2001).

2.9.9-APORQUE

Esta labor agrotécnica se realiza a los 30 DDP de forma simultáneamente con la fertilización, tiene doble finalidad: retarda el desarrollo de hijuelos y aumenta el desarrollo del cormo, eliminando la competencia de malezas Tewodros (2013).

2.9.10-DESHIJE

Consiste en la eliminación de brotes que perjudican el volumen de la producción. Se realizan entre los 60 y 90 DDP. 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 Tewodros (2013).

2.9.11-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 Amazonía ecuatoriana donde existe una alta pluviosidad que sobrepasa los 3000 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).

2.9.12-MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La *C. esculenta* 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 donde la sanidad vegetal esté presente con un enfoque

ambientalista que permita el normal crecimiento y desarrollo de la planta y a su vez se minimicen los impactos medio ambientales Talwana *et al.*, (2010).

Tabla 3. Principales plagas del cultivo de (*C. esculenta*).

PLAGAS	DAÑO	CONTROL
Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp</i>)	Se alimenta de las raíces	Antes de la plantación se controla a través del uso de trampas lumínicas para capturar a los adultos chocorrones e invertir el prisma del suelo (arar) para exponer las larvas al ataque de pájaros y hormigas.
Ratas (<i>Rattus norvegicus</i>)	Causan daños en los cormelos al alimentarse de ellos	Hacer rondas de 5 m de ancho y mantener las parcelas libres de malezas usando cebo, fundamentalmente la leche de javillo (750 ml) mesclado con 10 lb de maíz cocido y molido, Maíz tostado y molido con cemento (2 oz de cemento / lb de maíz)
Barrenador (<i>Cacographi osteolatis</i>)	La hembra deposita sus huevos en el pseudotallo, al eclosionar las larvas se alimentan del pseudotallo y el corno	Antes de la plantación se controla a través del uso de trampas lumínicas.
Termitas (<i>Reticulitermes lucifugus</i>)	Ocasionan galerías en el pseudotallo	Buena preparación de suelo dejando el tiempo establecido entre labores y recolectar y destruir los adultos que se encuentran en la superficie del suelo
Gusano alambre (<i>Aeolus spp</i>)	Cortan o trozan los brotes tiernos a ras del suelo.	Eliminar malezas hospederas y desinfección del material vegetativo que se usará en la plantación

Tabla 4. Principales enfermedades del cultivo de (*C. esculenta*).

ENFERMEDADES	DAÑO	CONTROL
Pudrición seca (<i>Fusarium oxisporum</i>)	Cormelos afectados causada por un hongo, los síntomas son pudrición esponjosa, blanca grisácea del cormo y marchitez de las hojas	Utilizar material vegetativo sano, rotación de cultivo y destruir las plantas que nazcan de cosechas anteriores, desinfectar los cormelos después del lavado y plantar en suelos con buen drenaje. Mancozeb 40 % 2-2,5 kg/ha; caldo sulfocálcico 300-350 ml/20 l de agua.
Pudrición de cormelos (<i>Phytophthora spp</i>)	Hojas y raíces dañadas causada por un hongo y los síntomas son necrosis, pudrición de raíces y clorosis o descoloración de las hojas	Selección de suelos ricos en materia orgánica y con buen drenaje, material vegetativo sano provenientes de áreas libres de plagas y enfermedades Mancozeb 40 % 2-2,5 kg/ha; caldo sulfocálcico 300-350 ml/20 l de agua.
Antracnosis (<i>Colletotrichum spp</i>)	En la parte aérea de la planta se desarrollan lesiones necróticas	Material vegetativo sano y desinfectado, así como desinfección de suelo con caldo sulfocálcico 300-350 ml/20 l de agua.
Mal seco (<i>Pythium myriotylum</i>)	Hojas y cormelos dañados causado por un hongo, su síntoma característico es una pudrición suave y acuosa color marrón	Utilización de material vegetativo sano con previo proceso o protocolo de desinfección
Tizón de la hoja de taro (<i>Phytophthora colocasiae</i>)	Síntoma en la hoja	Las hojas afectadas inicialmente muestran pequeñas manchas oscuras que se agrandan rápidamente y se vuelven de color marrón púrpura con márgenes amarillentos. A medida que la enfermedad progresa, las lesiones (principalmente a lo largo del margen de la hoja) continúan expandiéndose y frecuentemente se fusionan. Los tejidos enfermos se desintegran, formando agujeros de tamaño y forma irregulares en las hojas afectadas, características que se observan en las imágenes recibidas.

2.9.13-COSECHA Y POSCOSECHA

2.9.13.1-COSECHA

El ciclo óptimo de este cultivo es de 180 días, edad en que comienza la cosecha. En esta etapa del cultivo las hojas toman una coloración amarillenta, lógicamente porque la planta entra en la etapa de senescencia y es donde se logra la máxima madurez de los cormelos. Esta actividad se realiza de forma manual para las condiciones de la Amazonía ecuatoriana por el grado de la pendiente, lo que imposibilita la presencia de mecanización en las áreas dedicadas al cultivo de la *C. esculenta*. Se corta el follaje y se le dejan entre 40 y 50 cm del pseudotallo, lo que permitirá la manipulación luego de aflojarla cuidadosamente con un palín sin provocar daños mecánicos. Seguidamente se realiza la selección o clasificación de los cormelos por tipo de calibre y peso, eliminando los cormelos enfermos y separando los que presentan daños mecánicos, luego se procede al lavado de los cormelos y envasados por categoría para su destino final. El envase que se usará dependerá del destino o propósito de los frutos, que pueden ser saquillos con capacidad para 46 kg y cajas de cartón o madera para la exportación Ogbonna *et al.* (2015).

2.9.13.2-POSCOSECHA

Posterior a la etapa de beneficio, se almacenan en sacos o cajas dependiendo del destino o propósito, acomodándolos por estibas de 6 sacos o 12 cajas como máximo. Estos centros de acopio deben contar con infraestructuras apropiadas con buena ventilación y temperatura fresca. En la bodega de almacenamiento se debe garantizar la limpieza y desinfección de pisos y paredes usando el hipoclorito de sodio al 5 % y detergente industrial. Estos ambientes deben tener rangos de temperaturas que oscilen entre 20 y 30 °C y humedad relativa del 75 % Ogbonna *et al.* (2015).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Los métodos utilizados durante esta investigación fueron: observación, medición y experimental. Para la toma de datos se seleccionaron cinco plantas al azar en competencia intraespecífica perfecta y bajo un proceso de medición de sus variables morfológicas y fisiológicas se obtuvieron resultados que nos permitieron llegar a conclusiones veraces sobre este experimento.

3.1-LOCALIZACIÓN

El presente estudio se desarrolló en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica (Figura 5), localizado entre las Provincias de Pastaza y Napo, en el Cantón Santa Clara y Arosemena Tola; a cuarenta y cinco minutos de la vía Puyo - Tena en el Km 44 junto a la desembocadura del río Piatusa y Anzu, constituido como espacio estratégico para realizar estudios de los recursos Amazónicos, con una extensión de 2848,20 há, altitud de 550 a 1200 msnm, temperatura que oscila entre los 23-24 ° C y una pluviosidad de 2500 a 3000 mm año.

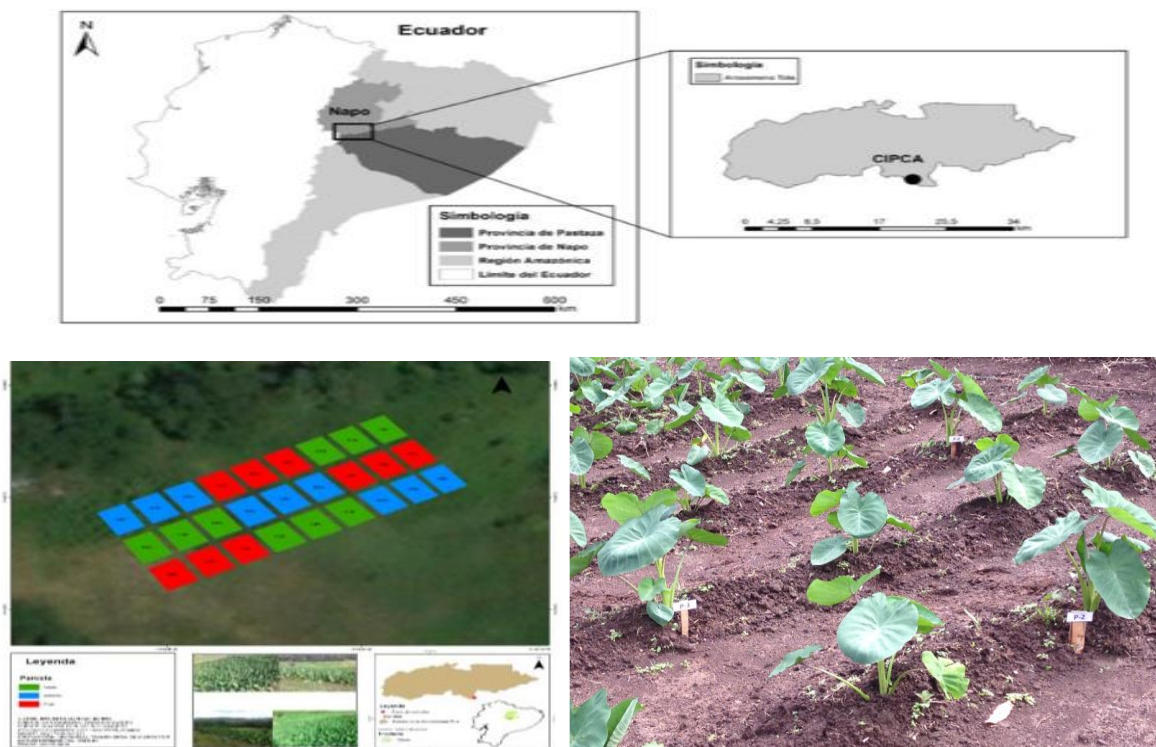


Figura 5. Mapa del área de estudio en el CIPCA, entre las provincias Pastaza y Napo.

Fuente: Ramírez, González, Andrade y Torres, 2016.

3.2-TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del presente estudio es experimental. Se presenta mediante la manipulación de variables experimentales no comprobadas, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

3.3-MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó un diseño bifactorial en bloques completamente al azar (Figura 6), donde los factores son: tres distancias de plantación, que representan los tratamientos y tres materiales de propagación que constituyen los sub tratamientos. Se conformaron parcelas de 5 metros de ancho por 6 metros de largo, para un área por parcelas de 30 m², 9 parcelas por réplicas y 27 parcelas total, para un área activa de 810 m². Las unidades experimentales estuvieron separadas entre ellas a una distancia de 1m que se denominaron calles, representando el área pasiva, con un valor de 400 m², para un área total del experimento de 1210 m².

R-I	D3M1	D3M2	D3M3	D2M1	D2M2	D2M3	D1M1	D1M2	D1M3
R-II	D1M1	D1M2	D1M3	D3M1	D3M2	D3M3	D2M1	D2M2	D2M3
R-III	D2M1	D2M2	D2M3	D1M1	D1M2	D1M3	D3M1	D3M2	D3M3

Figura 6. Diseño bifactorial en bloques completamente al azar

TRATAMIENTOS (Distancias de plantación)

D1-1,0 m x 0,40 m = 25000 plantas/ha, 91 plantas por parcela

D2-1,0 m x 0,60 m = 16666 plantas/ha, 63 plantas por parcela

D3-1,0 m x 0,80 m = 12500 plantas/ha, 45 plantas por parcela

SUB TRATAMIENTOS (Materiales de propagación)

M1- Cormo o Mama

M2-Cormelo 50 gramos

M3-Cormelo 100 gramos

Previo a la plantación se conformaron parcelas siguiendo el grado de la pendiente y se hicieron los surcos en curvas a nivel con la utilización del aparato “A” anexo 8 pág. 61. Se realizó la desinfección a los diferentes materiales vegetativos con hipoclorito de sodio al 3 % por 25 minutos anexo 8 pág.63.

3.4-METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE DATOS

A los 60, 90, 120, 150, y 180 días de la plantación se evaluaron las siguientes variables:

1-Altura de la planta: Se midió desde la inserción del pseudotallo con el corno primario hasta la inserción del limbo con el peciolo de la hoja más alta.

2-Número de hojas: Por conteo físico.

3-Largo de la hoja: Se midió desde el peciolo hasta el ápice del limbo.

4-Ancho de la hoja: Se midió de forma transversal en el centro del limbo.

5-Diámetro del pseudotallo: Se midió desde la inserción del pseudotallo con el corno primario hasta 5 cm de altura del pseudotallo.

