

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS - I.A.S.A.
“GRAD. CARLOMAGNO ANDRADE PAREDES”

**“PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA CHINA
(*Colocasia esculenta*) UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE
PROPAGACIÓN ASEXUAL BAJO CUATRO NIVELES DE
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA”**

ALBERTO FERNANDO LOZADA BARRERA

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2005

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS - I.A.S.A.
“GRAD. CARLOMAGNO ANDRADE PAREDES”

“PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA CHINA
(*Colocasia esculenta*) UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE
PROPAGACIÓN ASEXUAL BAJO CUATRO NIVELES DE
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA”

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2005

“PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA CHINA
(*Colocasia esculenta*) UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE
PROPAGACIÓN ASEXUAL BAJO CUATRO NIVELES DE
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA”

ALBERTO FERNANDO LOZADA BARRERA

REVISADO Y APROBADO

Cml. Cs. M. Geovanny Granda.

DECANO DE LA FACULTAD

Ing. Agr. M.Sc. Marco Barahona.

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ing. Agr. M.Sc. Guillermo del Posso.

CODIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ing. Agr. M.Sc. Gabriel Suárez

BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO, FUE PRESENTADO EN ORIGINAL
(ELECTROMAGNÉTICAMENTE) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES

Dr. Marco Peñaherrera

SECRETARIO ACADÉMICO

“PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA CHINA
(*Colocasia esculenta*) UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE
PROPAGACIÓN ASEXUAL BAJO CUATRO NIVELES DE
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA”

ALBERTO FERNANDO LOZADA BARRERA

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. M. Sc. Marco Barahona DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN	_____	_____
Ing. M. Sc. Guillermo del Posso CODIRECTOR DE INVESTIGACIÓN	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA SECRETARÍA

Dr. Marco Peñaherrera
SECRETARIO ACADÉMICO

DEDICATORIA

A mi padre, a mi madre, a mi hermana, a
mis amigos... *A MI FAMILIA*; porque
siempre creyeron en mi y me alentaron a
pararme fuerte y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A la naturaleza creadora, a la sabiduría divina, por haberme traído al mundo en el momento exacto y en el lugar preciso.

A la familia Sisa, porque además de facilitarme el campo experimental, me abrieron las puertas de su hogar y siempre compartieron conmigo su pan de cada día.

Al Ing. Marco Barahona y al Ing. Guillermo del Posso por haber participado activamente en la realización de este trabajo y por haber aportado desinteresadamente sus conocimientos para la presente investigación

A todos aquellos seres que de una u otra forma han dejado sus huellas en mi persona y en mi vida; pues gracias a ellos puedo apreciar la hermosura de la creación.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
A.	PAPA CHINA (<i>Colocasia esculenta</i>)	5
	1. <u>Origen e importancia</u>	5
	2. <u>Clasificación botánica</u>	6
	3. <u>Descripción morfológica de la planta</u>	7
	a. Ciclo de crecimiento	13
	4. <u>Requerimientos edáficos y climáticos</u>	14
	5. <u>Valor nutritivo y virtudes</u>	15
	a. Usos	19
B.	MANEJO DEL CULTIVO	24
	1. <u>Métodos de propagación</u>	24
	2. <u>Preparación del suelo</u>	25
	3. <u>Densidad de plantación</u>	26
	4. <u>Plantación</u>	27
	5. <u>Época de siembra</u>	28
	6. <u>Sistema de siembra</u>	28
	7. <u>Manejo del agua</u>	29
	8. <u>Control de malezas</u>	30
	9. <u>Plagas y su control</u>	31
	10. <u>Enfermedades y su control</u>	32
	11. <u>Cosecha y rendimientos</u>	34
	12. <u>Manejos poscosecha</u>	37
	a. Curación del cormo	37
	b. Limpieza	40

c. Almacenamiento	40
C. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	42
1. <u>Materia orgánica</u>	43
2. <u>Funciones de la materia orgánica</u>	45
a. Características físicas	45
b. Características químicas	46
c. Características biológicas	47
3. <u>Descomposición de la materia orgánica</u>	48
4. <u>Clases de abonos orgánicos</u>	50
a. Estiércoles	50
b. Humus de lombriz	52
c. Compost	53
d. Residuos de cosechas	53
e. Abonos verdes	54
f. Abonos líquidos, purín, lieser	55
g. Otros abonos orgánicos	56
5. <u>Gallinaza</u>	57
III. MATERIALES Y MÉTODOS	60
A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	60
B. MATERIALES	60
C. METODOLOGÍA	60
1. <u>Factores en estudio</u>	60
a. Materiales de propagación	61
b. Niveles de fertilización orgánica	62

2. <u>Tratamientos</u>	63
3. <u>Diseño experimental</u>	63
a. Tipo de diseño	63
b. Número de repeticiones	63
4. <u>Esquema del análisis de variancia</u>	64
5. <u>Coefficiente de variación</u>	64
6. <u>Análisis funcional</u>	64
7. <u>Regresiones y correlaciones</u>	64
8. <u>Análisis económico</u>	65
9. <u>Procedimientos</u>	65
a. Características de la unidades experimentales	65
1) Número	65
2) Área del ensayo	65
3) Forma	65
4) Distancia de siembra	66
b. Datos a tomar y métodos de evaluación	66
1) Días a la emergencia	66
2) Número de hojas	66
3) Altura de planta	66
4) Rendimiento	66
c. Métodos específicos de manejo del experimento	67
1) Preparación del suelo	67
2) Aplicación de materia orgánica	67
3) Siembra	68
4) Control de malezas	68
5) Controles fitosanitarios	68
6) Cosecha y poscosecha	68
7) Evaluación de los distintos tratamientos	68
10. <u>Análisis económico</u>	69
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70

A.	DÍAS A LA EMERGENCIA	70
B.	ALTURA DE PLANTA A 60, 90, 120 Y 150 DÍAS	73
C.	NÚMERO DE HOJAS	77
D.	RENDIMIENTO	81
E.	REGRESIONES Y CORRELACIONES	86
F.	ANÁLISIS ECONÓMICO	87
V.	CONCLUSIONES	89
VI.	RECOMENDACIONES	91
VII.	RESUMEN	92
VIII.	SUMMARY	94
IX.	BIBLIOGRAFÍA	96
X.	ANEXOS	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	ANÁLISIS FRACCIONARIO DEL CONTENIDO DE HIDRATOS DE CARBONO EN CORMO DEL TARO.	15
Tabla 2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE DIFERENTES TIPOS DE ARACEAES COMESTIBLES.	16
Tabla 3.	TAMAÑO DE PARTÍCULA Y TEMPERATURA DE GELIFICACIÓN DEL ALMIDÓN DE TARO, ALMIDÓN DE CEREALES Y ALMIDÓN DE PAPA.	22
Tabla 4.	RENDIMIENTO ESTIMADO DE ALCOHOL POR TONELADA (PESO FRESCO) Y CICLO PRODUCTIVO DE LOS CULTIVOS SELECCIONADOS.	23
Tabla 5.	RENDIMIENTOS PROMEDIOS MUNDIALES PARA EL CULTIVO DE TARO.	37
Tabla 6.	FUNGICIDAS USADOS PARA CONTROLAR LAS PÉRDIDAS EN POST-COSECHA DE ARACEAES COMESTIBLES.	39
Tabla 7.	RIQUEZA MEDIA DE ALGUNOS ESTIÉRCOLES DE ANIMALES DOMÉSTICOS.	51
Tabla 8.	COMPOSICIÓN DE LA GALLINAZA.	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA EMERGENCIA EN PAPA CHINA, BAJO DOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN Y CUATRO NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA.	70
Cuadro 2.	EFECTO DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN PARA DÍAS A LA EMERGENCIA EN PAPA CHINA.	71
Cuadro 3.	EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA DÍAS A LA EMERGENCIA EN PAPA CHINA.	71
Cuadro 4.	EFECTO CONJUNTO DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA DÍAS A LA EMERGENCIA EN PAPA CHINA. DUNCAN 5%.	72
Cuadro 5.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA EN LA PAPA CHINA PARA CUATRO ÉPOCAS DE EVALUACIÓN, UTILIZANDO DOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN Y CUATRO NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA.	74
Cuadro 6.	EFECTO DE LOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN SOBRE ALTURA DE PLANTA EN PAPA CHINA PARA CADA ÉPOCA DE EVALUACIÓN. DMS 5%.	75
Cuadro 7.	EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE ALTURA DE PLANTA EN PAPA CHINA PARA CADA ÉPOCA DE EVALUACIÓN. DUNCAN 5%.	76

Cuadro 8.	EFECTO CONJUNTO DE LOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE ALTURA DE PLANTA EN PAPA CHINA PARA CADA EVALUACIÓN MENSUAL. DUNCAN 5%.	76
Cuadro 9.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA NÚMERO DE HOJAS EN LA PAPA CHINA PARA CADA EVALUACIÓN, BAJO DOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN Y CUATRO NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA.	78
Cuadro 10.	EFECTO DE LOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN PARA NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS EN PAPA CHINA PARA CADA EVALUACIÓN.	78
Cuadro 11.	EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS EN PAPA CHINA PARA CADA EVALUACIÓN. DUNCAN 5%.	79
Cuadro 12.	EFECTO CONJUNTO DE LOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE EL NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS DE LA PAPA CHINA PARA CADA EVALUACIÓN MENSUAL. DUNCAN 5%.	80
Cuadro 13.	ANÁLISIS DE RENDIMIENTO TOTAL, RENDIMIENTO EXPORTABLE Y PORCENTAJE DE RENDIMIENTO EXPORTABLE.	82

Cuadro 14.	EFECTO DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO TOTAL, EXPORTABLE Y PORCENTAJE DEL MISMO EN PAPA CHINA.	82
Cuadro 15.	EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL RENDIMIENTO TOTAL, EXPORTABLE Y PORCENTAJE DE RENDIMIENTO EXPORTABLE EN PAPA CHINA. DUNCAN 5%.	83
Cuadro 16	EFECTO CONJUNTO DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL RENDIMIENTO TOTAL, EXPORTABLE Y PORCENTAJE DEL MISMO EN PAPA CHINA. DUNCAN 5%.	84
Cuadro 17.	REGRESIÓN Y CORRELACIÓN ENTRE NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON LAS VARIABLES EN ESTUDIO DENTRO DE CADA MÉTODO DE PROPAGACIÓN.	87
Cuadro 18.	BENEFICIO BRUTO, COSTO VARIABLE Y BENEFICIO NETO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA CHINA, UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN ASEXUAL CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.	88

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1.	EFEECTO DE LOS NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA Y DE LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN EN LA PAPA CHINA SOBRE DÍAS A LA EMERGENCIA.	73
Gráfico 2	EFEECTO DEL MATERIAL DE PROPAGACIÓN SOBRE ALTURA DE PLANTA EN CUATRO EVALUACIONES MENSUALES.	75
Gráfico 3.	EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE ALTURA DE PLANTA EN PAPA CHINA PARA LAS DIFERENTES EVALUACIONES.	76
Gráfico 4.	EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE EL NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS DE LA PAPA CHINA EN CADA UNA DE LAS EVALUACIONES MENSUALES.	79
Gráfico 5.	EFEECTO DEL MÉTODO DE PROPAGACIÓN EN EL RENDIMIENTO TOTAL, DE EXPORTACIÓN Y DE EXPORTACIÓN EN PORCENTAJE DE LA PAPA CHINA.	83
Gráfico 6.	EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL RENDIMIENTO TOTAL, DE EXPORTACIÓN Y DE EXPORTACIÓN EN PORCENTAJE EN PAPA CHINA.	84

Gráfico 7.	REGRESIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA CON EL RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA CHINA, UTILIZANDO CORMOS Y SECCIONES BASALES DEL TALLO.	85
Gráfico 8.	REGRESIÓN ENTRE LOS NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA CON EL RENDIMIENTO EXPORTABLE DE PAPA CHINA, UTILIZANDO CORMOS Y SECCIONES BASALES DEL TALLO.	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	HOJA DE TANNIA (A) Y DE TARO (B).	9
Figura 2.	INFLORESCENCIA DE TARO Y TANNIA.	10
Figura 3.	ÓRGANOS SUBTERRÁNEOS DEL TARO.	12
Figura 4.	CORMOS.	61
Figura 5.	OBTENCIÓN DE SECCIONES BASALES DEL TALLO.	61
Figura 6.	DIFERENTES NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA.	62
Figura 7.	APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS SURCOS.	67
Figura 8.	RENDIMIENTO EXPORTABLE (FUNDA) Y NO EXPORTABLE (SOBRE PERIÓDICOS) DE CORMOS DE PAPA CHINA.	81

I. INTRODUCCIÓN

Los cultivos de raíz y tubérculos a nivel mundial, comprenden principalmente: la Papa (*Solanum tuberosum*), Yuca o mandioca (*Manihot esculenta*), Batata o camote (*Ipomoea batata*), Ñames (*Dioscorea* spp), Taro o papa china (*Colocasia esculenta*) y Ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*); los cuales ocupan el segundo lugar en área sembrada en el planeta, y representan una superficie de 47' 523 000 ha con un volumen de producción de 556' 676 000 toneladas; que a excepción de la Papa y parte de la Batata, se encuentran localizados preferentemente en los trópicos húmedos (Montaldo, 1991).

Es conocido que Ecuador satisface la demanda de hidratos de carbono para la alimentación humana y animal, con importaciones masivas de cereales; en el caso del trigo en el año dos mil dos alcanzó un volumen de 357 145 toneladas métricas equivalente a 64' 083 000 US. CIF., siendo esta política de importaciones una de las opciones menos favorables para el progreso del sector agropecuario y por ende, para la economía del país.

Como consecuencia de lo anterior, la vía más lógica ante el déficit de cereales, es utilizar las maravillosas cualidades que tiene el medio tropical con su provisión constante de energía radiante para cultivos de ciclo bianual y perenne que, como la Yuca, Ñames, Taro, Ocumo, Caña de azúcar y las musáceas (Plátanos y Bananos), son plantas con el más elevado rendimiento energético por hectárea y por año a nivel mundial. Estos cultivos, por la tradición agronómica, por la dependencia relativamente baja de insumos importados, por su adaptabilidad al ecosistema tropical, por la facilidad de su manejo, especialmente reflejado en el amplio período de cosecha y por poder utilizar en su procesamiento técnicas desde muy sencillas hasta muy complejas, aparecen como una de las mejores alternativas para disminuir el déficit de carbohidratos (Montaldo, 1991).

Es de suma importancia señalar que los avances en la tecnología de producción de cereales han incrementado dramáticamente la producción mundial de

alimentos; sin embargo, esto no ha traído beneficios significativos a las áreas donde los cultivos son raíces y tubérculos, que son fuentes de alimento importantes en la dieta de muchas regiones en países en vías de desarrollo; por consiguiente, debe dirigirse una mayor atención hacia los cultivos de raíces y tubérculos como la papa china ya que las innovaciones en el cultivo, sobre todo en el área de poscosecha y agro-procesamiento derivan de los rendimientos obtenidos en la cosecha, reduciendo pérdidas y manteniendo la calidad del producto y el valor nutritivo. Las aplicaciones tecnológicas también incentivarían el desarrollo de industrias rurales basadas en el agro-procesamiento, las cuales proporcionarían empleo a la población rural en actividades de valor-agregando y procesamiento, reduciendo la pobreza (Lee, 1999; Opara, 2003) [internet].

También es importante señalar que el uso de agroquímicos en la agricultura, especialmente plaguicidas, es cada vez más cuestionado por las mutaciones que presentan las plagas y por su carácter residual que influye directamente sobre la salud de los seres humanos y demás seres vivos, esto ha hecho que en los últimos años aumente la importancia de la agricultura orgánica. Por las razones señaladas y en salvaguarda del medio ambiente y de la salud de la sociedad, es necesario desarrollar tecnologías de producción agrícola no contaminante, que permitan la obtención de productos de calidad; a estos requerimientos responde la agricultura orgánica (Suquilanda, 1996).

Dentro de esta referencia orgánica, la Papa China o Taro se ubica en el quinto lugar a nivel mundial dentro de los cultivos de raíces y tubérculos y en la región amazónica ecuatoriana es uno de los mayormente manejados de forma orgánica, por lo que presenta una excelente alternativa para hacerle frente a la problemática alimentaria de la región; además las posibilidades de su variada utilización en la alimentación humana y animal, así como sus interesantes características digestivas, hace atractiva e interesante su explotación.

Es importante tener en cuenta que el Taro posee flores unisexuales, con un proceso de polinización irregular, por lo que la producción de semillas es poco

frecuente y su germinación es heterogénea, razón por la cual la selección clonal, a través de cientos de años ha seleccionado clones, siendo la mayoría infértiles. En Ecuador, tanto por razones económicas, como conservación de las características sobresalientes de la especie, la propagación se hace totalmente con material asexual y en la presente investigación se evalúa la eficiencia de dos métodos de propagación asexual.

El marco referencial indicado, determina la importancia de la papa china en el oriente ecuatoriano y en la alimentación humana por lo que con el estudio propuesto, se pretende generar componentes tecnológicos para el manejo del cultivo en los sistemas de propagación y nutrición con el fin de elevar la productividad e incrementar la rentabilidad para el agricultor, causando el menor impacto en la ecología de la región.

Para llevar a efecto esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

GENERAL

Evaluar, en el cultivo de Papa china, la influencia de dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica, con el fin de incrementar los rendimientos, manteniendo y mejorando el medio ecológico natural.

ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel óptimo de materia orgánica que debe aplicarse en el cultivo de papa china para incrementar el rendimiento.

- Definir el método de propagación que en el cultivo de Papa china permita un mayor incremento de su rendimiento.

- Evaluar los parámetros productivos de las plantas de papa china sometidas a los tratamientos en estudio.
- Encontrar la mejor correlación entre el método de propagación del cultivo y los niveles de fertilización orgánica, que permita un incremento en el rendimiento productivo.
- Aportar nuevos conocimientos e información técnica sobre el cultivo de papa china, que permita mejorar la rentabilidad de la actividad.
- Realizar el análisis económico con el fin de establecer la opción más rentable para los productores dedicados a esta actividad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*)

1. Origen e importancia

Onwueme (1978) y Lee (1999) [internet] sostienen que el taro o papa china se originó al sur de Asia central, probablemente entre India y Malasia. Sin embargo Oyenuga (1967) cree que la *Colocasia* es nativa de las áreas boscosas de Ghana y otros lugares de África Central. Christman (2001) [internet] indica que el taro ha sido cultivado por más de 6000 años, y de acuerdo con Warid (1970b) se ha cultivado en Egipto desde hace 800 años.

El taro se encuentra entre los primeros cultivos domesticados por el hombre. Su historia puede seguirse hasta las culturas neolíticas más primitivas. Durante la era prehistórica el cultivo se diseminó por las Islas del Pacífico, luego fueron tomando el área mediterránea y oeste de África. Desde el Oeste de África la planta se diseminó hacia el oeste de India y las partes tropicales de América. Hoy en día el taro crece en casi todas las partes del trópico, como también en algunas regiones subtropicales (Onwueme, 1978; Montaldo, 1991).

Barret citado por Montaldo (1991) y Lee (1999) [internet] y Opara (2003) [internet], dicen que a través de la Polinesia esta planta junto con el árbol de pan (*Artocarpus altilis*), constituyeron alimento principal de sus habitantes repartidos en miles de islas que van desde Hawai (NE) a isla de Pascua (O) y Nueva Zelanda (SE). Además sostienen que en el Pacífico, el cultivo logró suprema importancia en las dietas de los habitantes. Cuantitativamente se ha vuelto, y todavía permanece, como el cultivo más importante. Hoy la planta se usa ampliamente a lo largo del mundo, en África, Asia, Indias Occidentales, y América del Sur. Así mismo se indica que el Taro es de gran importancia en muchos lugares como el Caribe, Hawaii, las Solomons, Samoa americana, Samoa Occidental, Filipinas, Fiji, Sri Lanka, India, Nigeria, Indonesia, Nuevas Hébridas, Tonga, Niue, Papua, Nueva Guinea, Egipto, y

otros. En estas áreas muchas personas dependen fuertemente del taro como un alimento principal. Incluso cuando las islas de Hawai fueron colonizadas en 1778, un estimado de trescientas mil personas se mantenían principalmente con “poi” (subproducto del taro), patata dulce, pescado, algas marinas, y algunas frutas y verduras. Recientemente el taro fue presentado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, como un suplemento a las patatas para los Estados Unidos del sur.

En un documento publicado por CORPEI a finales del año 2001, sobre la expansión de la oferta exportable del Ecuador, se considera bajo el nombre común de malanga a las dos especies más importantes de aráceas comestibles: *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*, y se indica que en el contexto nacional la producción se concentra en pequeños y medianos productores quienes generan alrededor del 80% de la producción nacional. En promedio la distribución es de 1-4 hectáreas entre los productores pequeños y de 10-20 hectáreas entre los medianos; sin embargo, también existen propiedades que sobrepasan las 200 hectáreas, las mismas que están ubicadas en la zona de Santo Domingo de los Colorados (Provincia de Pichincha). No existe un censo oficial de la superficie sembrada de malanga, pero se estima una superficie de 2500 hectáreas diseminadas en todo el país en un sin número de propiedades.

2. **Clasificación botánica**

El taro o papa china pertenece al género *Colocasia* familia Araceae de las monocotiledóneas. La clasificación más específica del taro es complicada por el hecho de que como en otras plantas propagadas vegetativamente, hay una gradación continua de características. Sin embargo es de conocimiento general que *Colocasia esculenta* es la especie de taro más cultivada (Onwueme, 1978).

Existen numerosas variedades botánicas. También el taro mantiene numerosos cultivares agrícolas, pero generalmente se clasifican en dos grupos principales: El tipo *eddoe* que posee cormos más pequeños y cormelos más grandes. Y el tipo *dasheen*, en el cual el cormo es grande y los cormelos más pequeños. Algunos botánicos clasifican a los grupos eddoe y dasheen de taro como variedades botánicas distintas de *Colocasia esculenta*. Bajo esta clasificación el tipo eddoe es *Colocasia esculenta* var. *antiquorum*, mientras que los tipos dasheen son *Colocasia esculenta* var. *esculenta*. Los cultivares de taro son distinguidos en base al color de la carne de los cormos y cormelos, por el color de la cáscara y venas, por el color del peciolo y por la acidez del tubérculo y las hojas. Cultivares populares del tipo dasheen incluye *Púrpura* en el oeste de la India; *Legua*, *Piko*, *Uaua*, *Piko kea* y *Piko Uliuli* en Hawai; *Mumu* en Fiji; mientras que aquellos del tipo eddoe incluyen *Común* en el oeste de la India, y *Trinidad* en los Estados Unidos. En el oeste de África un gran número de cultivares locales son sembrados. En lo que se refiere a los cromosomas del taro, estos son propensos a comportamiento impredecible durante la división celular. Como resultado, el número de cromosomas por célula no es uniforme dentro de un cultivo. El número cromosómico $2n = 22, 26, 28, 29, 38$ y 42 han sido reportados para taro en varias localidades. Es probable por lo tanto que varios tipos de taro se originen frecuentemente en la naturaleza o bajo cultivo (Onwueme, 1978).

Hay evidencia que el lugar donde ocurre la mayor variación en número de cromosomas es India. Los "taros de Polinesia" tienen veintiocho cromosomas, mientras hay generalmente una mayor concentración de tipos con 42 cromosomas en Asia Oriental. Se ha especulado que los cultivares con 28 cromosomas precedieron a los tipos con 42 cromosomas en las islas de Pacífico (Lee, 1999) [internet].