6-Número de hijos: Por conteo físico.

7-Área Foliar (AF): Se determinó obteniendo el área de una hoja a partir del largo y ancho, y aplicando la ecuación $y = 18,2239 + 1,0247 (L * A)$, Según Calzadilla *et al.* (2012).

8-Índice del Área Foliar (IAF): Se determinó dividiendo el área foliar (AF) entre el área física de la planta según la distancia de plantación usada.

9-Peso fresco y seco: Se determinó en cada órgano vegetativo de la planta, así como el de los cormelos en el momento de la cosecha. Para el peso seco se usó una estufa de calor a 60° de temperatura hasta obtener peso constante.

10-Tasa de Asimilación Neta (TAN): Cantidad de materia seca producida por unidad de área foliar en la unidad de tiempo (hora o día) según Cholaky *et al.* (1984); Vásquez y Torres (2006); Barrientos, Castillo y García (2015; García *et al.* (2018).

Se aplica la siguiente fórmula:

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

P1 = Peso seco inicial por planta (primera evaluación)

P2 = Peso seco final por planta (segunda evaluación)

A1= Área foliar inicial por planta.

A2= Área foliar final por planta.

t2 – t1= Intervalo de tiempo transcurrido entre la evaluación inicial y la final.

11-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 según Cholaky *et al.* (1984); Vásquez y Torres (2006).

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

PF: Potencial fotosintético.

Af: Área final.

Ai: Área inicial.

T: Tiempo.

12- Índice de Productividad Foliar (IPF): Se obtuvo dividiendo el peso seco de tubérculos en cosecha entre el potencial fotosintético (PF), según Cholaky *et al.* (1984); Vásquez y Torres (2006).

13- Rendimiento Biológico (RB): Sumatoria de los pesos secos de los órganos de la planta.

14- Rendimiento Económico (RE): Peso seco total de los cormelos.

15- Índice de Cosecha (IC): Rendimiento Económico entre Rendimiento Biológico (RE/RB).

16-Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola (t/ha): Se determinaron al momento de cosecha.

17-Manejo de plagas y enfermedades: Durante todo el desarrollo del cultivo se monitoreó el estado sanitario de las plantas.

18-Interacción: Se determinó entre las variables dependientes (indicadores fisiológicos, productivos y componentes de rendimiento) con respecto a los factores de estudio (distancia de plantación y materiales de propagación).

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 al análisis de varianza doble y se empleó la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad 95 %. La interacción se determinó por el modelo lineal general univariante.

3.6-RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

3.6.1-MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizó una variedad local de papa china blanca (*C. esculenta*), usando diferentes tipos de materiales: cormo o mama, cormelos de 50 y 100 gramos respectivamente.

3.6.2-INSUMOS

- 1- Fertilizante orgánico (gallinaza).
- 2- Herbicidas
- 3- Combustible
- 4- Fungicidas

3.6.3-ÚTILES Y HERRAMIENTAS

- 1- Varas de madera

- 2- Piola
- 3- Flexómetro
- 4- Calibrador
- 5- Azadón
- 6- Rastrillos
- 7- Báscula

3.6.4-HUMANOS

- 1- Ing. Ernesto Marino Ibarra Téllez. Estudiante Maestría
- 2- Dr. Reinaldo Alemán Pérez. PhD. Director de investigación UEA
- 3- Dr. Carlos Bravos Medina. PhD
- 4- Dr. Dunia Chávez Esponda. PhD
- 5- Lic. Jorge Luis Alba Rojas. MsC
- 6- Trabajadores del CIPCA
- 7- Trabajadores de la Compañía Vitalideas CIA. LTDA
- 8- Estudiantes de la UEA

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1-INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE LAS VARIABLES MORFOFISIOLÓGICAS DE LA PLANTA EN DIFERENTES MOMENTOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO.

4.1.1-VARIACIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.

Los resultados presentados en esta investigación muestran que la distancia de plantación y los materiales de propagación son factores que afectan las variables de desarrollo en todo el ciclo de vida del cultivo de papa china (*C. esculenta*). La altura de la planta tiene un crecimiento ascendente durante todo el ciclo del cultivo (figura 7), sin diferencia estadística entre los tratamientos, lo que indica que la planta manifiesta una compensación en función de la densidad de población y área vital que le corresponde. Cuando la planta tiene mayor área vital (tratamiento 3) cada una aprovecha la incidencia de luz, agua y nutrientes para su crecimiento y cuando están en mayores densidades (tratamiento 1) donde el área vital es menor, sufre un efecto de competencia y sombreo que hace que se alargue el pseudotallo y los peciolo de las hojas en busca de luz. Resultados similares reportan Mabhaudhi *et al.* (2013) y COVERCA, (2012) que plantean que la mayor altura de la planta se alcanza con períodos de 11 a 12 horas luz a mayores densidades de población, o bajo el efecto de la sombra por competencia entre plantas. Resultados diferentes fueron reportados por Tsedalu *et al.* (2014) y Gebre y col. (2015) en condiciones de estudio diferentes a la Amazonía donde encuentran que la altura de la planta muestra diferencia significativa entre las densidades de plantación.

En relación a los materiales de propagación (sub-tratamientos) existe diferencia estadística para la altura de la planta entre el cormo o mama con respecto a los cormelos de 50 y 100 gramos respectivamente durante todas las fases de desarrollo del cultivo. Este resultado es lógico dadas las mayores reservas del cormo o mama que estimulan el crecimiento de las plantas desde los primeros días de la brotación (figura 7). Se muestra el crecimiento exponencial que se obtiene en las plantas independientemente de los materiales de propagación, con un incremento en el orden de los 30 cm para un período de 30 días, durante los 60, 90 y 120 días de la plantación. Resultados similares fueron encontrados por (Zeledón,

2010) donde plantea que cuando se usa material vegetal que corresponde al cormo o mama, la planta se ve favorecida por el crecimiento. Sin embargo, entre 120 y 150 días ocurre un crecimiento acelerado en el orden de los 50 cm para un período de 30 días, dado por el incremento en la tasa de asimilación neta (TAN) que hace a cada planta que desarrolle una alta multiplicación celular. Esta fase conocida como la llamada del crecimiento que en cultivos de ciclo corto ocurre alrededor de los 30 a 50 días, en el caso de la papa china para estas condiciones está ocurriendo entre los 120 y 150 días. Esto ocurre seguramente porque la planta es favorecida por las condiciones ambientales de la zona, específicamente por la alta pluviosidad. Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Byrd *et al.* (2014), que informó que el crecimiento de la planta se afecta de manera significativa cuando existe limitada disponibilidad de agua.

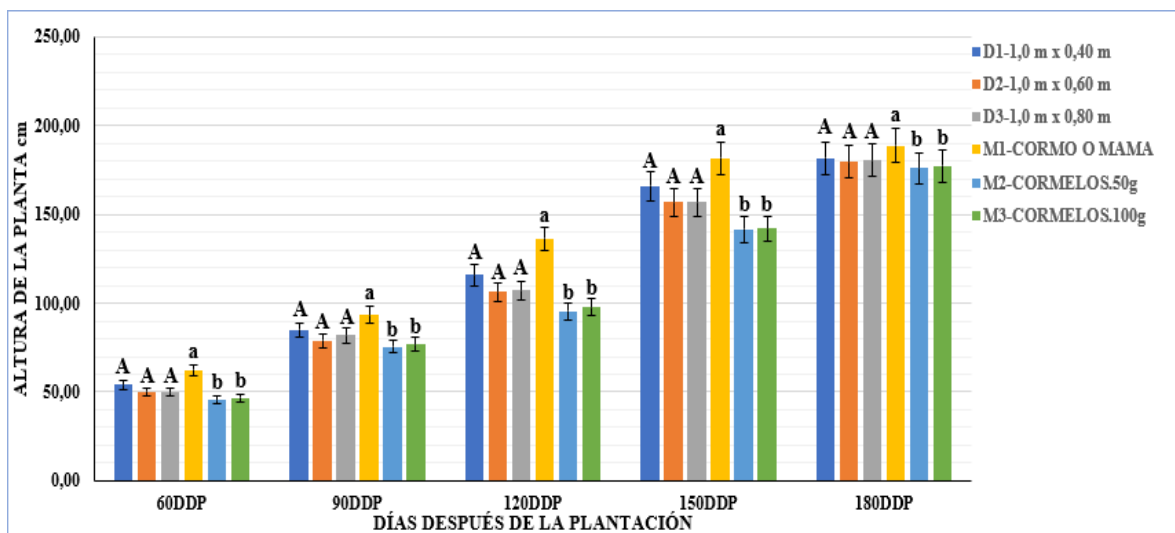


Figura 7. Variación de la altura de la planta según distancia de plantación y materiales de propagación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre los sub tratamientos.

Al final del ciclo del cultivo (180 días) el crecimiento se hace lento, sin mayores diferencias numéricas en relación con los 150 días, lo cual es típico en el desarrollo de las plantas cuando forman un crecimiento sigmoideal, es decir, con una primera fase de crecimiento lento, una fase intermedia de crecimiento rápido y una etapa final donde el crecimiento vuelve a hacerse lento. Estos resultados coinciden con los reportados por (González, 2011) quien plantea que

independientemente del material de propagación usado, las plantas en la etapa final del cultivo no muestran diferencias notables en la altura.

4.1.2-VARIACIÓN DEL GROSOR DEL PSEUDOTALLO SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.

Cuando las plantas tienen más área vital (1,0 m x 0,80 m) en el tratamiento 3, el grosor del pseudotallo es mayor con diferencia estadística para los demás tratamientos durante todo el desarrollo del cultivo. Esto seguramente porque el pseudotallo se ve favorecido por la menor competencia por área en la base de la planta que le hace que engrose más (figura 8). Resultados similares se encontraron por Barrera & Suárez, (2011), donde demuestran que el pseudotallo es un indicador muy importante que puede ser afectado por altas densidades de población, competencia por luz y agua y elongación del pseudotallo, favoreciendo al acame por incidencia del viento. Resultados diferentes se obtienen por Góngora, (2015), donde asegura que el diámetro del pseudotallo de diferentes genotipos estudiados, resulta mayor a partir de los 43, 71, 106, 139 DDP en la mayor densidad y que a partir de los 160 días hasta los 180, se observa una disminución del diámetro, contrario a nuestros resultados. Diferente resultado también obtiene Cruz, (2013), quien afirma que el grosor del pseudotallo disminuye por la pérdida de peciolo que existen por diferentes causas en todo el ciclo de desarrollo del cultivo.

En relación con los materiales de propagación, el cormo o mama facilita el crecimiento en grosor del pseudotallo durante todo el desarrollo del cultivo, con el valor más alto a los 120 DDP de 16,54 mm con respecto a los cormelos de 50 y 100 gramos. Probablemente esto se debe a que estos materiales acumulan mayores cantidades de reservas que los cormelos en esta etapa de desarrollo del cultivo y por ende un mayor desarrollo del sistema radicular que permite mayor absorción de los nutrientes del suelo producto a la alta humedad. Resultados similares se encontraron por Uyeda *et al.* (2011) sobre las respuestas de crecimiento del grosor del pseudotallo, en más de un 30 % bajo diferentes regímenes hídricos entre los 90 y 120 DDP. Este patrón se comportó durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo. Probablemente esto se debe a que el cormo o mama en mayor espacio vital es favorecida por la alta pluviosidad de la zona y por ende un mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo. Estos resultados son similares a los encontrados por (Sunitha *et al.*, 2013), donde demuestra que el cultivo es exigente a requerimiento de agua relativamente alto en toda la etapa de desarrollo del cultivo.

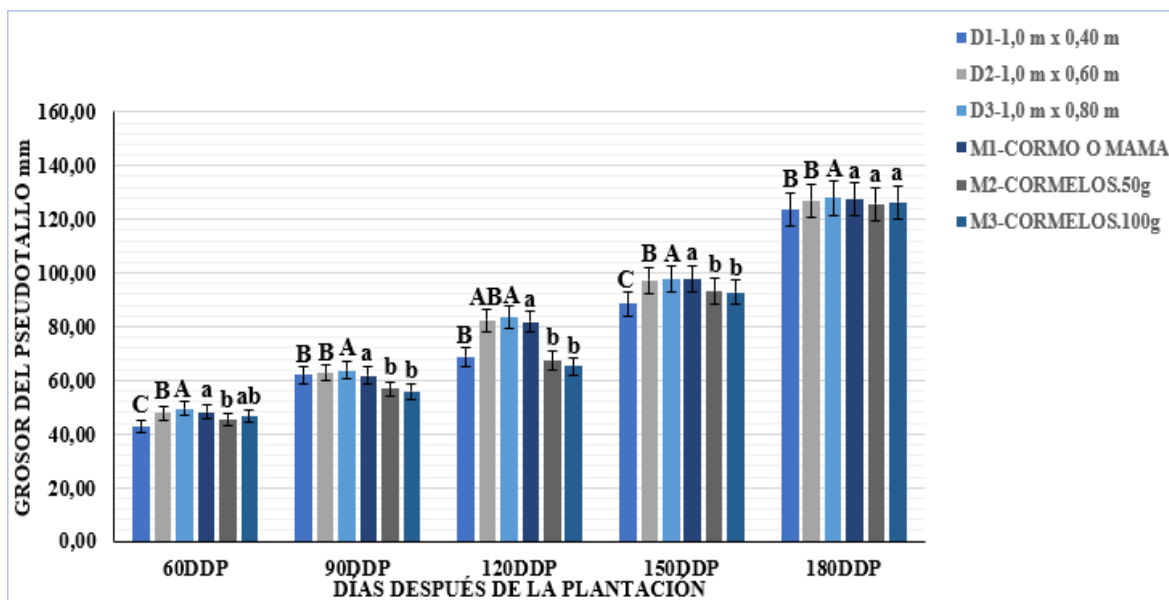


Figura 8. Variación del grosor del pseudotallo según distancia de plantación y materiales de propagación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre los sub tratamientos.

4.1.3-VARIACIÓN DEL NÚMERO DE HIJOS SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.

En el cultivo de la papa china, el brote 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. En general, hay una tendencia a la formación de hijos estimulados por las condiciones ambientales de alta humedad imperante en la región de 2500 a 3000 mm de lluvia año y humedad relativa mayor del 96 %. Resultados similares fueron encontrados por Sunitha *et al.* (2013), donde se demuestra que la brotación, el número de hijos y formación de yemas se favorecen en la primera etapa de desarrollo del cultivo a máxima capacidad de agua en un 77 %, mientras, que solo el 22% de los cormos brotaron sin riego. No se encuentra diferencia estadística entre los tratamientos excepto a los 180 días cuando se hace mayor para la distancia de 1,0 m x 0,80 m (figura 9), seguramente estimulados por el área disponible para cada planta y al hecho de que ya a esta edad comienza el período de senescencia de las hojas y la planta fisiológicamente responde con la estimulación de las yemas laterales. Esto significa que la planta podría restringir su

desarrollo y favorecer el alto número de retoños. Resultados similares se encontraron por Tewodros (2013) en un informe sobre el estudio de germoplasma de (*C. esculenta*).

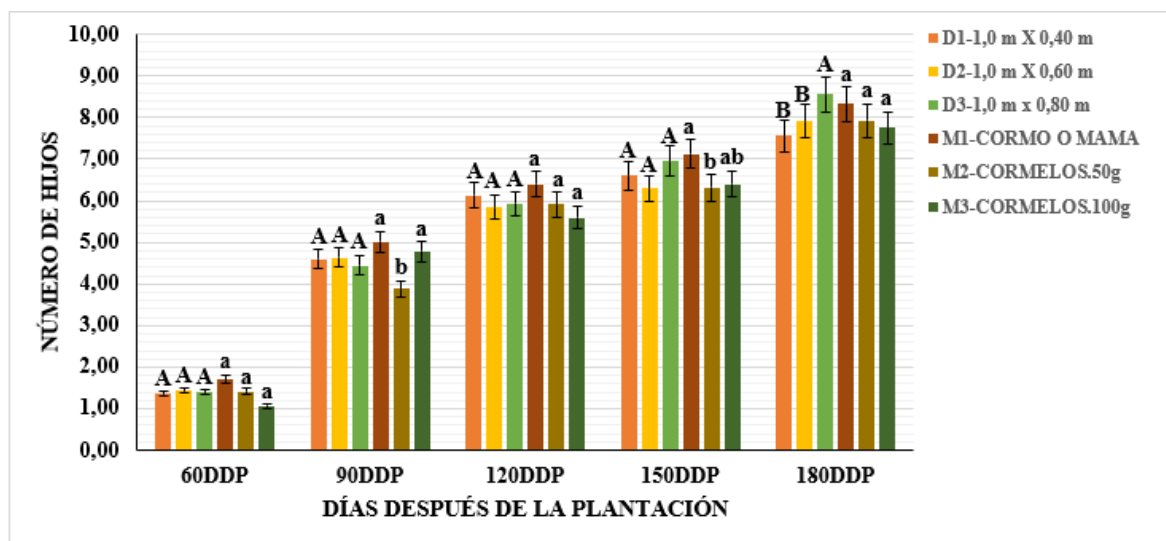


Figura 9. Variación del número de hijos según distancia de plantación y materiales de propagación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre los sub tratamientos.

La figura 9 también nos muestra como hay una tendencia a un mayor ahijamiento cuando se utiliza el cormo o mama como material de propagación. El cormo o mama tiene mayor cantidad de yemas que se estimulan con la humedad y fisiológicamente como todo ser vivo que tiene tejidos envejecidos y un parénquima dañado y el hecho de tener mayor cantidad de raíces ya formadas que comienzan bien temprano a tomar nutrientes, hace que el ahijamiento sea mayor. Lo expresado anteriormente coincide con lo mencionado por Torres *et al.* (2006), quienes indican que en el cultivo de papa china blanca se establecen tres fases de crecimiento, siendo la última la de mayor número de hijos.

4.2-INFLUENCIA DE LAS DISTANCIAS DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE EL NÚMERO DE HOJAS, ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR.

La tabla 5 nos muestra que las plantas que disponen de mayor área vital (tratamientos 2 y 3) tienen un mayor número de hojas y área foliar sin diferencia estadística entre ellos, pero sí

con las plantas a mayor densidad y por ende con menor área vital. Esto es una respuesta normal del desarrollo de las plantas que al tener más espacio y mayor disponibilidad de nutrientes tiende a formar mayor cantidad de hojas y éstas a su vez muestran mayor largo y ancho, lo que hace que el área foliar sea mayor. A mayor distancia entre plantas hay mayor número de hojas, esto ocurre porque a mayor cantidad de hojas hay una mayor actividad fotosintética por planta (Ogbonna *et al.*, 2015). Es por esa razón que es importante conocer el área total de las hojas, mientras mayor sea el número de hojas y el tamaño de las mismas, mayor tasa fotosintética realizarán. El índice del área foliar permite conocer con exactitud la superficie de las hojas fotosintéticamente activas, las hojas realizan las funciones más importantes en las plantas debido a que por medio del proceso fotosintético convierten la energía lumínica en energía química, siendo este el medio de alimentación y nutrición de las plantas. Resultados similares se encontraron por (Barrera & Suárez, 2011) donde logran mayor actividad fotosintética en bajas densidades de plantación para el cultivo de papa china. Estos resultados son contrarios a los encontrados por Abd-Ellatif *et al.* (2010) quienes informaron que el número máximo de hojas se logra a alta densidad de plantación.

Independientemente de la distancia de plantación entre los 60 y 90 días la formación de hojas es mucho mayor, con valores absolutos de promedios de 6 a 7 unidades en cualquier distancia de plantación, dado lógicamente por el estímulo que se produce en esta fase de desarrollo del cultivo desde el momento en que comienza a formar hojas verdaderas y con ello el proceso de fotosíntesis y acumulación de órganos de reserva. A partir de los 120 días proporcionalmente el número de hojas es mucho menor y se muestra en el orden de una nueva hoja formada para un período de 30 días. Hamma *et al.*, (2014) reportan un aumento en el número de hojas similar al nuestro cuando las plantas no se someten a estrés hídrico y existe buena fertilización del suelo. De igual forma durante todo el desarrollo del cultivo cuando se utiliza el corno o mama como material de propagación se obtiene un mayor número de hojas, con diferencia estadística para los cormelos de 50 y 100 gramos a partir de los 120 días. El número de hojas que forman los cormelos de 50 y 100 gramos no muestra diferencia estadística entre sí durante el desarrollo del cultivo.

Tabla 5. Variación del número de hojas, Área foliar (AF m²) y el índice del área foliar (IAF), según distancia de plantación y materiales de propagación.

FECHA	VARIAB	0,40 x 1,0	0,60 x 1,0	0,80 x 1,0	CORMO	CORM 50g	CORM 100g
60 DDP	Nro HOJAS	1,36 A ±1,30	1,44 A ±1,41	1,40 A ±1,37	1,71 a ±1,46	1,42 a ±1,48	1,07 a ±1,01
	AFm ²	0,43 B ±0,27	0,44 A ±0,22	0,49 A ±0,26	0,79 a ±0,14	0,29 b ±0,16	0,28 b ±0,15
	IAF	1,07 A ±0,67	0,74 B ±0,36	0,61 C ±0,32	1,43 a ±0,27	0,50 b ±0,18	0,50 b ±0,42
90 DDP	Nro HOJAS	6,11 B ±1,17	7,02 A ±1,10	7,24 A ±0,86	8,09 a ±0,60	6,13 b ±0,76	6,16 b ±0,74
	AFm ²	0,94 B ±0,38	1,11 AB ±0,39	1,18 A ±0,41	1,62 a ±0,16	0,81 b ±0,11	0,80 b ±0,11
	IAF	2,36 A ±0,95	1,85 B ±0,66	1,48 C ±0,52	2,87 a ±0,64	1,41 b ±0,27	1,90 b ±0,81
120 DDP	Nro HOJAS	7,13 B ±1,20	8,02 A ±1,10	8,20 A ±0,87	8,20 b ±0,87	7,13 b ±0,76	7,16 b ±0,74
	AFm ²	1,43 B ±0,43	1,63 A ±0,40	1,65 A ±0,31	2,08 a ±0,14	1,31 b ±0,16	1,32 b ±0,15
	IAF	3,58 A ±1,07	2,72 B ±0,66	2,06 C ±0,39	3,74 a ±1,05	2,30 b ±0,45	2,31 b ±0,47
150 DDP	Nro HOJAS	8,13 B ±1,20	9,02 A ±1,10	9,20 A ±0,87	10,07 a ±0,65	8,13 b ±0,76	8,16 b ±0,74
	AFm ²	2,07 A ±0,54	2,31 A ±0,56	2,33 A ±0,50	2,96 a ±0,21	1,86 b ±0,17	1,88 b ±0,16
	IAF	5,16 A ±1,35	3,85 B ±0,94	2,91 C ±0,63	5,29 a ±1,38	3,29 b ±0,74	3,33 b ±0,78
180 DDP	Nro HOJAS	8,91 B ±0,87	10,02 A ±1,10	10,20 A ±0,87	10,84 a ±0,80	9,13 b ±0,76	9,16 b ±0,74
	AFm ²	2,70 B ±0,48	3,15 A ±0,60	3,32 A ±0,53	3,77 a ±0,35	2,69 b ±0,30	2,70 b ±0,28
	IAF	6,75 A ±1,21	5,25 B ±1,00	4,15 C ±0,66	6,66 a ±1,43	4,73 b ±0,94	4,75 b ±0,98

Tukey p≥0,05. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre los sub tratamientos.

El índice de área foliar (IAF) permite conocer con exactitud la superficie de las hojas fotosintéticamente activas, quienes realizan las funciones más importantes en las plantas debido a que por medio del proceso fotosintético convierten la energía lumínica en energía química. En la tabla 5, se puede observar la influencia de los tratamientos y sub tratamientos sobre el área foliar (AF) y el índice del área foliar (IAF), en todo el ciclo del cultivo. Para los 60 DDP, la distancia de plantación al igual que los materiales de propagación presenta diferencias significativas para ambas variables, lo que significa que la distancia de plantación y los materiales de propagación son un factor que afectan de manera significativa a las mismas. La distancia de plantación de (1,0 m x 0,40 m) mostró diferencias significativas entre los demás tratamientos, sin embargo, en la distancia de plantación de baja densidad (1,0

m x 0,80 m) es donde se alcanzó el valor más alto para el AF (0,49 m²). Probablemente esto se debe a que cuando la distancia entre plantas es mayor, desarrolla un número mayor de hojas y tamaño de las mismas. Es por esa razón que es importante conocer el área total de las hojas; mientras mayor sea el número de hojas y el tamaño de las mismas, mayor tasa fotosintética realizarán. (Enríquez & Mairena, 2011). El IAF se comportó diferente con el valor más alto en la menor distancia de plantación. En relación con los sub tratamientos, el índice de área foliar que se obtiene es mayor con el cormo o mama, no presentando diferencias significativas con respecto a los demás materiales de propagación (cormelos de 50 y 100g). Este patrón se comportó de la misma forma durante todo el ciclo del cultivo. Resultados similares se encontraron por (Barrera & Suárez, 2011), donde plantean que cuando se planta a bajas densidades el área foliar alcanza valores entre 3,70 y 2,75 m².