3. Descripción morfológica

Onwueme (1978) y Montaldo (1991) indican que la papa china o taro es una planta herbácea suculenta y glabra que consiste de un cormo central comestible,

grande, esférico, elipsoidal o cónico, del que se originan los cormelos, raíces, y parte aérea.

El primer autor así mismo señala que la parte aérea consiste principalmente de las hojas que surgen al exterior en un verticilio desde el ápice del cormo. El brote terminal permanece muy cerca de este ápice. Las hojas son por consiguiente el órgano aéreo más prominente de la planta. La altura de planta, que está determinada por la altura de las hojas, se halla en el rango de 1 a 2 metros.

Lee (1999) [internet] y Onwueme (1978) especifican que cada hoja consiste de un pecíolo largos y erecto, y una lámina foliar grande, gruesa, glabra y completa. La lámina tiene de 25 a 85 cm. de largo y de 20 a 60 cm. de ancho. Su forma es entera y ovalada hacia la porción sagital, con un ápice acuminado y lóbulos basales redondeados. Tres venas principales se originan desde el punto de inserción del pecíolo, y varias venas laterales prominentes se originan desde las venas principales.

La atadura del pecíolo a la lámina no está en el borde de la lámina, pero si en algún punto en la mitad de la lámina (Figura 1). Esta forma de atadura es un rasgo de diagnóstico que generalmente distingue taro de tannia (*Xanthosoma sagittifolium*) y de otras araceas comestibles (Onwueme, 1978).

Los pecíolos pueden ser de más de 1 m de alto; grueso a lo largo de toda su longitud, pero más gruesos a la base que cerca de la atadura a la lámina. La base del pecíolo, donde se inserta al cormo, es ensanchada por fuera para que abroche alrededor del ápice del cormo. El pecíolo es sólido en todo lo largo, pero está repleto de grandes espacios de aire; los mismo que probablemente cumplen la función de canalizadores para la aeración de los órganos subterráneos cuando la planta crece bajo condiciones pantanosas o de inundación (Onwueme, 1978).

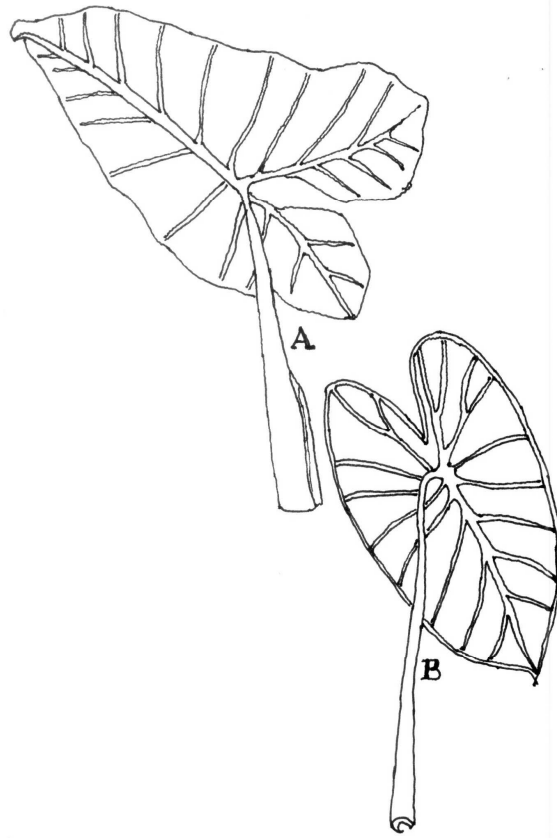


Figura 1: Hoja de Tannia (A) y de Taro (B).

Según Onwueme (1978) y Montaldo (1991), la floración en el taro ocurre ocasionalmente y en muchos cultivares no se producen flores. Onwueme sostiene que cuando la floración ocurre, ésta aparece poco después de plantada, a veces antes de que cualquier hoja se haya extendido; en cambio Montaldo argumenta que la inflorescencia no tiene la oportunidad de formarse porque la cosecha se realiza por lo general antes del año.

La inflorescencia (Figura 2) se levanta desde la axila de la hoja, o desde el centro del racimo de hojas empaquetadas. Una planta puede llevar dos o más inflorescencias. El pedúnculo es robusto y relativamente corto. Además del pedúnculo, hay dos componentes mayores de la inflorescencia: espádice y espata. El

espádice es esencialmente la espiga de la inflorescencia que consiste en un eje central en que numeroso y pequeños pedicelos bajo las flores, se atan. La espata es una larga y amarillenta bráctea que envaina el espádice desde la base. La espata es de aproximadamente 20 cm. de largo y se enrolla hacia el centro en su punta. El espádice tiene 6-14 cm. (Onwueme, 1978).

Para el mismo autor la floración femenina ocurre en la base del espádice, mientras las flores masculinas se ubican casi en la punta. La región entre las flores masculinas y femeninas está conformada por un grupo de flores estériles; el extremo de la punta del espádice no tiene ninguna flor en absoluto. Este accesorio estéril del espádice es más largo en los tipos eddoe de taro que en los tipos dasheen. En eddoe, el accesorio es más largo que la sección masculina del espádice, mientras que en dasheen, es más corto. Cada flor hembra consiste esencialmente de un ovario pequeño que lleva un estigma sésil. El ovario tiene un lóculo, que contiene numeroso óvulos. Cada flor masculina consiste de 2-6 anteras sésiles que se funden juntas. Los granos de polen son esféricos. Las flores son fragantes, y la polinización probablemente se da por insectos, sobre todo las moscas.

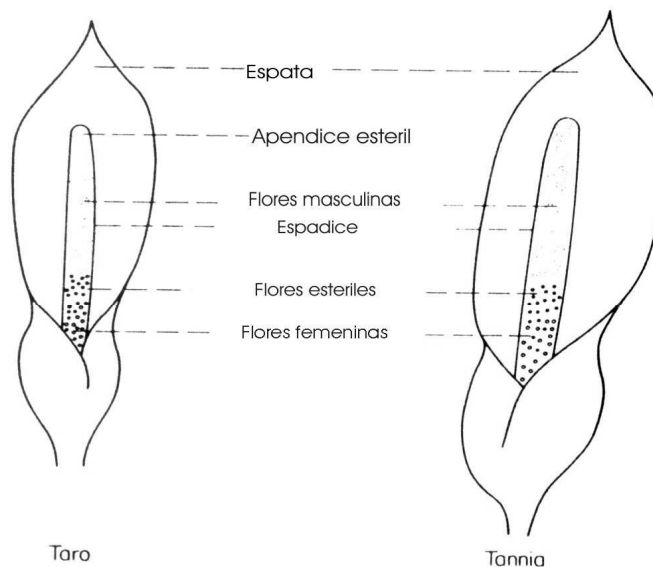


Figura 2: Inflorescencia de Taro y Tannia

Barrau citado por Onwueme (1978) indica que la fruta y semilla del taro son más raras que la floración. Muchas inflorescencias se marchitan sin producir alguna semilla. Cuando la fructificación ocurre, las frutas están arracimadas a la porción basal del espádice. Cada fruta es una baya de 3-5 mm de diámetro aproximadamente. La semilla es dura, contiene endospermo, y germina con extrema dificultad. De hecho han habido solo unos pocos informes de germinación de semillas de taro.

El sistema radicular del taro es fibroso y se confina mayoritariamente a la capa superior del suelo. Las raíces nacen de las porciones inferiores del cormo; en cuanto se trata del cormo del taro, es una estructura cilíndrica o esférica que representa el tallo principal de la planta. En los tipos dasheen puede ser de 30 cm. de longitud y 15 cm. de diámetro, pero en los tipos eddoe, son normalmente más pequeños. Los pecíolos de las hojas se levantan del ápice del cormo, mientras las posiciones de las hojas previas, están marcadas por cicatrices en forma de anillos prominentes. Los brotes laterales nacen justamente sobre cada cicatriz, en las axilas de las hojas. El peridermo exterior del cormo es parduzco y relativamente espeso. Dentro de éste, la región del parénquima está densamente condensado con almidón almacenado (Onwueme, 1978).

Esparcidos a través del tejido superficial existen numerosos ases fibrovasculares, y unos pocos tubos laticíferos y rafidios idioblasticos. La asociación de gran número de glóbulos idioblasticos con los tejidos vasculares del cormo en desarrollo ha llevado a la sugerencia que éstos representan un mecanismo de almacenamiento de calcio (Lee, 1999) [internet].

Todas las partes en la planta del taro tienen principios acres que irritan la boca, esófago y que producen picazón al manipular cormos crudos. Esta acritud es debida a la presencia de los cristales de oxalato de calcio en la planta de taro. Los cristales de oxalato de calcio existen en dos formas: globosos (80-95 por ciento del

total) y rafidios. La densidad de cristales aumenta con el tamaño de los cormos y cormelos y puede ser tan alta como 120 000/cm. En las hojas el número de los cristales es aun más alto (Lee, 1999) [internet] (Sewell y Healey, 1979).

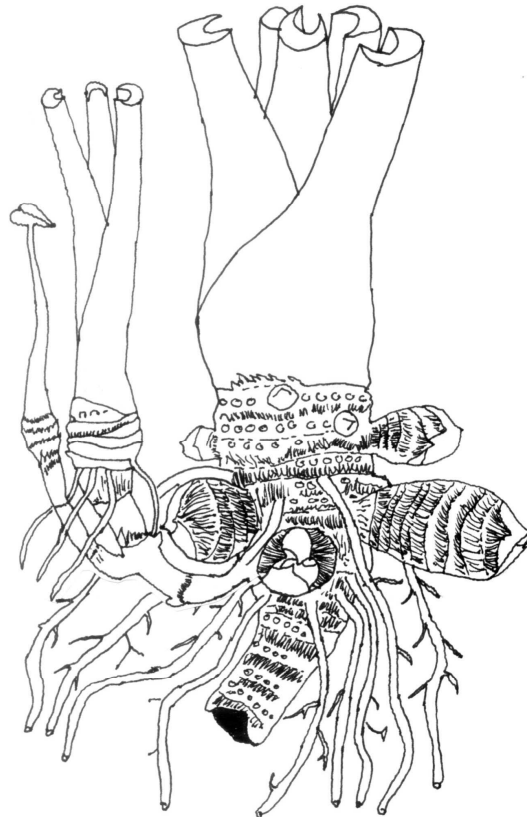


Figura 3: Órganos subterráneos del Taro

Morfológicamente los brotes axilares representan las ramas laterales del tallo de la planta, mientras el cormo representa el tallo principal. Cada cormelo es una carnosidad y cónica estructura, siendo relativamente delgada en su punto de atadura al cormo, y más gruesa y redondeada hacia el extremo distal. Un brote terminal está presente en el extremo distal del cormelo. Hojas escamadas están presentes en el cuerpo del cormelo y en la axila de cada hoja escamada un brote axilar. Se establece

que cada cormelo es un tubérculo del tallo, evidenciado por su posesión de un brote terminal, hojas escamadas, y brotes axilares. Los tipos eddoe tienden a tener un mayor número de cormelos que los del tipo dasheen. Los cormelos y los cormos son comestible, los primeros son menos leñosos (Onwueme, 1978).

a. Ciclo de crecimiento

Para Ching (1970), el periodo de crecimiento que viene inmediatamente después de la siembra o trasplante está marcado por un crecimiento rápido del retoño. Este incremento del crecimiento del retoño continua hasta seis meses después de plantado; luego el crecimiento y el peso seco del retoño van en declinio. La disminución en crecimiento del retoño se observa con una reducción en número de hojas y área foliar. Hay también una reducción del tamaño del pecíolo que se refleja en el campo como una disminución de altura de planta. A lo largo de la vida del taro o papa china hay una producción continua de hojas; con la muerte de las hojas más viejas, aparecen las nuevas.

El patrón de crecimiento de cormos y cormelos de cocoyam es contrario de lo que sucede en el retoño. La formación de cormos empieza cuando la planta tiene alrededor de tres meses de edad. El crecimiento de cormos y cormelos es lento durante los primeros meses después de la siembra, pero se incrementa en la última etapa del ciclo cuando el crecimiento del retoño está en declinio (Onwueme, 1978).