4.3-INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE LA ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA POR ÓRGANOS EN TRES MOMENTOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO.

La distancia de plantación y los materiales de propagación influyeron significativamente sobre el peso seco de los órganos de la planta a los 60, 120 y 180 días después de la plantación (DDP). Los mayores valores de acumulación de materia seca por planta se obtienen a la menor densidad de población, que se corresponde con la distancia de 1,0 m x 0,80 m con diferencia estadística para la distancia de 1,0 m x 0,60 m y ésta a su vez con la menor distancia utilizada en el experimento. La tabla 6 nos muestra mayores valores numéricos en el orden de 18, 143 y 397 gramos de materia seca por planta para los 60, 120 y 180 días respectivamente entre la menor densidad de población y la mayor densidad, lo cual significa que las plantas a mayores distancias de plantación acumulan más materia seca total en sus órganos vegetativos. Estos órganos constituyen una buena fuente de carbohidratos de menor costo en relación con cereales y otros tipos de raíces y tubérculos (Krishnapriya & Suganthi, 2017).

En relación con los materiales de plantación cuando se usa el cormo o mama hay mayor acumulación de materia seca total de los órganos de la planta respecto a los otros materiales con diferencia estadística. En la tabla 6 se puede observar que el cormo o mama produce 12, 140 y 259 gramos más de materia seca que el cormelo de 50 gramos a los 60, 120 y 180 días de la plantación. Entre los 60 y 120 días de la plantación el incremento de materia seca total resulta 12 veces superior al que se obtiene en igual período de tiempo para la fase final (120

a 180 DDP), lo cual demuestra la alta actividad fotosintética en ese período de desarrollo del cultivo. Se encontraron estudios realizados por Yáñez, (2009) que demuestran que cuando se usa el cormo o mama como material de propagación incrementa la materia seca por órganos de la planta.

A los 180 días de la plantación cada planta produce como promedio 398 gramos más de materia seca cuando es plantada a (1,0 m x 0,80 m) en relación con las que se plantaron a distancias de (1,0 m x 0,40 m), sin embargo, la producción de materia seca por hectárea es dos veces menor de lo que se obtiene en la mayor densidad de población de 25 000 plantas por hectárea que se logra con la menor distancia de plantación (1,0 m x 0,40 m). En relación con el material de propagación el cormo o mama produce 281 gramos más de materia seca por planta que el cormelo de 50 gramos.

Tabla 6. Peso seco de los órganos de la planta según distancia de plantación y materiales de propagación.

FECHA	VARIABLES	D1	D2	D3	M1	M2	M3
		1,0 m/0,40 m	1,0 m/0,60m	1,0 m/0,80 m	cormo o mama	cormelos 50 g	cormelos 100 g
60DDP	PS RAÍZ	3,01 B ±0,30	4, 11 A ±0,51	4, 19 A ±0,51	4, 37 a ±0,69	3,54 b ±0,50	3,40 b ±0,47
	PS PSTALLO	13,01 C ±0,75	14,87 B ±1,28	16, 59 A ±1,53	16, 27 a ±1,62	13,72 b ±1,03	14,48 b ±1,66
	PS PECIOLO	12,22 C ±1,62	13,64 B ±2,28	15, 57 A ±1,67	16, 26 a ±1,62	12,27 b ±1,25	12,90 b ±1,68
	PS LIMBO	15,69 C ±3,24	24,12 B ±2,00	26, 17 A ±1,95	24, 92 a ±3,83	20,17 b ±5,21	20,88 b ±5,13
	PST ORGANOS	43,93 C ±5,70	56,20 B ±6,77	62, 53 A ±5,26	61, 82 a ±7,72	49,70 b ±7,76	51,13 b ±8,92
120DDP	PS RAÍZ	5,79 B ±1,31	7, 68 A ±1,51	7, 76 A ±1,58	9,09 a ±1,17	6,20 b ±0,84	5,93 b ±0,83
	PS PSTALLO	43,98 C ±11,52	69,85 B ±10,78	84, 42 A ±3,88	74, 25 a ±14,40	57,74 b ±17,93	66,25 ab ±21,30
	PS PECIOLO	138,58 C ±43,70	173,66 B ±59,32	216,02 A ±47,91	238, 77 a ±42,13	134,96 c ±23,32	154,51 b ±47,50
	PS LIMBO	61,77 C ±13,77	78,07 B ±6,21	85,08 A ±6,23	85, 36 a ±8,48	68,16 b ±13,52	71,40 b ±11,58
	PST ORGANOS	250,11 C ±67,91	329,25 B ±72,22	393, 28 A ±56,46	407, 47 a ±62,95	267,07 b ±53,88	298,10 b ±74,46
180DDP	PS RAÍZ	13,68 B ±1,49	14, 91 A ±2,20	15,08 A ±2,29	17, 23 a ±1,42	13,48 b ±0,42	12,96 c ±0,47
	PS PSTALLO	155,86 C ±17,95	213,17 B ±33,59	279, 84 A ±16,74	237, 38 a ±50,47	196,04 b ±49,75	215,46 ab ±60,91
	PS PECIOLO	191,01 C ±50,94	244,59 B ±81,47	294, 71 A ±67,43	331,03 a ±60,15	192,03 b ±31,36	207,24 b ±52,81
	PS LIMBO	197,28 C ±57,98	336,83 B ±26,28	365, 81 A ±27,38	345, 96 a ±54,79	271,04 b ±88,77	282,92 b ±84,92
	PST ORGANOS	557,83 C ±120,22	809,50 B ±130,85	955, 44 A ±102,14	931, 59 a ±160,52	672,59 b ±159,17	718,59 b ±186,00

Tukey $p \geq 0,05$. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre los sub tratamientos.

Haciendo un análisis de la conveniencia de la utilización de estos desechos de la cosecha de la papa china en la alimentación porcina, podemos afirmar que se puede obtener una considerable cantidad de materia seca al utilizar los cormos o mamas y más aún cuando se utilizan altas densidades de población. Resultados similares se obtuvieron por Caicedo, (2013), donde demostró que 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.

4.4-INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE ALGUNAS VARIABLES FISIOLÓGICAS Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.

Como resultado del análisis estadístico entre factores se obtiene que hay interacción entre los tratamientos y sub tratamientos para las variables dependientes tasa de asimilación neta (TAN), productividad foliar (PF), rendimiento económico (RE), índice de cosecha (IC) y para los rendimientos por parcela y rendimiento por hectárea. De igual forma se observa que no hay interacción entre los factores de estudio para las variables índice de productividad foliar (IPF), índice de cosecha (IC), número de cormelos por planta, peso promedio de cormelos y producción por planta (tabla. 7).

Tabla 7. Interacción entre los factores distancia de plantación y materiales de propagación para las variables fisiológicas, componente de rendimiento y rendimiento agrícola.

INTERACCIÓN	VARIABLES DEPENDIENTES	MEDIA CUADRÁTICA	SIG
TTOS * SUBTTOS	TASA DE ASIMILACIÓN NETA (TAN) (g/m ² /días)	1,773	,000
	PRODUCTIVIDAD FOLIAR (PF) (m ²)	427,328	,023
	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD FOLIAR (IPF)	1,332	,259
	RENDIMIENTO BIOLÓGICO (RB)	26343,852	,000
	RENDIMIENTO ECONÓMICO (RE)	75725,002	,012
	ÍNDICE DE COSECHA (IC)	,201	,050
	NÚMEROS DE CORMELOS POR PLANTA	21,440	,234
	PESO PROMEDIO POR CORMELO (g)	98,150	,714
	PRODUCCIÓN POR PLANTA (g)	2053,884	,578
	RENDIMIENTO POR PARCELA (kg)	130,570	,003
	RENDIMIENTO (t/ha)	43,523	,003

Tukey $p \geq 0,05$. Indica que existen interacción entre los factores de estudio.

4.1.1-INFLUENCIA E INTERACCIÓN DE LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN SOBRE ALGUNAS VARIABLES FISIOLÓGICAS DEL CULTIVO.

La distancia de plantación y los materiales de propagación influyeron significativamente sobre las variables fisiológicas del cultivo con un comportamiento diferenciado para los factores de estudio, dado por la interacción entre los mismos para las variables dependientes, tasa de asimilación neta (TAN), potencial fotosintético (PF), rendimiento biológico (RB) y rendimiento económico (RE).

Los mayores valores de tasa de asimilación neta (TAN) que representa los gramos de materia seca producida por metro cuadrado de área foliar en un día de trabajo, se obtienen con el cormo o mama como material de propagación en la mayor distancia de plantación con valores de 4.54 g/m²/día y diferencia estadística para los valores obtenidos en las menores distancias de plantación. Sin embargo, con cormelos de 50 gramos la planta produce más materia seca por unidad de área foliar en un día de trabajo a la mayor densidad de población que corresponde a la distancia de plantación de 1,0 m x 0,40 m. Las plantas en su competencia por luz solar y condiciones de área vital activan su mecanismo de fotosíntesis y actividad metabólica que les hace producir mayor cantidad de materia seca por unidad de

área foliar. Resultados similares reportan Cabrera *et al.*, (2010) al estudiar diferentes cultivos en altas densidades de población. Los cormelos de 100 gramos de peso logran producir mayores valores de tasa de asimilación neta (TAN) en densidades medias de 16666 plantas por hectárea, es decir a la distancia de plantación (1,0 m x 0,60 m). Es lógico asociar a cormelos de tamaño y peso medio, mejores indicadores de producción de materia seca en densidades medias.

El rendimiento biológico (RB), presenta un mayor valor cuando se usa el cormo o mama (1621,25 g de MS/planta) con la distancia de plantación (1,0 m x 0,40 m), donde se obtienen 25000 planta/ha, seguido de los cormelos de 100 y 50 gramos respectivamente en las distancias de plantación de media y baja densidad (1,0 m x 0,60 m y 1,0 m x 0,80 m), donde se logran 16666 y 12500 plantas /ha respectivamente (tabla 8). El análisis estadístico muestra diferencias significativas entre los tratamientos y sub tratamientos para todos los casos, existiendo una diferencia con respecto al cormo o mama de 903,53 g para cormelos de 50g y 889,33 g y de cormelos de 100g, representando el 55,73 y 54,85 % de la materia seca (MS) producida por la planta. Esto significa que las distancias de plantación y los materiales de propagación influyeron en el contenido de materia seca (MS) producida por las plantas. Seguramente influenciado por la alta densidad poblacional y mayor cantidad de órganos por planta, lo que reduce el área vital de esta y a su vez impide la incidencia directa del agua provocado por la alta pluviosidad existente en la zona objeto de estudio. Resultados similares se encontraron por Caicedo (2015), donde ha obtenido hasta un 40% de materia seca (MS) a partir de los subproductos de tubérculos y órganos de las plantas cuando usan altas densidades poblacionales, que constituyen una fuente de carbohidratos de menor costo en relación con cereales y otros tipos de raíces y tubérculos.

Tabla 8. Variables fisiológicas del cultivo que interactúan según distancia de plantación y materiales de propagación.

VARIABLES	TTOS	CORMO	CORMELOS-50 g	CORMELOS-100 g
TAN(g/m ² /día)	D1-1,0/0,40	3,34 b ±0,63	5,13 a ±0,44,	4.78 b ±0,32
	D2-1,0/0,60	4,18 b ±0,21	3,96 b ±0,40	6,31 a ±0,63
	D3-1,0/0,80	4,54 a ±0,37	4,40 b ±0,25	4,43 b ±0,37
PF (m ²)	D1-1,0/0,40	171,43 b ±10,29	146,30 b ±10,49	147,55 b ±10,21
	D2-1,0/0,60	186,88 b ±9,63	271,25 a ±13,67	174,13 b ±10,87
	D3-1,0/0,80	245,66 a ±8,26	183,74 b ±10,59	268,56 a ±20,11
RB (g MS/ planta)	D1-1,0/0,40	1621,25 a ±22,98	717,72 b ±40,30	731,92 b ±41,63
	D2-1,0/0,60	1245,37 b ±30,20	1367,11 a ±53,20	1104,43 b ±29,01
	D3-1,0/0,80	1105,95 b ±91,16	1004,99 b ±26,74	1475,43 a ±55,66
RE (g MS cormelos/planta)	D1-1,0/0,40	228,47 b ±89,73	226,35 b ±277,22	338,10 a ±122,07
	D2-1,0/0,60	262,88 a ±152,96	354,16 b ±65,29	351,28 a ±213,09
	D3-1,0/0,80	242,73 b ±79,76	554,73 a ±61,20	270,81 b ±136,94

Tukey p≥0,05. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y sub tratamientos para cada variable.

En cuanto al rendimiento económico (RE), se puede observar que presenta un efecto significativo para los sub-tratamientos con respecto a las diferentes densidades de plantación, siendo el sub tratamiento 2 con cormelos de 50g en las distancias de plantación de media y baja densidad poblacional (1,0 m x 0,60 m y 1,0 m x 0,40 m) los que alcanzan los mayores valores (354,16 y 554,73 gramos de MS de cormelos/plantas respectivamente. Seguramente influenciado por la baja densidad poblacional donde la planta se desarrolla en un área vital mayor y por ende mayor cantidad de nutrientes disponibles, lo que trae consigo un mayor peso de cormelos. Resultados similares se encontraron por Yáñez, (2009), donde afirma que la MS se ve influenciada por el bajo peso de cormelos y formación de los mismos.

4.5-COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD FOLIAR Y DE COSECHA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.

La tabla 7 nos mostró que no hay interacción entre los factores para los índices fisiológicos de productividad foliar y de cosecha. Para todos los materiales, en la alta densidad de plantas (1,0 m x 0,40 m) se alcanza mayor índice de productividad foliar (IPF) independientemente

a los materiales de plantación usados, lo que significa que fue mayor el peso seco (PS) total de los cormelos y la superficie foliar media de las hojas vivas de la planta presentó diferencias significativas entre los tres tratamientos a lo largo del ciclo del cultivo (Figura 10). No obstante, se puede apreciar que con alta densidad de población 1,0 m x 0,40 m se obtuvo un mejor comportamiento que el resto de los tratamientos. Se observa que el mayor índice de productividad foliar se obtiene en los cormelos de 50 gramos en estas distancias de plantación, seguido de la distancia de 1,0 m x 0,60 m y 1,0 m x 0,80 m respectivamente. Esto seguramente se debe a que la población de plantas es mayor en este marco de plantación duplicando el número de plantas con respecto a la distancia de plantación de 1,0 m x 0,80 m y siendo superior en 8334 plantas con respecto a la distancia de plantación de media densidad (1,0 m x 0,60 m). Mientras mayor sea el número de plantas, hojas y el tamaño de las mismas, mayor es la materia seca (MS) producida por la planta. 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. Resultados similares se registraron por Tem (2018), donde plantea que la densidad de población es directamente proporcional al índice de productividad foliar, logrando valores de IPF superiores a los 2,88.

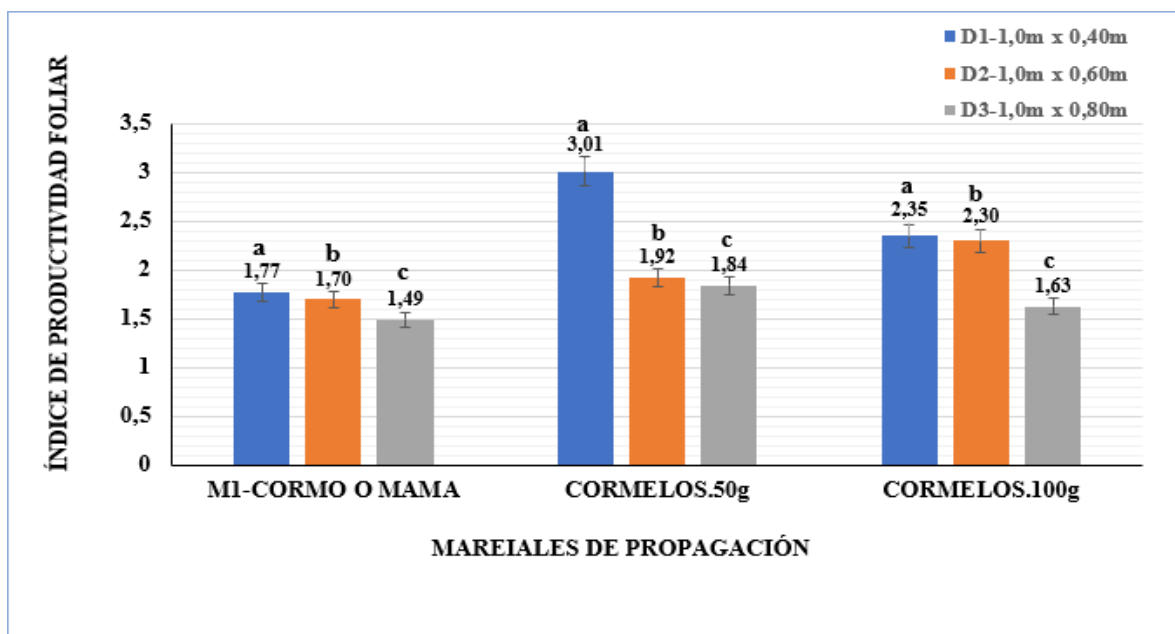


Figura 10. Índice de productividad foliar según distancias de plantación y materiales de propagación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y sub tratamientos.

El índice de cosecha (IC), nos muestra la relación existente entre el rendimiento económico (RE) versus el rendimiento biológico (RB) (figura 11). Se observan los valores más significativos en la mayor densidad de población (1,0 m x 0,40 m) sin importar el tipo de material vegetativo usado. Esto significa que una baja densidad de plantas por superficie podría restringir el alto índice de cosecha, dando como resultado, que existen diferencias significativas; donde el tratamiento (1.0 m x 0,40 m) posee mayor valor (0,38), lo que significa que del 100% de la materia seca que acumula la planta, el 38 % pertenece al fruto agrícola, lo que permite identificar la eficiencia del cultivo en la conversión fotosintética para el rendimiento económico. Resultados similares se encontraron por (Lasso y Cundumí, 2016), donde alcanzan valores próximos al 40 % MS en condiciones edafoclimáticas diferentes.

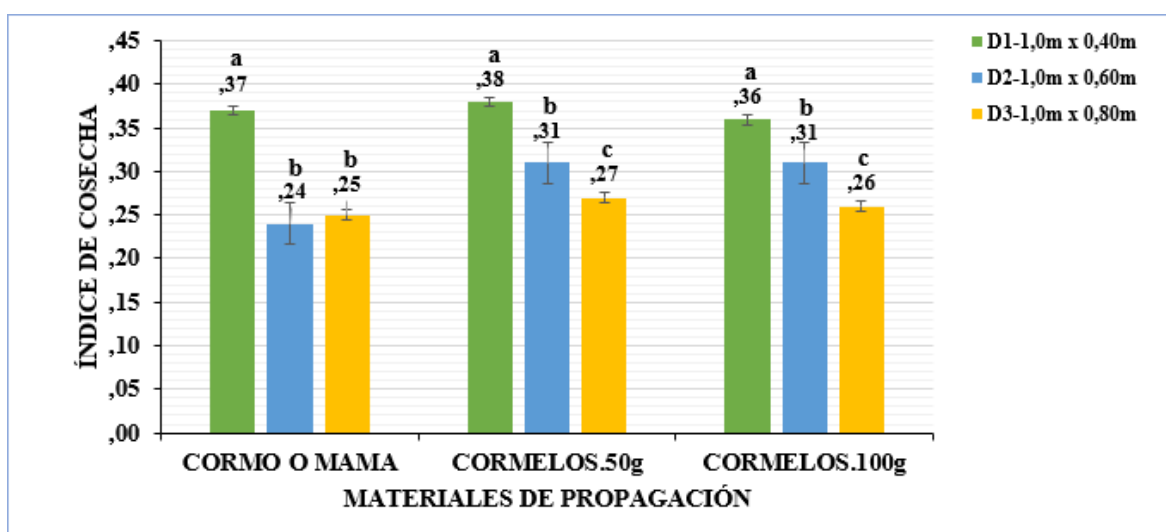


Figura 11. Índice de cosecha según distancias de plantación y materiales de propagación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y sub tratamientos.

4.6-COMPONENTES DEL RENDIMIENTO SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.

La tabla 7 muestra que no hay interacción entre los factores para los componentes del rendimiento, número de cormelos por planta, peso promedio por cormelo y producción por planta. Los resultados en esta investigación reflejan que la distancia de plantación y los

materiales de propagación son un factor que afectan de manera significativa los componentes de rendimiento para el cultivo de papa china en las condiciones estudiadas. Las plantas a la menor densidad de población (1,0 m x 0,80 m), independientemente del tipo de material vegetativo que usemos para la propagación, tienen un mayor número de cormelos por planta sin diferencias estadísticas para las demás distancias de plantación. Seguramente esto está relacionado con el espacio vital entre plantas que facilita la realización de las diferentes prácticas agrícolas en la parcela como el control de plagas y enfermedades, manejo de la fertilización y actividades agrotécnicas, además de que facilita el desarrollo de las plantas y evita la competencia entre las mismas logrando un mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y por ende mayor número de cormelos por plantas. Resultados similares obtuvo Quiñones (2010), donde se realizó una caracterización agro morfológica y productiva de tres variedades de (*C. esculenta*) en Zacarias, zona rural de Buenaventura, encontrándose un aumento del 43,5% en el número de cormelos cuando se manejan sistemas de plantación de bajas densidades poblacionales. Con esto se logra consolidar la necesidad de implementar buenas prácticas agrícolas en el manejo integrado del cultivo con la finalidad de lograr mayores números de cormelos y rendimientos agrícolas acordes al potencial en sistemas convencionales y agroforestales de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE).

El corno o mama como material de propagación tiene mayor reserva que hace que desde sus inicios, que, a mayor área vital, comience el proceso de acumulación de reservas que van a tributar a una mayor brotación y desarrollo de cormelos. Todo indica que las plantas procedentes de cormelos producen cantidades similares de frutos agrícolas sin diferencia estadística entre las distancias de plantación, seguramente dado porque estos materiales al tener tejidos y yemas laterales más jóvenes logran producir entre 17 y 22 cormelos comerciales por planta sin mayor influencia de la distancia de plantación. Resultados similares se lograron por (González, 2011) cuando usaron rizomas pequeños enteros y rizomas secundarios logrando producir entre 18 y 20 cormelos por planta. Estos son considerados como un material altamente perecedero, por lo que una selección y manejo adecuados evita su deterioro, permite lograr material vegetativo de buena calidad y por tanto mayor número de cormelos por área vital y rendimientos agrícolas que superen las perspectivas de los productores.

Los mayores pesos promedio de los cormelos se obtienen a la mayor distancia de plantación (1,0 m x 0,80 m) independientemente del material de propagación utilizado, lo cual indica que éste es un factor muy influenciado por el área que le corresponde a cada planta para

desarrollar sus frutos agrícolas bajo tierra (tabla 9). En todos los casos se observa una disminución del peso promedio de los cormelos comerciales según disminuye la distancia de plantación. Seguramente esto se debe a que las plantas a mayor distancia de plantación, su área vital es mayor y por ende existe una mayor disponibilidad de nutrientes y aprovechamiento de los mismos, favorecido por la alta pluviosidad de la zona de estudio, siempre y cuando exista un manejo adecuado de los diferentes métodos de conservación del suelo, de lo contrario existiría un efecto contrario por el grado de la pendiente y se perdería un porcentaje considerable de elementos del suelo a partir de la fertilización por las escorrentías o lixiviación. Resultados similares se obtuvieron por Lasso (2016), donde demuestra que el peso promedio del cormelo varía de acuerdo a las condiciones del suelo, aplicación de fertilizante, área vital y el manejo integrado del cultivo.

Como es de esperar de acuerdo a los resultados anteriores, las mayores producciones por planta se obtienen en las mayores distancias de plantación independientemente del material de propagación utilizado. Para todos los materiales de propagación se obtiene diferencia estadística entre las distancias, siendo el cormo o mama la de mayor producción por planta con valores de 2928,67 g, produciendo 556 g y 574 g más por planta con respecto a los cormelos de 50 g y 100 g respectivamente. Siendo así, al utilizar cormelos de 50 y 100 gramos como material de propagación, la producción por planta decrece en un 20 % aproximadamente con respecto a lo obtenido con el cormo o mama.

Tabla 9. Variación de los componentes de rendimiento donde no existe interacción.