Al final de la etapa de crecimiento, el retoño del taro o papa china puede marchitarse completamente, dejando solamente cormos y cormelos perennes. Cuando vuelven las condiciones favorables, algunos brotes en los cormos y cormelos darán lugar a “chupones” que crecen como nuevas plantas alrededor de la planta madre original. Si la estación no es demasiado severa o demasiado prolongada, el retoño puede permanecer vivo hasta la llegada de la próxima estación de crecimiento (Onwueme, 1978).

4. Requerimientos edáficos y climáticos

Onwueme (1978) y Montaldo (1991) señalan que una característica importante del taro o papa china es su alto requerimiento de humedad. El taro es una planta esencialmente tropical, requieren altas precipitaciones y bien distribuidas (sobre 2000 mm por año) para obtener los mejores rendimientos. Cuando la lluvia es baja el crecimiento del cormo se reduce.

Los taros eddoe toleran condiciones más secas que los tipo dasheen. De hecho la mayoría de los taros dasheen se desarrollan mejor bajo las condiciones inundadas. En cuanto se refiere a la temperatura, el taro o papa china es un cultivo de clima cálido y requiere promedio diario sobre 21°C. No puede crecer bien en condiciones de bajas temperaturas (Onwueme, 1978).

El mismo autor señala que los tipos dasheen crecen mejor donde el suelo es pesado y tienen una alta capacidad de retención de humedad. Los tipos eddoe prefieren tierras arcillosas bien drenadas con una lámina alta de agua. Para cualquier tipo de taro los suelos inundados y anegados son bien tolerados y de hecho son preferidos en ciertos cultivares. Aparentemente las plantas de taro que crecen bajo condiciones de inundación y suelos pobres son capaces de transportar oxígeno de las partes aéreas de la planta a las raíces; esto permite a las raíces respirar y crecer normalmente. Respecto al pH el taro prefiere un suelo ligeramente ácido de 5.5-6.5. Esta planta puede tolerar mejor los suelos salinos que muchos otros cultivos.

El taro es esencialmente un cultivo de tierra baja (pocos metros sobre el nivel del mar); y aunque se han cultivado en altitudes de hasta 2 000 msnm., los rendimientos tienden a ser muy pobres. Las temperaturas relativamente frías encontradas a mayores altitudes probablemente son la causa para que los rendimientos se mantengan bajos (Onwueme, 1978).

Montaldo (1991) indica que en Colombia se cultiva taro o papa china en la región occidental del valle del Cauca y en el Chocó, con precipitaciones anuales sobre 7000 mm., en sitios anegadizos, o en la falda de los cerros, con un pH entre 4.5 y 6, y temperaturas de 27°C.

5. Valor nutritivo

Cuando un cultivo es orientado a la alimentación, el valor nutritivo y la aceptación del consumidor son importantes. El valor nutritivo de un alimento depende de sus estándares nutritivos, de su digestibilidad y de la presencia o ausencia de antinutrientes y factores de toxicidad. Los cormos y cormelos son la parte económica importante del taro. De vez en cuando las hojas y pecíolos son también usados como alimento (Lee, 1999) [internet].

El principal alimento almacenado en el cormo son los hidratos de carbono, cuya fracción está compuesta como sigue:

Tabla 1: Análisis fraccionario del contenido de hidratos de carbono en cormo del taro.

Componente	%
Almidón	77.9
Pentosa	2.6
Proteína cruda	1.4
Dextrina	0.5
Azúcares reductores	0.5
Sacarosa	0.1

Fuente: (Coursey, 1968; Oyenuga, 1968).

Tabla 2: Composición química y nutricional de diferentes tipos de araceas comestibles.

	Taro (T)	Tannia (t)	Taro gigante (TG)	Taro gigante de pantano (TGP)	Ñame pata de elefante (ÑPE)
Número de muestras y países	71 muestras de 3 países	37 muestras de 2 países	37 muestras de 2 países	27 muestras de 2 países	7 muestras de un cultivar
Humedad %	69.1	67.1	70.3	75.4	77.8
Energía kJ.100 g ⁻¹	480	521	449	348	336
Proteína %	1.12	1.55	2.15	0.51	2.24
Almidón %	24.5	27.6	21.5	16.8	16.6
Azúcar %	1.01	0.42	0.96	1.03	0.14
Fibra dietética %	1.46	0.99	1.85	2.78	1.45
Grasa %	0.10	0.11	0.10	0.16	0.06
Cenizas %	0.87	1.04	0.92	0.67	1.36
<i>Minerales (mg.100 g⁻¹)</i>					
Ca	32	8.5	38	182	97
P	70	53	44	16	67
Mg	115	27	52	21	47
Na	1.8	6.6	30	72	4.1
K	448	530	267	67	622
S	8.5	7.9	12	3.3	12
Fe	0.43	0.40	0.83	0.61	0.51
Cu	0.18	0.19	0.07	0.11	0.18
Zn	3.8	0.52	1.57	2.3	1.05

Mn	0.35	0.17	0.62	0.69	0.31
Al	0.38	0.53	0.36	1.36	0.41
B	0.09	0.09	0.10	0.09	0.17
<i>Vitaminas (mg.100 g⁻¹)</i>					
Vitamin A (ret. + -car./6)	0.007	0.005	0	0.005	0.07
Thiamina	0.032	0.024	0.021	0.025	0.06
Riboflavina	0.025	0.032	0.018	0.019	0.05
Ácido nicotínico	0.76	0.80	0.48	0.46	1.2
Acid. Pot. Nic. = Trp/60	0.19	0.33	0.46	0.07	-
Total vitamina C (AA + DAA)	15	14	17	16	3.8
<i>Aniones orgánico ácidos y oxalato de calcio (mg.100 g⁻¹)</i>					
Oxalato total (Ox)	65	42	42	288	18
Oxalato soluble	35	44	17	45	-
Oxalato de calcio	43	23	37	399	-
Calcio libre	10	0	15	10	-
Malato	107	211	320	106	105
Citrato	102	314	278	86	142
Succinato	168	506	370	295	0
Inhibitor de Tripsina (TIU.g ⁻¹)	14	0.3	269	2.5	0.56
Inhibitor de Chymotrypsina (CIU.g ⁻¹)	0	0	57	0	-

Fuente: (Bradbury, 1988)

Standal (1970), refiriéndose a los ácidos grasos, dice que 73% son no saturados y 27% saturados.

Por los nutrientes que proporcionan, los cormos pueden ser considerados como una fuente buena de hidratos de carbono y potasio (Lee, 1999) [internet].

El almidón de taro consiste de 17-28% de amilosa, mientras el resto es amilopectina. La amilosa tiene 490 unidades de glucosa por molécula mientras la amilopectina tiene 22 unidades de glucosa por molécula. Los granos de almidón son muy pequeños y van en diámetro de 1 a 4 milimicras. Como resultado, el almidón del taro es muy rápidamente digerible cuando es usado para alimento (Onwueme, 1978).

Además de su alto contenido de almidón, el taro o papa china tiene un volumen alto de proteína y aminoácidos que otras raíces y tubérculos tropicales. El contenido de proteína del cormo de taro (aproximadamente 7% en una base de peso seco) es ligeramente más alto que ñames, yuca, o patata dulce. La proteína tiene la mayoría de los amino-ácidos esenciales, pero es bastante bajo en histidina, lisina, isoleucina, triptofano y methionina (Onwueme, 1978; Kay, 1987).

Aunque los cormos de taro son una fuente relativamente pobre de ácido ascórbico ($8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) y caroteno ($2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), el volumen del caroteno es equivalente al de repollo y dos veces al de patata. El Taro también contiene cantidades mayores de vitaminas del complejo B, que la leche entera. Las hojas cocinadas tienen el mismo valor nutritivo de la espinaca (Lee, 1999) [internet].

Todas las parten del cormo no tiene exactamente la misma composición. La materia seca así como el contenido de almidón de los cormos son más bajos en el ápice que en la base del cormo. Además, la mayoría de los nutrientes no almidonados del cormo están concentrados en la cáscara exterior. La cáscara pueden por consiguiente utilizarse como alimento para rumiantes en lugar de ser desechada (Onwueme, 1978).

Los cormos de taro contienen cristales de oxalato de calcio (0.1-0.4% en peso fresco), que son la causa del efecto irritante del cormo crudo. Este efecto se elimina durante la cocción (Onwueme, 1978).

Millar, Ross y Louis (1947) dan el siguiente contenido de oxalatos, expresados en ácido oxálico:

	<i>Base Húmeda cocida %</i>	<i>Base seca %</i>
Hojas	0.36	2.01
Cormelos	0.10	0.30

La hoja de taro es también nutritivamente rica y contiene aproximadamente 23% de proteína en una base de peso seco. Es rica fuente de calcio, fósforo, hierro, vitamina C, tiamina, riboflavina, y niacina. La hoja de taro es más rica en proteína que la de tannia (*Xanthosoma sagittifolium*), así como en todos los otros nutrientes excepto grasas. La lámina de hoja fresca de taro contiene 80% humedad, mientras el pecíolo tiene 94% (Onwueme, 1978).

a. Usos del Taro

Colocasia esculenta, normalmente conocido como taro, es un alimento primordial en los países en vías de desarrollo de África, Indias Orientales, Asia y la región del Pacífico. Los cormos generalmente se usan como la principal fuente de hidratos de carbono en las comidas, sin embargo en numerosos países se preparan bocadillos de taro y estos pueden ser dulces o salados, suaves o crujientes. Los hawaianos tradicionalmente acostumbran a hacer “poi” de taro (Lee, 1999) [internet].

El **poi** es una pasta purpúreo-gris procesada de taro, que se ha vuelto popular en Hawaii y Polinesia. Los cormos y cormelos de taro se cocen a presión, luego son lavados, pelados y se majan hasta una consistencia semi-fluida. El producto así es pasado a través de una serie de coladeras, la última tiene orificios de 0.5 mm de diámetro. Finalmente se pone en bolsas y se venden o se almacenan a temperatura baja en un cuarto. Durante el almacenamiento el producto sufre una fermentación debida a *Lactobacillus spp.* Durante la fermentación el producto se pone más ácido,

el pH baja de 5.7 a 3.9. En ocasiones pueden agregarse productos de coco al “poi” fermentado antes de que se consuma (Onwueme, 1978).

El Taro juega un papel importante en la dieta de la población de Melanesia, Micronesia y Polinesia. El buen físico y dientes excelentes que las personas todavía poseen, testifican esta dieta adecuada (Lee, 1999) [internet].

En un estudio sobre ataque de caries entre habitantes de las Islas Manus de Melanesia, se hizo una comparación entre personas que comieron sólo taro y aquéllos que subsisten con sagú (*Metroxylon sp.*). Los comedores de taro tenían mejores arcos dentales y mostraron una incidencia más baja de infección aguda o sub aguda de las encías. Esto se atribuyó al volumen más alto de vitaminas del taro, simultáneamente se observó una mejora marcada en las condiciones dentales y una incidencia reducida de pulmonía, diarrea, enteritis, y beriberi entre los bebés nacidos en zonas de Hawai, que fueron alimentados con poi y patata dulce (camote) en lugar de pan y arroz. En los últimos sesenta años, los investigadores han confirmado la superioridad del taro por encima de otros primordiales alimentos almidonados. Se ha estimado la digestibilidad del almidón de taro en 98.8 por ciento. El tamaño del grano de almidón de taro es una décima del de patata. Debido a su facilidad de asimilación, el taro puede ser usado por persona con problemas digestivos. Harina de taro y otros productos se han usado extensivamente para formulaciones infantiles en los Estados Unidos y ha formado un importante constituyente de las propiedades de las comidas enlatadas para bebé. El taro es especialmente útil para las personas alérgicas a los cereales y puede ser consumido por niños que son sensibles (alérgicos) a la leche. La sensibilidad al taro ocurre con mucha menor frecuencia que hacia otros almidones (Lee, 1999) [internet].