TTOS	SUBTTOS	NÚMERO DE CORMELOS/PLANTA	PESO PROMEDIO/ CORMELOS (g)	PRODUCCIÓN/ PLANTA (g)
M1-CORMO O MAMA	D1-1,0 m x 0,40 m	24 b ±5,10	44,79 c ±274,39	1075,05 c ±237,17
	D2-1, 0m x 0,60 m	26 b ±5,57	70,68 b ±320,75	1837,61 b ±170,09
	D3-1,0 m x 0,80 m	28 a ±10,15	104,60 a ±398,00	2928,67 a ±182,15
M2-CORMELOS 50 g	D1-1,0 m x 0,40 m	17 a ±2,95	102,01 c ±243,33	1836,19 c ±202,82
	D2-1,0 m x 0,60 m	18 a ±3,91	112,98 b ±280,12	2150,44 b ±107,22
	D3-1,0 m x 0,8 0m	21 a ±5,47	126,50 a ±147,43	2372,67 a ±166,66
M3-CORMELOS 100 g	D1-1,0 m x 0,40 m	17 a ±2,70	92,79 b ±286,35	1855,71 c ±189,29
	D2-1,0 m x 0,60 m	20 a ±3,58	107,03 b ±198,63	2073,95 b ±121,20
	D3-1,0 m x 0,8 0m	22 a ±3,75	121,99 a ±154,81	2354,67 a ±188,21

Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y sub tratamientos.

Seguramente porque este material vegetativo contiene mayores reservas y mayor concentración de auxinas y giberelina, hormonas que intervienen en el desarrollo del cultivo, lo que provoca un alargamiento celular originado cuando se disminuye la luminosidad. Resultados diferentes se obtuvieron por Cabrera *et al.* (2010), los que determinaron que, al incrementar la densidad de población, aumentó considerablemente la producción de cormelos comerciales por planta.

4.7-RENDIMIENTO POR PARCELA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.

La tabla 7 mostró que hay interacción entre los factores para el rendimiento por parcela y en la figura 12 se observa que los rendimientos por parcela van a estar en función de la mejor combinación de materiales de propagación con distancia de plantación. Se puede observar que cuando usamos el corno o mama se logran los mayores rendimientos por parcela en la distancia de plantación de baja densidad poblacional (1,0 m x 0,80 m) que es igual a 45 plantas por parcela en 30 m², con diferencias estadísticas para las demás distancias, lo cual se corresponde con lo obtenido en variables morfológicas y fisiológicas y con rendimientos por parcela en el orden de 30 kg más en relación a lo obtenido en distancias de 1,0 m x 0,60 m y 1,0 m x 0,40 m. Esto demuestra que el crecimiento y desarrollo inicial de las plantas influyen en la producción de cada una y con ello en los rendimientos, seguramente favorecido por la distancia de plantación con una baja densidad poblacional, lo que permitió un mayor espacio por área de superficie y la planta logró una mejor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos del suelo, luz y agua. Estos resultados coinciden con los reportados por Tumuhimbise *et al.*, (2009), quienes plantean que cuando se usa distancias de plantación cortas (alta densidad poblacional), disminuye el peso de los cormos por planta y por ende es menor el rendimiento por parcela. Resultados similares se encontraron por (Puerres, 2010), quien plantea que la competencia por luz y nutrientes que se establece entre las plantas a distancias de plantación cortas (menores de 60 cm) no permite óptimos rendimientos.

Cuando utilizamos cormelos como material vegetativo para la propagación de plantas, observamos los mejores rendimientos por parcela en la distancia de plantación de 1,0 m x 0,40 m (91 plantas por parcela de 30 m²) para una producción de 89 kilogramos más de cormelos comerciales por parcela en relación a los que producen estos mismos materiales en la mayor distancia de plantación, seguramente favorecido por el proceso de selección del material vegetativo joven y libre de patógenos con el cual se realizó la plantación. Resultados similares se encontraron por Talwana *et al.*, (2010), que demuestran en su investigación que la distancia de plantación más corta es la que genera el mayor rendimiento de cormos por hectárea cuando compararon diferentes materiales de propagación.

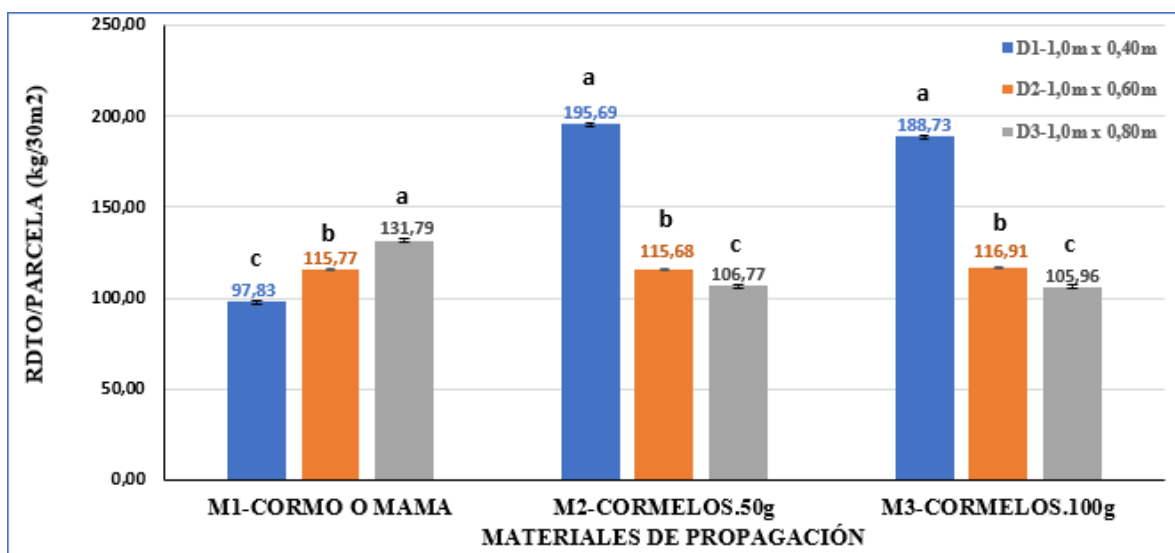


Figura 12. Rendimiento por parcela según distancias de plantación y materiales de propagación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y sub tratamientos.

4.8-RENDIMIENTO AGRICOLA SEGÚN DISTANCIA DE PLANTACIÓN Y MATERIALES DE PROPAGACIÓN.

De igual forma la tabla 7 nos mostró que hay interacción entre los factores para el rendimiento agrícola del cultivo en las condiciones de estudio. La figura 13 muestra un comportamiento similar y en correspondencia con lo que se obtuvo en el rendimiento por parcela. Con los cormelos de 50 y 100 gramos como material de propagación se obtiene muy buen rendimiento agrícola en la distancia de 1,0 m x 0,40 m, superiores a las 60 toneladas por hectárea y con diferencia estadística para la distancia de 1,0 m x 0,60 m y de esta con la

de 1,0 m x 0,80 m donde se obtienen los menores rendimientos con estos materiales. Estos resultados se corresponden con los reportados por Viloria y Córdova (2008), quienes demuestran que para estas condiciones edafoclimáticas resulta muy conveniente la utilización de los cormelos como material de propagación a altas densidades de población.

Usando el cormo o mama como material de propagación se obtiene un resultado inversamente proporcional, es decir, los mejores rendimientos se obtienen en la mayor distancia de plantación cuando cada planta dispone de mayor área vital y con diferencia estadística para la distancia de 1,0 m x 0,60 m y esta a su vez con la de 1,0 m x 0,40 m. El rendimiento que se obtiene con el cormo o mama a 1,0 m x 0,80 m, que resulta la distancia utilizada por los productores de la región que generalmente hacen sus plantaciones con el cormo o mama como material de propagación, es superior al que se obtiene con los cormelos de 50 y 100 gramos en las distancias de 1,0 m x 0,60 m y 1,0 m x 0,80 m. Resultados diferentes fueron reportados por Cabrera *et al.*, (2010), donde lograron mayor rendimiento agrícola cuando usaron los cormelos como material vegetativo para la plantación relacionada con el efecto de rejuvenecimiento fisiológico.

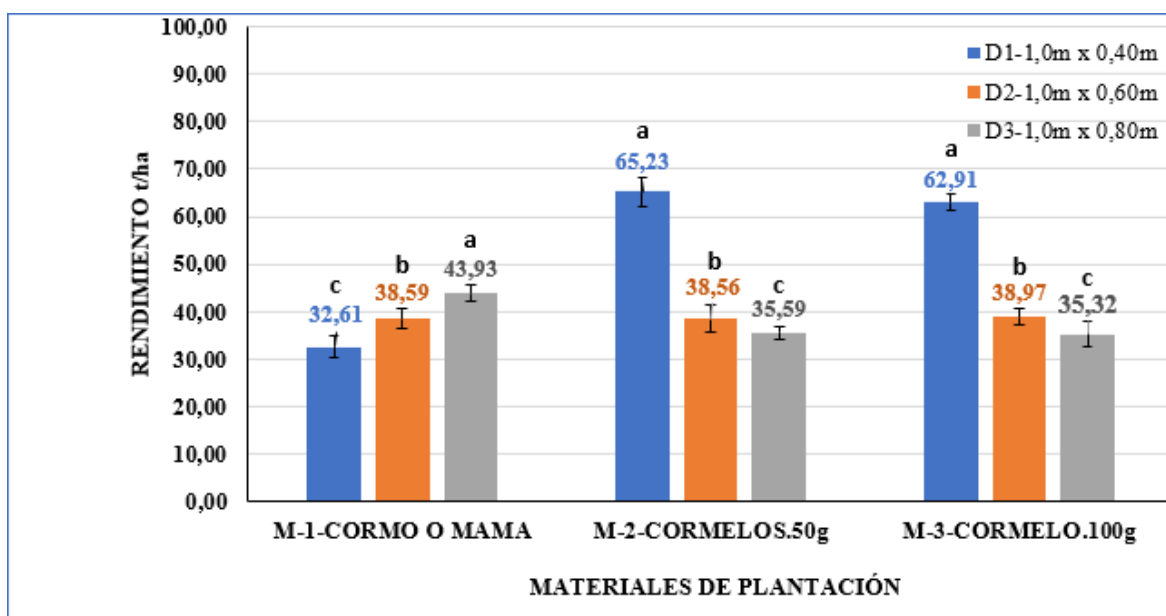


Figura 13. Variación del rendimiento agrícola según distancias de plantación y materiales de propagación. Tukey $p \geq 0,05$. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos y sub tratamientos.

Después de seleccionar la mejor combinación de distancia de plantación y material de propagación del cultivo de papa china, nos permitirá orientar a los productores sobre como

establecer el cultivo para las condiciones amazónicas. Es decir, a la definición de qué distancia de plantación utilizar en relación con los materiales de propagación disponibles. Alemán *et al.*, (2014). Si se dispone de corno o mama suficiente para el establecimiento del cultivo, se recomienda usar la distancia de plantación de (1,0 m x 0,40 m), donde se alcanza una alta densidad poblacional de 25 000 plantas por hectáreas. Sin embargo, resulta conveniente aprovechar los cormelos de 50 y 100 gramos como material de propagación y utilizar altas densidades de población para obtener los mayores rendimientos y beneficios económicos en el cultivo en las condiciones de la región Amazónica Ecuatoriana (Anexos 1 y 2).

CONCLUSIONES

1. Los resultados presentados en esta investigación muestran que la distancia de plantación y los materiales de propagación son un factor que afectan las variables de desarrollo en todo el ciclo de vida del cultivo de papa china (*C. esculenta*), donde los indicadores morfológicos altura de la planta, grosor del pseudotallo y número de hijos resultan mayores cuando se usa el cormo o mama como material de propagación.
2. La mayor acumulación de materia seca (MS) por planta se obtiene en la mayor distancia de plantación y con el uso del cormo o mama como material de propagación.
3. Los componentes del rendimiento, número de cormelos por planta, peso promedio de los cormelos y producción por planta resultan mayores en la menor densidad de población cuando se usa la distancia de plantación de (1,0 m x 0,80 m) que corresponde al tratamiento 3, sin importar el material de propagación usado.
4. Se demuestra que existe interacción entre los factores para las variables tasa de asimilación neta (TAN), potencial fotosintético (PF), rendimiento biológico (RB), rendimiento económico (RE), índice de cosecha, rendimiento por parcelas y rendimiento agrícola.
5. Los mayores rendimientos agrícolas, superior a 65 y 62 toneladas por hectárea, se obtienen al utilizar cormelos de 50 y 100 gramos respectivamente en la mayor densidad de población, es decir con distancia de 1,0 x 0,40 metros, donde igualmente se obtiene los mejores beneficios económicos

RECOMENDACIONES

1. Considerando los resultados obtenidos se recomienda continuar con el estudio de las distancias de plantación y materiales de propagación, así como evaluar la mejor combinación en diferentes pisos altitudinales de la provincia de Pastaza donde existan áreas representativas de establecimiento y fomento del cultivo.
2. Para lograr mayor acumulación de materia seca (MS) por órganos vegetativos de la planta que contribuya a la alimentación de cerdos proponemos la utilización del cormo o mama como material de propagación en la distancia de 1,0 m x 0,80 m.
3. Se recomienda usar como materiales de propagación cormelos de 50 y 100 gramos en la mayor densidad de población (1,0 m x 0,40 m) pues aportan el mayor rendimiento agrícola y mejor beneficio económico.
4. Si no se dispone de cormelos suficientes para la plantación y se decide utilizar el cormo o mama, es recomendable la distancia de 1,0 m x 0,80 m para alcanzar mayor rendimiento agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-Ellatif, A.A., El-Ezz, A., Shehata, E., and Yousseff, S.M., 2010. Effect of planting dates and intra-row spacing on growth, yield, and quality of taro. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*. 6(6): 806-814.
- Adekiya, Aruna y Agbede. (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.
- Aguilar, P. V. & Villalobos, D. H. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Revista Tecnología en Marcha*, 26(1), 37-45
- Alemán-Pérez, R., Bravo, C y Oña, M. 2014. Posibilidades de producir hortalizas en la Región Amazónica del Ecuador, provincia Pastaza. *Centro Agrícola*, 41(1): 67-72.
- Barrera, J., & Suárez, D. (2011). Análisis de crecimiento en plantas. Laboratorio de fisiología y bioquímica general. Colombia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- 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.
- Byrd, S. A., D. L. Rowland, J. Bennett, L. Zotarelli, D. Wright, A. Alva, and J. Nordgaard. 2014. "Reductions in a Commercial Potato Irrigation Schedule during Tuber Bulking in Florida: Physiological, Yield, and Quality Effects." *Journal of Crop Improvement* 28: 660–679.
- Cabrera, M, Gómez R, Basail M, Santos P, Medero V, López J (2010) Evaluación en campo de plantas de ñame (*Dioscorea alata* L.) obtenidas de los micro tubérculos formados en Sistema de Inmersión Tem pora l. *Revista Colombiana de Biotecnología* 12 (1): 29-36
- Caicedo, W. (2015). 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 anti nutricionales. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 20 (1).

- Caicedo, W., Rodríguez, R. & Valle, S. 2013b. Una reseña sobre el uso de tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) conservados en forma de ensilaje para alimentar cerdos. *Revista Electrónica de Veterinaria* 15:1-10.
- Calzadilla, Mario, Vilorio, Hilma, Menéndez Natera, Jesús Rafael. 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. *Acta Universitaria* [en línea]. 2012, 22 (1), 19-25 [fecha de consulta 25 de abril de 2020]. ISSN: 0188-6266. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41623193003>.
- Castañeda-Castro O, Gómez-Merino FC, Trejo-Téllez LI, Morales-Ramos V, González Arnao MT, Martínez-Ocampo YM, Gámez-Pastrana R, Pastelín-Solano MC. 2014. Aplicaciones del cultivo de tejidos vegetales en caña de azúcar. *ResearchGate Agroproductividad*. 7(2):16–2.
- Chamizo, M.: Prevención de las pudriciones secas de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) por *Sclerotium rolfsii* (Sacc) mediante productos de origen natural, 89pp., Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 2014.
- Cholaky, I., Giayetto, O. y Claudiomeina, E. 1984. Tamaño del capítulo. Relaciones con componentes del rendimiento y calidad de la semilla en girasol. *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto*, 4: 5 – 11.
- COVERCA. (2012). Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Monografía de la malanga. Veracruz, Veracruz, México: Veracruz, Gobierno del Estado.
- Cruz W. (2013). Manual básico producción del cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Obtenido el documento Universidad Estatal Amazónica.
- Dávila, A. (2011). Las pudriciones secas de la malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*). Etiología y sintomatología 54pp., Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Enríquez Juárez DY, Mairena Úbeda EN. 2011. Efecto de dos condiciones de humedad del suelo y tiempo de cosecha sobre el rendimiento de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para exportación, Boaco-Nicaragua 2011 [Tesis]. Universidad Nacional Agraria-Managua. 32 p.
- Espinoza, E.; L. Herrera; A. Espinosa; A. Dávila; A. Bernal y J. Simó: "Respuesta de cultivares de malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) a las pudriciones secas", *SciELO Analytics*, 44(1): 2017.
- FAO. Tabla de Composición de Alimentos de América Latina [en línea] Disponible en: <http://www.tabladealimentos.org> [Consulta]. ---: Anuario estadístico de la FAO 2014. La

Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe, Ed. FAO, Santiago, 2014a. --
-. Producción de malanga a nivel mundial [en línea] Disponible en:
www.fao.org/statistics/databases/es [Consulta].

FAO., (2010). Food and Agricultural Organization of the United Nations. FAOSTAT. Obtenido de
<http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

FAOSTAT. 2017. Production quantities of Taro (cocoyam) by country. [actualizado 2017 may 17;
consultado 2017 ago 20]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.

FAOSTAT-base de datos forestal. Roma, Italia. Países productores de Papa china/Taro. Obtenido
de: <http://www.fao.org/faostat/es/#home> (FAO 2014).

García, K., Romo, R., Pereira, C., Gómez, R. (2018) Tasa relativa de crecimiento en plántulas de
dos poblaciones de *Magnolia pugana* (Magnoliaceae) en distintos niveles de luz y fertilidad
del suelo. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 66(2): 622-633, June
2018.

Gebre, A., Tesfaye, B., and Kassahun, B.M., 2015. Effect of corm size and plant population density
on corm yield of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Int. J Adv. Biol. Biom*: 3(3), 309-
315.

Góngora K. (2015). Morfología, rendimiento y calidad organoléptica de 25 genotipos introducidos
de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y seis naturalizados en Nicaragua. San Ramón,
Universidad Nacional Agraria Matagalpa, Tesis, Nicaragua.

González Vázquez RE, González Ramírez JE, Cabrera Mederos D. 2012. Influencia del tipo de
muestra en la inmunodetección del virus del mosaico de la malanga. *Revista Mexicana de
Fitopatología*. [consultado 2016 nov 15]; 30(1): 43-48. eng.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092012000100004.

González, A. (2011). Conjunto tecnológico para la producción de Raíces y Tubérculos. Mayaguez,
Puerto Rico: Recinto Universitario de Mayaguez.

Guillermo C, Heeidy G, Tania V., Guía de manejo agronómico del quequisque en Nicaragua
Managua, Nicaragua, abril de 2013

Guzmán, F.; P. García y I. Salgado: evolución de la *Colocasia esculenta* (malanga blanca) como
aglutinante en la elaboración de un embutido de papa china. Ecuador: Servicios Académicos
Intercontinentales S.L., pp. 2018.

- Hamma, I. L., Mahmoud, B. A., Wakili A. & Hayatudde en, M. A. (2014). Performance of cocoyam (*Colocasia esculentus* (L.) as influenced by organic and inorganic manure in Samaru, Zaria, Nigeria. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*, 5(5), 97.
- Himeda, M., Njitang, Y. 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. *International Business Machines*, (2013). IBM SPSS Statistics 22.0.
- Ibarra, Alemán, Bravo y Tandazo, 2020. Efecto de las distancias de plantación y sistema de conservación del suelo sobre las variables morfológicas, fisiológicas y productivas del cultivo de la papa china [*Colocasia esculenta* (L.) Scott], en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. Libro resumen de la II Convención Científica Internacional UEA-2020.
- Ivancic A. INEA hybridization protocols [Internet]. 2011. Available from: <http://www.ediblearoids.org/PROJECTS/WP3Breeding>.
- Ivancic A, Roupsard O, Garcia JQ, Melteras M, Molisale T, Tara S, et al. Thermogenesis and flowering biology of *Colocasia gigantea*, Araceae. *Journal of plant research*. 2008;121(1):73-82.
- Janse, J D (2007) *Phytopathology: Principles and Practice*. CABI Publishing. Wallingford
- 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.) Schott). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 7(1): 1-8.
- Leyva, L. Taro o Malanga [en línea] Disponible en: <https://www.tuberculos.org/> [Consulta: 6 de septiembre 2018].
- Lozada, A. (2005). Producción de cultivo de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), utilizando dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica. pp5-68.

- Mabhaudhi, T., Modi A.T., and Beletse Y.G., 2014. Parameterisation and evaluation of the FAO-AquaCrop model for a South African Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) landrace. *Agricultural and Forest Meteorology* 192-193: 132-139.
- Mabhaudhi, T., Modi, A.T., 2013. Preliminary assessment of genetic diversity of three taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) landraces. *Journal of Agricultural Science and Technology*
- Manner HI, 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 Wester Region Sustainable Agriculture Research and Education (USDA-WSARE). 431-464.
- Martínez Alvarado, C. O.; Muñoz cano Ruiz, M.; Santoyo Juárez, J. A. 2010. Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga. Resultados de Proyectos. Fundación "Produce", Estado de Sinaloa, México. 7-11 pp.
- Martínez, A. (2011). Tesis en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible. 74.
- Milián, M.: "Recursos Genéticos de la malanga del género (*Xanthosoma Schott*) en Cuba", *Cultivos Tropicales*, 39(2): 126, 2018.
- Ministerio de la Agricultura (MINAG). Instructivo técnico para la producción de semillas de viandas [Internet]. Ministerio de la Agricultura República de Cuba. 2012 [cited 15/05/2019]. Available from: <https://www.minag.gob.cu/node>.
- Monge Bailón, Joaquín y Pérez Cabrera, José Arnoldo, (1995). El ñame: Aspectos generales y su cultivo en canaria. Excmo. Cabildo Insular de la palma. Ayuntamiento de San Andrés y Sauces. Centro de la cultura Popular Canaria. Santa Cruz de Tenerife.
- 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.) Schott). *African Journal of Agricultural Research*, 10(5), 308-316.
- Palacio-Mejía... - Acta ..., 2011 - redalyc.org. Diversidad genética intra e inter-específica de ñame (*Dioscorea* spp.) de la región Caribe de Colombia mediante marcadores AFLP.
- Paul, K.K., and Bari, M.A., 2011. Studies on direct and indirect effects of different plant characteristics on yield of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) var. Antiquorum. *The Agriculturists* 9(1&2): 89-98.
- Puerres J. 2010. Colecta y caracterización básica de cuatro raíces: Yuca (*Manihot* spp), Camote (*Ipomoea batatas*), Papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), Malanga (*Xanthosomasagittifolium*), como parte del rescate de la agrobiodiversidad en la Provincia de Imbabura. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte.

- Quiñonez, Cándelo, Elizabeth. (2010). Caracterización agro morfológica de tres variedades de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), en Zacarias zona rural de Buenaventura. Universidad del pacífico.
- 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.
- Rodríguez Manzano A. (2001). Conservación y manejo de las plantas de reproducción asexual. Raíces, rizomas y tubérculos. En: Z. Fundora, L. Castiñeiras & L. Fernández. (Eds). Lecciones de avanzada sobre conservación y manejo de Recursos Fitogenéticos. Ediciones INIFAT. Capítulo 21, 255-272p., La Habana. ISBN. 959-7121-05-0. Registro CENDA, 2003.
- Rodríguez-Miranda J, Ruiz-López II, Herman-Lara E, Martínez-Sánchez CE, Delgado-Licon E, Vivar-Vera MA. Development of extruded snacks using taro *Colocasia esculenta* and nixtamalized maize *Zea mays* flour blends. LWT-Food Science and Technology. 2011;44(3):673-80.
- SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería Honduras). 2017. Honduras incrementa exportación de malanga [internet]. Tegucigalpa. [consultado 2017 sep 18]. <http://www.sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2017/febrero-2017/hondurasincrementa-exportacion-de-malanga>.
- Sánchez Monje y Perellada, Enrique, (1981). Diccionario de plantas Agrícolas. Servicio de publicaciones Agrarias del Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Santos Pino A, Cabrera Jova M, Gómez Kosky R, López Torres J, Rayas Cabrera A, Basail Pérez M, Medero Vega V, Beovides García Y. 2011. Multiplicación en sistema de inmersión temporal del clon de malanga “Viequera” (*Xanthosoma spp.*). Revista Colombiana de Biotecnología. [consultado 2016 oct 27]; 13(2): 97-106. eng. <http://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/27954>.
- Shellikeri, K Malshe, YR Parulekar, NV Mashkar - IJCS, 2019 - researchgate.net Page 2. ~ 1425 ~ International Journal of Chemical Studies apart, were accommodated per plot ...8. Leaf breadth (cm) 0.054 26.857 1.191 3.439 4.26 9. Herbage yield /plant (g) 36.511 3513.594.608 13.309 63.70 * Significant at 5% NS: Non-significant DAP: Days after Planting ...Estimates of genetic components for growth and herbage yield of colocasia (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) genotypes at Konkan region.
- Strauss MS, Stephens GC, Gonzales CJ, Arditti J. Genetic Variability in Taro, *Colocasia esculenta* L. Schott Araceae. Annals of Botany. 1980; 45:429-37.