Otra característica es la digestibilidad del “poi”; el mismo que puede ser usado como una base de hidrato de carbono para formular substitutos de la leche. En un estudio dietético del “poi”, se considera que los usos más populares se han dado en niños convalecientes o sometidos a dietas suaves, en caso de desnutrición o

alergias a cereales; para personas adultas desdentadas y personas con úlcera gástrica (Derstine y Rada, 1952).

En muchas formas el taro o papa china es un cultivo único. Sus gránulos de almidón varían en tamaño de 1 a 6.5 micrómetros y puede ser útil como un aditivo para plásticos biodegradables (Lee, 1999) [internet].

En comparaciones de los resultados de estudios en microscopía y luz láser mostraron que algunas variedades de taro tienen almidones de tamaño de partícula de 1 - 6.5 μm de diámetro, comparado con el almidón de arroz de aproximadamente 5 μm que es el más fino de los almidones normalmente disponibles. Así, el almidón de taro literalmente toma partida desde donde terminan el resto de almidones comerciales. Por otro lado, el almidón de tannia (*Xanthosoma sagittifolium*) tiene granos relativamente grandes con diámetros de 17-20 μm . Por consiguiente, los cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) son únicos en cubrir un amplio rango de tamaños de partículas (Griffin y Wang, 1983).

Además del tamaño de partícula, la temperatura de empastado o gelificación del almidón también es importante durante el procesamiento y las aplicaciones industriales. Datos disponible indica que las araceas tienen temperaturas altas de gelificación comparadas con fuentes de almidón tradicionales (Tabla 3). Estos datos indican que dichas araceas comestibles y el taro en particular podría proporcionar una única combinación de partículas pequeñas con altas temperaturas de gelificación (Opara, 2003) [internet].

La literatura en tecnología de aplicación del almidón resalta áreas específicas en las que pueden aplicarse las propiedades de almidón de taro en industrias comerciales. Estas áreas incluyen cosméticos, jarabes, gomas, películas de empaquetado (empacado) para atmósferas modificadas, componentes modificadores para plásticos, y energía renovable (Opara, 2003) [internet].

Tabla 3: Tamaño de partícula y temperatura de gelificación del almidón de taro, almidón de cereales y almidón de papa.

Tipo de cultivo	Tamaño de partícula (µm)	Temperatura de Pasting o gelificación (°C)
Taro		
- Akalomama	6	64
- Bun-Long	5	71
- Antiquorum (cv Martin)	3.5	68
Trigo	15 (circa)	54
Arroz	5	64
Patata	50	60

Fuente: (Griffin y Wang, 1983).

La producción mundial y demanda de jarabe industrial ha aumentado considerablemente en las últimas décadas y se predice que continuará en el futuro. Como otros almidones vegetales, el almidón de taro podría procesarse en jarabe de fructosa altamente enriquecido (HFES, por sus siglas en inglés) que es un edulcorante diluido hecho de almidón. El valor nutritivo del HFES es similar al de la sacarosa, y también es muy palatable, barato, y fácil de usar como endulzante. Podrían construirse instalaciones en áreas donde el almidón está disponible y es barato. Presentaciones locales incluyen enlatados, mermeladas, jaleas, y bebidas suaves. Además las araceas contienen una sustancia mucilaginosa que se hincha e hidrata en el agua. Esta goma tiene utilidad potencial como emulsificante y espesante, y agente suavizador para las cremas, suspensiones, y otras preparaciones alimenticias coloidales (Opara, 2003) [internet].

Hay una considerable preocupación global por la reducción de las fuentes de energía no-renovables y los efectos deletéreos de los combustibles fósiles al medio ambiente. Muchos países podrían reemplazar parte de su consumo de petróleo con alcohol producido de los azúcares o almidones que contienen los tubérculos, dando

lugar a economías domésticas favorables; las araceas comestibles servirían como un material alimenticio para la generación de energía. El rendimiento del alcohol de taro es más bajo que el de yuca y cereales pero más alto que el de la caña de azúcar y maíz dulce (Tabla 4). La proporción de conversión almidón-alcohol aceptada es de aproximadamente 1.67 Kg. de almidón a 1 litro de alcohol, y en EE.UU los costos de producción del alcohol de taro fueron considerados similares al de yuca o caña de azúcar y en 1978 se estimó en \$0.15 por litro, comparado con la producción del etanol de maíz a \$0.11 por el litro (Opara, 2003) [internet].

Tabla 4: Rendimiento estimado de alcohol por tonelada (peso fresco) y ciclo productivo de los cultivos seleccionados.

Cosecha	Rendimiento del alcohol (litro.t⁻¹)	Ciclo productivo (meses)
Taro	142	9-15
Patata dulce	142	5
Caña de Azúcar	67	10-22
Sorgo dulce	76.7	4
Yuca	180	12
Maíz	385	3.5
Trigo de primavera	368	4
Grano de Sorgo	389	3.5

Fuente: (Wang, 1983).

B. MANEJO DEL CULTIVO

1. Métodos de propagación

El material comercial de siembra usado para la producción de papa china comprende: (a) pequeños cormos o secciones cortadas de cormos grandes; (b) cormelos o secciones cortadas de cormelos grandes; (c) cortes del tallo que consisten de la porción apical del cormo (1 cm.) y de 15-25 cm. de la parte baja del pecíolo (Onwueme, 1978; Montaldo, 1991) (Lee, 1999) [internet].

El tipo de corte de tallo es llamado “huli” en Hawai, los mismos que son plantados a máquina o a mano en los cultivos bajo inundación (Plucknett *et al.*, 1970; Onwueme, 1978).

Las secciones del cormo dan un rendimiento más alto que los de cormelos; mientras los cortes del tallo, dan un rendimiento más alto que el de secciones del cormo. El tamaño óptimo de las secciones usadas para el cultivo de *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium* es aproximadamente 150 g (Onwueme, 1978).

Como otros tubérculos tropicales, la multiplicación rápida del taro o papa china se hace difícil por la baja producción de material de propagación y germinación de semillas. Sin embargo, cuando se desea multiplicación rápida del material clonal (trabajos en 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 crecer a los brotes laterales del cormo. En la práctica, la dominancia apical es eliminada cortando el brote apical, dividiendo el cormo en pedazos horizontales, o cortando y separando los brotes laterales para sembrarlos separadamente. El segundo método de multiplicación rápida involucra clonación de tejidos meristemáticos del cormo los cuales son cultivados en medios especiales. El meristemo prolifera produciendo una masa de células que pueden diferenciarse en pequeñas plantas de taro (Mapes, 1973).

2. Preparación del suelo

El taro crece bajo condiciones de inundación (lowland) o bajo condiciones de seco (upland). Los rendimientos generalmente son más altos bajo condiciones de inundación, pero el tiempo requerido para la maduración del tubérculo es más largo, y la cantidad de esfuerzo invertido en la preparación de la tierra es mayor (Onwueme, 1978).

Para el cultivo inundado del taro, la preparación de la tierra involucra esencialmente desmonte, arado, rastrado, escarificando, y enfangado (se cubre con una mezcla de arcilla y arena). En Hawái, donde la preparación del suelo para el cultivo del taro ha logrado un grado alto de mecanización, el arado y el discado se hacen con implementos de caucho para los que los tractores de la granja se hallan equipados con dispositivos especiales. El enfangado se hace entonces con un disco o con una grada dentada de púas (Plucknett *et al.*, 1970).

En otras localidades son diferentes los tipos de equipo e incluso herramientas de mano los empleados en la preparación del terreno para el cultivo bajo inundación. Con cualquier práctica de preparación que sea empleada, la meta es tener un campo relativamente nivelado y con efecto de dique o represa en todos los lados para que el agua pueda encerrarse dentro del campo. La tierra debería ser lo suficientemente fangosa para que la filtración del agua encerrada este reducida al mínimo (Onwueme, 1978).

Para el cultivo en seco, la preparación del suelo también involucra desmonte, arado y escarificado. No hay necesidad de construir diques alrededor del campo ya que no es necesario agua permanente. Tampoco hay la necesidad de asegurar que el campo esté nivelado; pero si se va a utilizar riego por gravedad, el campo debe tener un declive suave y deben abrirse surcos. El plantado es directamente al suelo, aunque puede a veces ser practicado el plantando en camas. Se ha demostrado que el plantado en camas no tiene rendimientos altos, aunque puede tener la ventaja de hacer una cosecha mecanizada (Onwueme, 1978).

En producciones tradicionales de taro, menos mecanizadas, el plantando se hace bajo montones de tierra o en agujeros excavados en terrenos sin arar. En muchas partes de África occidental, por ejemplo, el taro se siembran bajo montones de tierra idénticos a los preparados para la producción de ñame o yuca (Onwueme, 1978).

3. Densidad de plantación

En demostraciones de ensayos realizados en Brasil (Silva *et al.*, 1971), India (Purewai y Dargan, 1957), y Hawai (Ezumah, 1973; Ezumah y Plucknett, 1973), se encontrará que en espacios menores aumentan el rendimiento de cormos y de retoño por hectárea; pero, disminuye el rendimiento de cormos por planta. Sobre este mismo punto los rendimientos altos por hectárea se lograrán aún si el espacio se disminuye a 30 cm. x 30 cm.; 109 000 plantas / ha, lográndose una cantidad importante de material de siembra; pero el retorno neto por unidad de material de siembra es bajo. Como punto medio se recomienda espacios de 60 cm. x 60 cm., que es recomendado para Fiji. También se pueden dar mayores espacios; 90 cm. x 90 cm., que son espacios de siembra tradicionalmente usados por los granjeros, aunque con rendimientos bajos (Sivan, 1973).

En el occidente de África los espacios son de 1 m x 1 m, o aun más ancho. De hecho, la mayoría del cultivos de taro o papa china alrededor del mundo emplean espacios demasiado anchos (bajas densidades); 5 000 plantas / ha, y los rendimientos son más bajos. La incidencia de malas hierbas en el campo disminuye cuando las distancias de siembra son menores. En cultivo de taro bajo inundación, en que la humedad no es ningún impedimento, el espacio es menor que el diseñado para cultivos de secano. En ciertas plantaciones establecidas, el taro es sembrado en asociación con otros cultivos. El espaciamiento bajo tales condiciones no es fijo, pero es determinado por la densidad de las especies que comparten esa porción del campo (Onwueme, 1978).

4. Plantación

Para el cultivo de taro en seco las semillas se siembran 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 a stress hídrico. 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 seco de taro. El “mulch” normalmente está constituido de hojas muertas y pasto; esto sirve para conservar la humedad y reducir la temperatura alrededor de las plantas (Onwueme, 1978).

En el cultivo de taro en Japón, el uso del acolchado de polietileno ha sido probado. La lámina de polietileno de más de 1 m ancho, es extendida sobre la hilera de cultivo plantado; esto sirve para conservar la humedad y controlar malas hierbas. El polietileno negro da un mejor control de malas hierbas y altos rendimientos, que el polietileno transparente. Una de las mayores limitaciones del polietileno es que los chupones que se desarrollan alrededor de la planta principal tienden a quedar atrapados bajo el acolchado (Plucknett *et al*; 1973).

En el método de inundación de taro, la siembra o plantado se hace a 2 o 5 cm. dentro del agua empozada. El tubérculo semilla o corte de tallo se inserta a mano en el suelo fangoso. Previamente se colocan cordones a través del campo como guías para cuadrar la plantación. El método tradicional de plantando para taro inundado es una tarea desagradable e involucra horas de permanecer de pie en barro. Por otra parte el uso de una sembradoras de tomate para sembrar cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) en tierra seca ha demostrado éxito; en este caso, la inundación del cultivo debería hacerse inmediatamente después del plantado (Plucknett *et al*; 1973).