- Sunitha, S., Ravi, V., George, J., and Suja, G. 2013. Aroids and water relations: An overview. *Journal of Root Crops*, 2013, Vol. 39 No. 1, pp. 10-21.
- 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.
- Tem, A (2018). Caracterización agro morfológica y evaluación del rendimiento de tres cultivares de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), en Aldea Barrios, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. (Tesis de pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 6(4): 5-9.
- Tewodros Mulualem y Getachew WeldeMichael (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*. ISSN: 2315-8751, Vol. 3.
- Torres Rapelo A, Montero Castillo P, Duran Lengua M. 2013. Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Revista Lasallista de Investigación*. [consultado 2017 jun 22]; 10(2): 52-61. eng. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69529816007>.
- Torres S., Gómez, L., Saborío, F., Valverde, R., (2000). Comportamiento en el campo de siete genotipos de tiquisque (*Xanthosoma ssp.*) propagados in vitro. *Revista Agronomía Costarricense* 24: pp. 7-17.
- Tsedalu. M., Tesfaye, B., and Goa, Y., 2014. Effect of type of planting material and population density on corm yield and yield component of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Journal of Biology, agriculture and health care*. Vol 4.
- 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).
- Uyeda, J., Radovich, T., Sugano, J., Fares, A., and Paull, R., 2011. Effect of irrigation regime on yield and quality of three varieties of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).
- Vázquez Becalli, Edith., Torres García, S. (2006): *Fisiología Vegetal II*. Editorial Félix Varela. Tercera edición. Ciudad de la Habana. p. 51 pp 349.
- Velasco, B.: EE.UU. es el destino de su malanga, *Revista Líderes*, 2017.
- Viloria y Córdoba (2008) Sistema de producción de ocumo chino en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 8 (1): 98-106

- Yáñez, W. (2009). (eds.). La papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Pastaza: (Eds.). UEA.
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.
- Zeledón, E. M. (2010). Caracterización del manejo post cosecha y comercialización del cultivo de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en los municipios de Matagalpa y Tuma la Dalia, durante el primer semestre del año 2010. Matagalpa, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM Matagalpa.

CAPÍTULO V. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis económico para la producción de papa china con cormelos de 50 gramos.

INDICADORES DE GASTOS	UM	CANTIDAD (1,0x0,40) 25000 (0,6 kg/planta)	C/U	COSTO	CANTIDAD (1,0x0,60) 16666 (0,9kg/Planta)	COSTO	CANTIDAD (1,0x0,80) 12500 Plantas (1,2 kg/Planta)	COSTO
Abono (gallinaza)	kg	15000	0,32	4800,00	15000	4800,00	15000	4800,00
Material vegetativo	U	25000	0,15	3750,00	16666	2499,90	12500	1875,00
Herbicida	Gal	2	30,00	60,00	2	60,00	2	60,00
Chapea con moto guadaña	jornales	10	15,00	150,00	10	150,00	10	150,00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	15,00	30,00	2	30,00	2	30,00
Hoyado con azadón a razón de 714 hoyos/hombre	Jornales	35	15,00	525,00	23	345,00	18	270,00
Plantación	Jornales	24	15,00	360,00	16	240,00	12	180,00
Fertilización	Jornales	30	15,00	450,00	20	300,00	15	225,00
Aporque	Jornales	20	15,00	300,00	13	195,00	10	150,00
Cosecha	Jornales	30	15,00	450,00	20	300,00	15	225,00
GASTO INVERSIÓN	\$			10875,00		8919,90		7965,00
RDTO AGRIC	t/ha			65,23		38,56		35,59
RDTO AGRIC	qq/ha			1435,06		848,32		782,98
INGRESOS/VENTA (\$25,00/qq)	\$			35876,50		21208,00		19574,50
UTILIDADES	ING-GAST			25001,50		12288,10		11609,50

Fuente: Elaborado por el autor, Ibarra, 2019.

ANEXO 2. Análisis económico para la producción de papa china con cormelos de 100 gramos.

INDICADORES DE GASTOS	UM	CANTIDAD (1,0x0,40) 25000 (0,6 kg/planta)	C/U	COSTO	CANTIDAD (1,0x0,60) 16666 (0,9kg/Planta)	COSTO	CANTIDAD (1,0x0,80) 12500 Plantas (1,2 kg/Planta)	COSTO
Abono (gallinaza)	kg	15000	0,32	4800,00	15000	4800,00	15000	4800,00
Material vegetativo	U	25000	0,15	3750,00	16666	2499,90	12500	1875,00
Herbicida	Gal	2	30,00	60,00	2	60,00	2	60,00
Chapea con moto guadaña	jornales	10	15,00	150,00	10	150,00	10	150,00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	15,00	30,00	2	30,00	2	30,00
Hoyado con azadón a razón de 714 hoyos/hombre	Jornales	35	15,00	525,00	23	345,00	18	270,00
Plantación	Jornales	24	15,00	360,00	16	240,00	12	180,00
Fertilización	Jornales	30	15,00	450,00	20	300,00	15	225,00
Aporque	Jornales	20	15,00	300,00	13	195,00	10	150,00
Cosecha	Jornales	30	15,00	450,00	20	300,00	15	225,00
GASTO INVERSIÓN	\$			10875,00		8919,90		7965,00
RDTO AGRIC	t/ha			62,91		38,97		35,32
RDTO AGRIC	qq/ha			1384,02		857,34		777,04
INGRESOS/VENTA (\$25,00/qq)	\$			34600,50		21433,50		19426,00
UTILIDADES	ING-GAST			23725,50		12513,60		11461,00

Fuente: Elaborado por el autor, Ibarra, 2019.

ANEXO 3. Análisis económico para la producción de papa china con cormo o mama.

INDICADORES DE GASTOS	UM	CANTIDAD (1,0x0,40) 25000 (0,6 kg/planta)	C/U	COSTO	CANTIDAD (1,0x0,60) 16666 (0,9kg/Planta)	COSTO	CANTIDAD (1,0x0,80) 12500 Plantas (1,2 kg/Planta)	COSTO
Abono (gallinaza)	kg	15000	0,32	4800,00	15000	4800,00	15000	4800,00
Material vegetativo	U	25000	0,15	3750,00	16666	2499,90	12500	1875,00
Herbicida	Gal	2	30,00	60,00	2	60,00	2	60,00
Chapea con moto guadaña	jornales	10	15,00	150,00	10	150,00	10	150,00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	15,00	30,00	2	30,00	2	30,00
Hoyado con azadón a razón de 714 hoyos/hombre	Jornales	35	15,00	525,00	23	345,00	18	270,00
Plantación	Jornales	24	15,00	360,00	16	240,00	12	180,00
Fertilización	Jornales	30	15,00	450,00	20	300,00	15	225,00
Aporque	Jornales	20	15,00	300,00	13	195,00	10	150,00
Cosecha	Jornales	30	15,00	450,00	20	300,00	15	225,00
GASTO INVERSIÓN	\$			10875,00		8919,90		7965,00
RDTO AGRIC	t/ha			32,61		38,59		43,93
RDTO AGRIC	qq/ha			717,42		848,98		966,46
INGRESOS/VENTA (\$25,00/qq)	\$			17935,50		21224,50		24161,50
UTILIDADES	ING-GAST			7060,50		12304,60		16196,50

Fuente: Elaborado por el autor, Ibarra, 2019.

ANEXO 4. Análisis de suelo del área objeto de estudio CIPCA-UEA.

Nutriente	Cantidad en AS	FC	Cantidad en S (kg/ha)	Cantidad en FC	Cantidad en FF	Cantidad en FF
MO %	9,50	18000	171000,00			
N Inorgánico	76,00	1,00	76,00	1,00	76,00	N
P mg kg-1	1,87	1,73	3,24	2,29	7,41	P2O5
K meq 100 g suelo-1	0,15	702	105,30	1,21	126,89	K2O
Ca meq 100 g suelo-1	2,00	360	720,00	1,40	1008,00	CaO
Mg meq 100 g suelo-1	0,80	216	172,80	1,66	286,85	MgO

Fuente: Elaborado por el autor, Ibarra, 2019.

ANEXO 5. Requerimiento del cultivo de papa china.

Nutriente	Cantidad 40000 kg/ha	FC	Requerimiento Cultivo en FF	Cantidad en Suelo FF	Requerimiento D-E	% perdidas	% Perdidas	Requerimiento Netos kg ha
N	340,00	1	340,00	76,00	264,00	0,3	79,2	343,20
P	45,00	2,29	103,05	19,24	83,81	0,1	8,3814	92,20
K	300,00	1,205	361,50	84,59	276,91	0,1	27,6909	304,60
Ca	150,00	1,4	210,00	1008,00	-798,00	0,1	-79,8	-877,80
Mg	25,00	1,66	41,50	191,23	-149,73	0,1	-14,9732	-164,71

Fuente: Elaborado por el autor, Ibarra, 2019.

ANEXO 6. Análisis de la materia orgánica (gallinaza). Granja avícola de Cajabamba I.

Resultados e interpretación de análisis especial solo a la materia orgánica											
Identificación de las muestras	Concentración %						ppm				
	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	cobre	Hierro	Manganeso
Muestra de gallinaza	2,3	1,66	3,24	7,78	0,11	1,45	20	115	40	676	399

Fuente: Elaborado por el autor, Ibarra, 2019.

ANEXO 7. Dosificación de la materia orgánica para la fertilización de la *C. esculenta*.

CANTIDAD DE PLANTA/ha	NORMA (m ²)	CANTIDAD DE FERTILIZANTE/PLANTA (g)
D1-1,0 X 0,40 = 25000	0,4	600
D1-1,0 X 0,60 = 16666	0,6	900
D1-1,0 X 0,80 = 12500	1,2	1200

Fuente: Elaborado el autor, Ibarra, 2019.

ANEXO 8. Memoria fotográfica de diferentes momentos del experimento.

Fuente: Fotos del autor, Ibarra, 2019.



Preparación de suelo



Medición



Confección de terrazas en curvas a nivel



Determinación de la pendiente



Replanteo



Hoyado



Replanteo y distancia de plantación



Replanteo y trazado de parcelas



Distancia de plantación



Construcción de terrazas



Clasificación de material vegetativo



Clasificación del material vegetativo



Desinfección de los materiales vegetativos



Desinfección de cormelos de 100 gramos



Desinfección de cormelos de 50 gramos



Desinfección de corno o mama



Plantación a 1,0 x 0,60



Plantación a 1,0 x 0,80



Plantación a 1,0 x 0,40



Plantación a 1,0 x 0,80



Plantación a 1,0 x 0,60



Plantación con los tres materiales vegetativos



Plantación



Brotación



Desarrollo del cultivo a diferentes distancias de plantación



Aporque del cultivo en las diferentes distancias de plantación



Tratamientos y sub tratamientos



Unidades experimentales



Preparación de la materia orgánica



Molida de la materia orgánica



Embazado de la materia orgánica



Traslado de la materia orgánica



Aplicación de fertilizante



Fertilización.



Dosificación del abono orgánico



Tape de abono orgánico



Aporque



Selección de cinco plantas al azar



Altura de la planta



Número de hojas



Largo de hoja



Ancho de la hoja



Grosor del pseudotallo



Número de hijos



Daños en las hojas por la enfermedad del tizón de la hoja (*Phytophthora Colocasiae*).



Tizón de la hoja (*Phytophthora Colocasiae*). Extracción de planta para determinar PF y PS



Clasificación por órganos de la planta

Lavado de las raíces



Peso fresco de los órganos de la planta

Clasificación de los órganos de la planta



Determinación MS en estufa de calor a 60 °C



Peso seco de raíz



Peso seco de hoja



Peso seco de peciolo



Peso del cormo



Peso fresco de órganos de la planta



Cosecha



Cosecha (categoría 1ra)



Clasificación por calibre



Beneficio y clasificación



Cosecha por parcelas



Parcelas cosechadas



Etapa final del cultivo



Etapa final del cultivo