5. Época de siembra

En los trópicos el mayor determinante para la época de siembra en taro es la disponibilidad de agua. Donde hay distintas estaciones lluviosas y secas el plantado se realiza poco después de que las lluvias se han puesto regulares. Donde la irrigación está disponible, el plantado puede hacerse en cualquier momento del año; así se práctica en Hawai; en este caso, la plantación para un granjero particular está determinado por la mayor época de demanda; a esto se suma que la cosecha anterior proporciona las semillas de la nueva siembra. Cuando el taro o papa china es cultivado en países con altas temperaturas, como es Egipto por ejemplo, el plantado se hace en primavera, para que la cosecha pueda crecer durante los meses calurosos de verano (Onwueme, 1978).

6. Sistema de siembra

Cuando el taro se cultiva en tierras de naturaleza pantanosa, asegura suficiente humedad para la mayor parte de la etapa de crecimiento; pero su manejo se dificulta debido a que no es fácil drenar el campo cuando se necesita, o incluso cuando no es fácil controlar el nivel del agua (Onwueme, 1978).

El desarrollo del taro en asociación con otros cultivos es práctica común en muchos partes del mundo. Se planta a menudo entre las posiciones jóvenes de cultivos perennes (caucho, plátano, cacao, coco y / o cítricos) y se cosecha antes de que el cultivo perenne se cierre totalmente (Onwueme, 1978).

Según Estrada y Gavis (1978) el taro aparece como pionero una vez que se ha talado el monte natural.

El lugar apropiado para el cultivo de taro en rotación es determinado por consideraciones de nutrición y de protección de los cultivos. En Hawai, el taro es continuamente cultivado en muchos campos inundados durante varios años. De vez en cuando, el campo es drenado y se siembran tomate, pepinos o pimientos verdes, y,

después de que las verduras se cosechan, el campo vuelve a ser inundado y dedicado al taro. El taro cultivado después de “cowpea” u otra leguminosa de sistema radicular profundo probablemente es lo mejor. En Japón a veces se cultivan en rotación taro de secano y arroz inundado, en la misma parcela, resultando una mejora en los rendimientos para ambas cosechas (Onwueme, 1978).

Montaldo (1991) señala que el taro se cultiva asociado con la palma de chontaduro, yuca, caña de azúcar, banano y piña.

7. **Manejo del agua**

Taro es un cultivo que requiere humedad a lo largo de su desarrollo. Sus hojas son grandes por lo que la transpiración es en grandes cantidades; además, el stress por humedad intermitente da como resultado la producción de cormos con forma de mancuerna y de pobre calidad. Una meta que el granjero debe esforzarse es lograr un amplio suministro permanente de agua al cultivo (Onwueme, 1978).

El mismo autor señala que el manejo del agua no puede ser más crítico o más arduo que en el cultivo de taro bajo inundación. La preparación del suelo inundado para el taro está dictado por la necesidad de encerrar el agua en el campo. Construcción de diques, nivelación de la tierra, surcado del terreno, construcción de canales, etc., son pasos tomados para lograr la presencia de agua en el campo y mantenerla allí. La semilla se planta a 2-5 cm. de profundidad del agua empozada. Cuando las raíces se han desarrollado lo suficiente, el nivel de agua se levanta para que la base de la planta se mantenga sumergida. Cuando la base de la planta crece sobre el nivel de agua existente, el nivel se levanta de nuevo, y así sucesivamente hasta el momento de la cosecha. De vez en cuando el campo puede ser drenado para la aplicación de fertilizante, pero debe ser reinundado unos días después de la aplicación.

La inundación del taro produce resultados significativamente altos en rendimiento que cuando es manejado con riego por surcos o riego por aspersión. Los

altos rendimientos asociados con la práctica de inundación han sido atribuidos a la habilidad de producir chupones y a la mayor área de hojas, que de esto resulta (Ezumah, 1973; Ezumah y Plucknett, 1973).

Mediante la comparación de los métodos de irrigación utilizados en cultivos de secano se ha encontrado que al utilizar el riego por surcos se logra una mayor área de hojas y un mayor rendimiento total en la cosecha, que al utilizar riego por aspersión. El rendimiento de cormos chupones es mayor con riego por surcos que bajo riego por aspersión (Onwueme, 1978).

8. Control de malezas

Las parcelas de taro son susceptibles de ser enmalezadas durante los primero tres o cuatro meses. Cuando el cierre del dosel ocurre, las malezas se mantienen con bastante control; sin embargo, esta situación es únicamente temporal. El ciclo de vida del taro es tal que, cerca de finalizarla madurez, las nuevas hojas nacen progresivamente pequeñas, y así, aun cuando se logra el cierre del dosel a mitad de estación, éste se abre nuevamente, y las malezas pueden crecer de nuevo. Por consiguiente, el problema de control de malezas en taro es bastante crítico en las siguientes fases: durante el crecimiento vegetativo temprano y durante el periodo de acumulación de almidón y maduración (Onwueme, 1978).

Para el cultivo de taro en secano, el desyerbe se hace normalmente con herramientas de mano. Tal control mecánico debería ser con la mínima profundidad para evitar daño al sistema radicular del taro que es muy superficial (Montaldo, 1991).

Se dispone de varios herbicidas como Prometrina con una dosis de 1.2 Kg. / hectárea, aplicado antes de la emergencia, da 4 - 8 semanas de control, su uso viene siendo practicado en el occidente de India y Samoa. También ha sido identificado como eficaz, Dalapon de 3 a 4 Kg. / ha, aplicado después del plantado pero antes de la emergencia. TCA a 5.6 Kg. / ha usado junto con Diuron (3.4 Kg. / ha) o con

Atrazina (3.4 Kg. / ha) puede controlar malezas en taro de secano. Se han usado con éxito Trifluralin y Ametrina (Onwueme, 1978).

Los herbicidas también pueden ser agregados al agua de la irrigación. Nitrofen entre 3-6 Kg. / ha, o RP-17623 a 1.5 Kg. / ha han dado buenos resultados de control de malezas en taro inundado en Hawai (Peña *et al.*, 1971).

9. Plagas y su control

Las hojas de taro pueden albergar **pulgones** (*Aphis gossypii*), **tigres** (*Corythuca gossypii*), diversos **chinchés** y **cochinillas**, aunque por lo general estos no revisten mayor gravedad. Lo mismo que en el ñame, los **gusanos blancos** de *Lygirus* sp. pueden practicar agujeros en los tubérculos de taro (Messiaen, 1979).

El **saltador de la hoja de taro** (*Tarophagus proserpina*) es la plaga más seria del taro. Causa pérdidas severas en Polinesia, Hawai, Islas Carolina, y Samoa. Control biológico ha sido logrado usando huevos del insecto chupador filipino *Cyrtorhinus*. Pulverizaciones con 1% BHC a 7-8 Kg. / ha es también eficaz (Onwueme, 1978).

Sivan (1970) en las islas Fiji y Plucknett (1970) en Hawai, nombran a *Tarophagus proserpina* como una plaga importante; y en Samoa, Matsumoto y Nishida (1966) informan también que esta plaga puede controlarse biológicamente.

Otras plagas del taro son la **polilla de la patata dulce** cuyas larvas defolian la planta, y el **escarabajo del taro** que se alimenta de las raíces y cormos del taro (Onwueme, 1978).

El ataque de **babosas** a los cormos causa heridas a través de las cuales ingresan organismos infecciosos secundarios. Las babosas se han vuelto la principal amenaza a la producción del taro, en muchas áreas de cultivo; las pérdidas en el rendimiento son del 60%; la incidencia puede ocurrir tanto en el follaje como en el

cormo. En la actualidad no hay proyectos para erradicar el problema, pero control manual, aspersiones con agua salina, y aplicación de pesticidas con bases cúpricas están entre las practicas generalmente llevadas a cavo para el control de esta plaga en la Universidad de Hawai (Opara, 2003) [internet].

10. Enfermedades y su control

La **quemadura de la hoja del taro** es causada por el hongo *Phytophthora colocasiae*. Esta enfermedad aparece primero como una lesión foliar redonda empapada de color púrpura parduzco, de la que exuda un líquido amarillo claro. Las lesiones son inicialmente de 1-2 cm. de diámetro, las cuales crecen, se unen y eventualmente muere la lámina entera. La enfermedad se ve favorecida por noches frescas, 20-22°C y humedad relativa del 100%, y días con 25-28°C y humedad relativa del 65%, particularmente si estas condiciones están acompañadas de tiempo nublado y lluvioso. Temperaturas bajas (< 20°C) limitan la esporulación del hongo, el agua en las hojas es necesaria para la germinación de las esporas del hongo y para que la infección ocurra (Onwueme, 1978).

Las plantas jóvenes de taro no se infectan bajo las condiciones de campo porque sus laminas foliares están casi en posición vertical y no retienen cantidades apreciables de agua libre (Trujillo, 1969; Onwueme, 1978)

Onwueme (1978) sostiene que la quemadura de la hoja del taro es comúnmente controlada con el uso de fungicidas cúpricos; sin embargo, Messiaen (1979) dice que con las pulverizaciones cúpricas (lo mismo que con Difolatán, mucho más eficaz) se corre el riesgo de causar una fototoxicidad, por lo que recomienda el uso de Mancozeb como suficiente, sin ningún efecto nocivo para la planta.

La **podrición suave del taro** es causada por varias especies de *Pythium*. Se trata de un patógeno del suelo que ataca las raíces y cormos. Infecta a plantas que muestran marchitamiento y clorosis de las hojas, así como prolifera muy bien en las

raíces de la base del retoño. El cormo se vuelve suave y apestoso, y a menudo la planta se muere. La enfermedad es más común en taro inundado, y relativamente rara en taro de secano. La pudrición suave del taro ha sido reportada en Hawái, Nuevas Hebrides, y otros varios lugares en la región del Pacífico. En Hawái se han reportado pérdidas de 10-100% (Onwueme, 1978).

La **pudrición de Sclerotium** es causada por *Sclerotium rolfsii*, ocurre principalmente en taro de secano y es la causa que impiden el crecimiento de la planta, se produce la pudrición del cormo y la formación de numerosos sitios esférico de infección en el cormo. El crecimiento de un micelio blanco como algodón está presente. La enfermedad se ha reportado en Fiji, Philippines, y Hawaii. El control es mediante aplicaciones al suelo en drench con Terraclor o Botran en proporciones de 11-12 Kg. / ha (Onwueme, 1978).

La **mancha de la hoja por Cladosporium** es causado por *Cladosporium colocasiae*. Ocurre en los dos sistemas de cultivo del taro. Las manchas café oscuro aparecen en las hojas más viejas. La enfermedad se ha reportado en Hawaii, Nueva Caledonia, Las Nuevas Hebrides, y Samoa. No causa pérdidas apreciables en rendimiento, y normalmente se controla incidentalmente cuando se realizan las aplicaciones para controlar la quemadura de la hoja del taro (Onwueme, 1978).

Messiaen (1979) sostiene que *Cladosporium* y *Helminthosporium* aceleran la senescencia de las hojas viejas en taro.

En la costa pacífica de Colombia, Estrada y Galvis (1978) indican las siguientes enfermedades en taro: añublo foliar (*Pseudomonas* sp.); negrilla o fumagina (*Capnodium* sp.); pudrición negra o del cormo (*Rosellinia* sp.); pudrición blanda (*Pythium* sp.); pudrición algodonosa (*Sclerotium* sp.).

El **nudo de raíz por nemátodos** (*Meloidogyne* spp.) causa daño en el taro de secano y a veces puede producir pérdida total de la cosecha. Se caracteriza por presentar agallas en las raíces e hinchazones irregulares en el cormo; también ocurre

un impedimento del crecimiento. El agente causal puede transportarse en los cormos; por consiguiente, una medida de control es plantar material libre de nematodos. Si el material de propagación está contaminado, debe tratarse con agua a 40°C durante 50 minutos para destruir los nematodos. El suelo infestado con estos nematodos debería ser fumigado con Telone, Nemagon, DDS, Hexanema, o Nemafos (Onwueme, 1978).

Messiaen (1979) atribuye a Zettler la descripción del “**Dasheen mosaic virus**” (**DMV**), cuyo vector son los pulgones, pertenece al grupo de virus Y, cuyos síntomas son fluctuantes en el *Xanthosoma* en las Antillas, y muy raros en *Colocasia*. Aparecen constantes en ciertos clones de *Xanthosoma brasiliense*.

La mayoría de virologos que han examinado en el microscopio electrónico preparaciones obtenidas a partir de extractos o secciones ultrafinas de *Colocasia* o de *Xanthosoma* han observado partículas filamentosas de 750 milimicras que corresponden al **DMV**, que contamina probablemente de forma más o menos discreta la mayoría de los clones cultivados (Messiaen, 1979).

En las islas Fiji se ha observado en *Colocasia*, dos enfermedades viróticas graves, conocidas con el nombre de “**Alomae**” y “**Bobone**” que son virus baciliformes que provocan la muerte de las plantas (Messiaen, 1979).

11. Cosecha y rendimientos

Para el taro de secano la cosecha debe programarse para la estación seca, o por lo menos durante clima seco. En estas condiciones la mayoría de las raíces mueren y los cormos pueden ser recogidos simplemente tirando la planta. Sin embargo, si las lluvias ocurren después de alcanzada la madurez, o si la cosecha tarda demasiado, el crecimiento puede volver a darse resultando en la producción de nuevas raíces que hacen la cosecha más difícil (Onwueme, 1978).

Opara (2003) [internet] señala que la cosecha se lleva a cabo alzando los cormos a mano. Se usan herramientas como el azadón y machete o cuchillo para quitar la tierra alrededor del cormo. También se usa palas. Se han estudiado cosechadoras mecánicas experimentales, no existe ningún equipo comercial dedicado a la cosecha de cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*).

Para el taro inundado, el sistema radicular tiende a permanecer vivo, aun después de que los tubérculos han alcanzado la madurez y están listos para la cosecha. En tal caso, no es posible recoger los cormos mediante tirado o jalón. En cambio, una vara de 1.5-2 m de longitud se usa para desunir las raíces en un círculo alrededor de la planta. El cormo es entonces recogido del suelo (Onwueme, 1978).

A veces no se realiza una cosecha total del cormo de cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*), de una sola vez. Para eso la tierra alrededor de la base de la planta principal se excava, y los cormelos y cormos secundarios son removidos, dejando el cormo principal o porciones de él para que continúe el crecimiento y produzca una nueva cosecha. Cuando la nueva cosecha está madura, se usa el mismo método de recolección. De esta manera el cultivo se desarrolla como si fuera perenne, y se sujeta a múltiples cosechas. Esta práctica prevalece más en regiones de pesados ciclos lluviosos anuales donde la ausencia de una larga estación seca permite a la planta ir de año en año sin pasar por la etapa de muerte – reposición de la parte aérea (Onwueme, 1978).

La condición de las hojas es un índice de madurez para evaluar el estado de los cormos a la cosecha. El taro está listo para cosechar, cuando la mayoría de las hojas empieza a tornarse amarillentas (Onwueme, 1978; Montaldo, 1991) (Opara, 2003) [internet].

Al parecer no hay cambios morfológicos que indiquen la madurez, pero la madurez fisiológica corresponde al momento en que el nivel de azúcar en el cormo es el mínimo (Hashad *et al*; 1956a).

El tiempo desde el plantado hasta la cosecha varía según el cultivar así como del método de cultivo utilizado. En Hawai el ciclo de cultivo es de aproximadamente 12 meses para el taro de seco y 15 meses para el taro inundado. Se ha reportado duraciones del ciclo del taro en el campo de 7-9 meses en India, 7-11 meses en Filipinas, 10-12 meses en Fiji, y 6-8 meses en Nigeria. En Trinidad los tipos dasheen de taro requieren 8-10 meses, mientras los tipos eddoe maduran antes, 5-6 meses (Onwueme, 1978).

Opara (2003) [internet] sostiene que los rendimientos de taro pueden ir de 4-6 t/ha hasta 15 t/ha; mientras que Rodríguez y Martell (1988) señalan que los rendimiento en taro pueden llegar a ser superiores a las 50 t/ha.

Sivan (1970) atribuye a taro rendimientos por lo general bajos, señalando que en Fiji son de 4.5 t/ha; mientras que Warid (1970) señala rendimientos altos para Egipto, los cuales pueden llegar a 17.6 t/ha.

Messiaen (1979) explica que los rendimientos, bastante escasos en relación con el desarrollo foliar, son generalmente de 15 a 20 Kg/ 10 m². La *Colocasia* en Hawai, si se trata de cultivo en terrenos anegados, llega a alcanzar cosechas de 30 Kg/ 10 m². Un resumen del rendimiento en diferentes países se registra en la Tabla 5.

Gooding y Campbell (1961) en algunos experimentos con tannia (*Xanthosoma sagittifolium*) en India Occidental, encontraron que la profundidad máxima de cormos y cormelos era de aproximadamente 9 pulgadas (23 cm.), el desarrollo máximo por sobre el “lomo de la cama” era de 17-19 pulgadas (43-48 cm.), y la cubrición máxima a lo largo del “lomo de la cama” era de 19.6-20.9 pulgadas (50-53 cm.). Cuando un cosechador de ñame se utilizó para cosechar el tubérculo, el daño fue 6.3-8.9% comparado con 2.3% de daño causado con cosecha manual.

Onwueme (1978) señala que los rendimientos en taro varían grandemente de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones bajo los que fueron producidos, y los métodos usados para la producción. El rendimiento promedio según una base mundial de datos es aproximadamente de 5.5 toneladas por hectárea. El rendimiento promedio para varias regiones es como sigue:

Tabla 5: Rendimientos promedios mundiales para el cultivo de Taro (*Colocasia esculenta*)

Área	Ton / ha	Ton / acre
Egipto	26	10.4
Ghana	8	3
Madagascar	6	2.5
Nigeria	6	2.5
Hawai (de secano)	15-25	6-10
Hawai (inundado)	37-75	15-30
Malasia	9-10	3.5-4.1
Philippines	25	10
Japón	14	5.6
Trinidad (dasheen)	10-15	4-6
Trinidad (eddoe)	5-10	2-4

Fuente: (F.A.O., 1974).

12. Manejo poscosecha

a. **Curación**

Las heridas en los cormos durante la cosecha no son deseables para la buena calidad del producto, y es por consiguiente importante que el producto cosechado sea tratado antes del almacenamiento a largo plazo para estimular un proceso rápido de reparación de heridas. Curando se reduce la velocidad de deterioración fisiológica y patológica que lleva a las pérdidas en calidad y cantidad (Opara, 2003) [internet].

También se hacen heridas adicionales durante las operaciones para quitar el material residual de la base del cormo y pecíolos de base de la hoja. Estas regiones tienen propiedades curativas pobres y requieren curado para prevenir infecciones subsecuentes (Opara, 2003) [internet].

Bajo sistemas tradicionales de poscosecha, la curación se hace poniendo los cormos en el sol hasta que la superficie herida esté seca. Los cormos también pueden curarse en graneros naturalmente ventilados u otras estructuras del almacenamiento. La curación es menos eficaz si el daño en cormos es extenso. Si el corte basal es practicado el tratamiento con fungicida puede ser necesario, para los cual se recomiendan productos con amplio espectro de actividad para cubrir el extenso rango de decaimiento causado por los organismos microbianos (Opara, 2003) [internet].

La curación de los cormos practicada a 35°C y humedad relativa del 95% durante 5 días redujo el grado de brotación y la pérdida de peso en tannia (*Xanthosoma sagittifolium*), y se han informado que temperaturas bajo los 20°C son la causa de que las heridas de cormelos de dasheen sanen muy lentamente (Passam, 1982; Been *et al.*, 1975).

Otros estudios informaron que las condiciones más buenas para el saneamiento de heridas son 34 - 36°C con 95 - 100% hr. Bajo estas condiciones el saneamiento de las herida ocurrió más rápidamente en la parte superior de los cormos que en la base y a veces no ocurrió en la base (Rickard, 1981).

El hipoclorito de sodio es más barato y seguro a la manipulación que otros fungicidas y no deja residuos en los cormos. Para ser efectivo, el fungicida debe ser aplicado dentro de 24 horas de la cosecha (Jackson *et al.*, 1979).

El principio de dormancia tiene gran influencia en las araceas comestibles porque determina la vida de almacenamiento de los cormos. Almacenamiento prolongado no es posible una vez que la brotación ocurre. Aunque se cree que los

cormos generalmente muestran una corta dormancia, ninguna evidencia experimental está disponible para dar soporte (O’Hair y Asokan, 1986).

Un resumen de los principales fungicidas utilizados y su efectividad se presentan en la Tabla 6:

Tabla 6: Fungicidas usados para controlar las pérdidas en post – cosecha de aráceas comestibles.

Fungicida	Efectividad
Benomyl	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Efectivo donde <i>Botryodiplodia theobromae</i> es el organismo predominante que causa las pérdidas ➤ Inefectivo contra hongos <i>Phycomyctous</i> ➤ Recomendado en países donde <i>Phytophthora colocasiae</i> y <i>Pythium splendens</i> causan las mayores pérdidas en almacenamiento
Oxycloruro de cobre Captafol Mancozeb	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Controla pudrición de cormos causada por <i>P. colocasiae</i> ➤ Únicamente retarda la pudrición causada por <i>B. theobromae</i>, por menos de 10 días.
Hypoclorito de sodio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Efectivo contra todos los hongos comunes que causan pérdidas y deterioro en el almacenamiento en el Pacífico, excepto <i>Sclerotium rolfsii</i>

Fuente: (Cooke *et al.*, 1988).

b. Limpieza

La limpieza de cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) para reunir los estrictos requisitos de cuarentena para exportación es una parte esencial de la poscosecha. Actualmente, la regulación Nueva Zelandesa estipula que no puede haber más de 25 gramos de tierra por 600 unidades (cormos) de muestras (Opara, 2003) [internet].

La limpieza a mano es una labor intensiva, toma un tiempo considerable y la calidad del trabajo es difícil de controlar. El lavado experimental de cormos de taro cultivados en arrozales es importante; ningún sistema mecanizado de limpieza está todavía disponible (IRETA, 1997).

Basado en una valoración de varias máquinas limpiadoras en Samoa, se ha encontrado que el medio necesario para limpiar los tubérculos normales para la exportación, uniformidad de limpieza, daño al cormo, complejidad de la máquina, y costos, es el barril para lavado de zanahoria que con alguna adaptación manual puede usarse para limpiar cormos y así cumplir las normas de exportación. El costo de esta máquina es aproximadamente US \$ 5000 (Opara, 2003) [internet].

c. Almacenamiento

El almacenamiento de cormos fresco es importante para el mercadeo distante y para asegurar la disponibilidad de material de propagación en la siguiente ciclo de siembra. Los cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) comestibles tienen un periodo corto de vida en estante, lo que crea problemas específicos con el suministro de materiales para plantación (Opara, 2003) [internet].

Los cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) pueden almacenarse mejor en ambientes frescos, secos y bien ventilados. La mejor temperatura para el almacenamiento prolongado es de 7°C; a esta temperatura, para

tannia (*Xanthosoma sagittifolium*) en Trinidad y taro en Egipto, no se produjo deterioramiento en almacenamiento durante más de 3.5 meses (Hashad *et al.*, 1956b; Kay, 1973).

El almacenamiento a temperaturas altas (Ej., 15-23°C) no es satisfactorio para periodos largos; mientras el almacenamiento a bajas temperaturas (no de congelamiento o solidificación) (Ej., 2°C) resulta en muerte de brotes y decaimiento de los cormos dentro de dos meses. La humedad relativa de 85% ha sido recomendada para el almacenamiento de cocoyams (Onwueme, 1978).

También se guardan cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) en una variedad de estructuras económicas tradicionales. En el sur de China es práctica común amontonar los cormos y cubrirlos con tierra o sellarlos en hoyos cubiertos de hojas en la tierra. Normalmente se excavan los hoyos o trincheras en tierra bien-agotada en áreas sombreadas (Plucknett y Blanco, 1979).

Estas condiciones de almacenamiento tradicional reducen pérdida de humedad y promueven el curando de heridas. Bajo estas condiciones la vida del almacenamiento de cormos del taro se ha visto extendida por sobre las 4 semanas. La infección fúngica también está reducida (Opara, 2003) [internet].

La vida del almacenamiento generalmente se mejora a las condiciones de temperatura más baja y humedad alta. Opara (2003) [internet] sostiene que si el ambiente del almacenamiento puede mantenerse a 11-13°C y 85-90% hr, el tiempo de almacenamiento de taro puede extenderse a aproximadamente 150 días. De forma similar, Agbo-Egbe y Rickard (1991) indican que a temperatura baja (15°C) y humedad alta (85%), se guardaron taro y tannia (*Xanthosoma sagittifolium*) con éxito durante 5-6 semanas.

Los cormos sumergidos en NaCl al 1% antes del almacenamiento en bolsas del polietileno desarrollaron una protección adicional contra infección fúngica, y los

resultados del almacenamiento más buenos se obtuvieron cuando el pecíolo y ápice del cormo estaban intactos (Rickard, 1983).

Se han informado que otros ambientes de almacenamiento como ceniza de la fibra de coco (polvo coir) y ceniza de la cascarilla de arroz, aumentan la vida del almacenamiento y reducen la severidad de decaimiento del cormo. En ensayos con los tipos dasheen de taro, se colocaron los cormos en un medio de ceniza de cascarilla de arroz, lo cual extendió la vida usual de almacenamiento del cormo por 14 días y redujo la incidencia de decaimiento (Quevedo et al., 1991).

Durante un ensayo de 6 semanas de almacenamiento en el que se pusieron cocoyams (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) en cajas que contenían polvo coir y se guardaron bajo las condiciones del ambiente (27-32°C), los cormos de taro mostraron un 28% pérdida de peso y 50% de decaimiento, mientras que para *Tannia* (*Xanthosoma sagittifolium*) la pérdida de peso y decaimiento eran 30% y 25%, respectivamente. Para mejores resultados es importante asegurar que el polvo coir esté húmedo y no saturado ya que esto último facilitaría el decaimiento de los cormos (Passam, 1982).

C. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

La agricultura moderna intensiva y extensiva provoca contaminación del suelo y el agua debido al uso de abonos químicos y pesticidas; además, estos productos causan un deterioro de la estructura del suelo al disminuir su carga bacteriana. A lo anterior se suma el empleo de maquinaria agrícola cada vez más pesada para arar las tierras contaminadas, con lo que el problema se incrementa y se crea un círculo vicioso. Así mismo, la agricultura moderna interfiere en la calidad de los alimentos mediante la presencia de residuos tóxicos en la alimentación y la ausencia de ciertos nutrientes por causa de una fertilización no integral (Universidad Católica de Argentina, 2003) [internet].

La fertilización y abonadura es el aporte de sustancias minerales u orgánicas al suelo de cultivo con el objeto de mejorar su capacidad nutritiva, distribuyendo en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de facilitar la permanente renovación del proceso productivo, evitando de esta manera el empobrecimiento y esterilidad del suelo, para que así éste sea capaz de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada (Suquilanda, 1996).

La fertilización orgánica, desiste concientemente del abastecimiento con sustancias nutritivas sintéticas solubles en agua y de la ósmosis forzada, proponiendo alimentar a la inmensa población de microorganismos del suelo de manera correcta y abundante, dejándole a ellos la preparación de las sustancias nutritivas en forma altamente biológica y provechosa para las plantas (Suquilanda, 1996).

1. Materia orgánica

La materia orgánica es uno de los componentes sólidos del suelo que está constituida por todo tipo de residuos procedentes de los seres vivos (plantas o animales superiores o inferiores); pudiendo originarse en la actividad agrícola, pecuaria y/o agroindustrial, y su complejidad es tan extensa como la composición de los mismos seres vivos (Burés, 2004) [internet].

La materia orgánica fresca puede estar representada por las raíces, tallos, hojas, flores, materiales orgánicos lavados procedentes de la parte aérea de la planta; además de células y exudados de las raíces, animales y microorganismos muertos, deyecciones de estos, todo esto forma en su origen la materia orgánica del suelo; a esto se suma la materia orgánica incorporada al suelo por la actividad humana: restos de cosechas o enmiendas orgánicas de distintas procedencias y en diversos estados de descomposición (FitzPatrick, 1996).

La materia orgánica fresca, cuando está en proceso de descomposición, permiten la liberación de los componentes de los animales o vegetales: hidratos de carbono simples y complejos (monosacáridos, polisacáridos como la celulosa, el

almidón o el glucógeno, glicosilaminas, hemicelulosas, etc.); compuestos nitrogenados (proteínas y componentes, ácidos nucleicos y componentes, vitaminas, alcaloides, etc.); lípidos (grasas, ácidos grasos, ceras, fosfolípidos, pigmentos, vitaminas, etc.); ácidos orgánicos (cítrico, fumárico, málico, malónico, succínico); polímeros y compuestos fenólicos (ligninas, taninos, etc.) y elementos minerales (Davis *et al.*, 1987).

Todos los componentes de la materia orgánica sufren una serie de transformaciones que originan lo que conocemos como humus y minerales, que resultan de un proceso dinámico (termodinámicamente inestable), ligado a los ciclos del carbono, del nitrógeno, del fósforo y del azufre, a la reducción del hierro y el manganeso en el suelo y a otros muchos procesos y que puede llegar a estabilizarse en función de los parámetros ambientales (temperatura, pH, humedad, contenido iónico, poblaciones de microorganismos, etc.) (Bohn *et al.*, 1993).

La línea crítica de la materia orgánica en suelos tropicales, se da climáticamente a los 25°C de temperatura promedio, y a los 2000 mm anuales de precipitación pluvial. Cuanto mayores valores, mayor velocidad de degradación de la materia orgánica y, cuanto menores valores, menor velocidad con posibilidad de acumulación. Muchas regiones de América Latina se hallan por debajo de la línea natural de acumulación de materia orgánica en los suelos; y se ha estimado que le 50% de ésta, desaparece en el primer año, después de la tala y quema de la selva, y que el 30% adicional desaparece en un segundo años (Wooding, 1967; Manual Agropecuario, 2002).

En el suelo coinciden los materiales orgánicos frescos, las sustancias en proceso de descomposición (hidratos de carbono, etc.) y los productos resultantes del proceso de humificación. Todos ellos forman la materia orgánica del suelo. La fracción más fina de la materia orgánica del suelo recibe el nombre de humus y es materia orgánica transformada; es decir, materia orgánica que ha perdido todo vestigio de organización biológica (celular) y que, vista al microscopio aparece como materia amorfa (Primo y Carrasco, 1973).

2. Funciones de la materia orgánica

El Manual Agropecuario (2002) señala que la materia orgánica influye en el suelo, dotándolo de características que sin ella no tendría. Características que son así mismo utilizadas en agricultura para corregir defectos básicos que se presentan puntualmente en los suelos. A continuación se presentan los efectos de la materia orgánica sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo:

a. Características físicas

La materia orgánica disminuye la densidad aparente del suelo (por tener una menor densidad que la materia mineral), contribuye a la estabilidad de los agregados, mejora la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua (Burés, 2004) [internet].

La materia orgánica viva de origen vegetal se caracteriza por una estructura celular abierta. Las partículas de cortezas o corcho o las fibras vegetales tienen células en su interior que contribuyen a aumentar la porosidad del suelo (porcentaje de poros), es decir, aumenta el número de poros que son capaces de retener agua o aire sin aumentar el volumen total de suelo. Los espacios vacíos que se forman en la interfase entre las partículas orgánicas y minerales pueden contribuir al aumento de la conductividad hidráulica del suelo. Debido al efecto físico del tamaño de las partículas, la materia orgánica aumenta la capacidad de retención de agua de suelos arenosos y aumenta la capacidad de aireación de suelos arcillosos. Tolera mejor los efectos mecánicos del paso de maquinaria por tener una mayor elasticidad que la materia mineral. Al cohesionar los suelos arenosos contribuye a reducir las pérdidas de suelo por erosión superficial (Paterson y Ede, 1970).

En todos los suelos en general favorece la estructura agregada que limita el arrastre de partículas de suelo, canalizando a la vez el paso del agua a través del mismo. Además, los residuos orgánicos fácilmente descomponibles dan lugar a la

síntesis de compuestos orgánicos complejos que actúan ligando las partículas del suelo favoreciendo la formación de agregados, lo que repercute en una mejora de la aireación y de la retención de agua (Palmer y Troeh, 1980).

La materia orgánica tiene también efectos importantes sobre la temperatura del suelo. La materia orgánica tiene una conductividad térmica más baja que la materia mineral, mientras que las diferencias en la capacidad calorífica son bajas porque dependen del contenido de humedad. Al tener una conductividad térmica baja, la materia orgánica mantiene las temperaturas constantes en el tiempo, reduciéndose las oscilaciones térmicas. Al tener un color más oscuro que el suelo mineral disminuye la radiación reflejada, calentándose más (Worthen y Aldrich, 1968).

b. Características químicas

La materia orgánica tiene el papel de mejorar de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) para las plantas así como en la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres. Muchos metales que precipitarían en suelos en condiciones normales, se encuentran mantenidos en la solución del suelo en forma quelatada. Es probable que estos micronutrientes sean transportados hacia las raíces de las plantas en forma de quelatos complejos solubles (Bohn *et al.*, 1993).

Davis *et al.* (1987) indica que la materia orgánica mejora la nutrición en fósforo, posiblemente a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre los fosfatos. La formación de complejos arcillo-húmicos o la quelatación contribuyen a solubilizar los fosfatos inorgánicos insolubles.

Parece que las sustancias húmicas aumentan la liberación de potasio fijado en las arcillas (Burés, 2004) [internet].

La mayor parte del nitrógeno almacenado en el suelo se encuentra en forma orgánica, por lo tanto, la disponibilidad de materia orgánica influye directamente en la disponibilidad de nitrógeno (Thompson y Troeh, 1988).

La materia orgánica contiene un número elevado de grupos funcionales (carboxílicos, hidroxílicos, aminoácidos, amidas, cetonas y aldehidos). Entre ellos, son los grupos carboxílicos los que contribuyen en mayor grado a la adsorción de moléculas de agua en forma de puentes de hidrógeno o enlaces coordinados. Los grupos funcionales de la materia orgánica proporcionan capacidad de intercambio catiónico, contribuyendo por tanto a aumentarla en suelos con bajo contenido en arcilla. También proporcionan una mayor capacidad tampón, lo que afectará a la cantidad de enmienda a utilizar si se desea subir el pH (mayor cantidad de enmienda a mayor capacidad tampón) (FitzPatrick, 1996).

c. Características biológicas

La materia orgánica sirve de fuente de energía para los microorganismos del suelo y favorece la presencia de lombrices que contribuyen a estructurar el suelo (Grimaldi, 1969).

Algunos materiales orgánicos presentan actividad supresora frente a hongos y se utilizan para combatir hongos patógenos. La supresión puede ser biótica o abiótica y puede deberse a diversos factores, entre ellos, factores físicos relacionados con la disponibilidad de oxígeno y el drenaje, un pH inadecuado al desarrollo de los microorganismos patógenos, presencia o ausencia de elementos como el nitrógeno, etc. (Worthen y Aldrich, 1968; Davis *et al.*, 1978).

La materia orgánica puede proporcionar actividad enzimática. Parece que existen enzimas activas adsorbidas al humus o a las partículas de arcilla no ligadas a las fracciones vivas. Una de las más abundantes es la ureasa. En general las enzimas contribuyen a hidrolizar moléculas de cadena larga, haciendo disponibles para las plantas algunos elementos resultantes de la hidrólisis (Bohn *et al.*, 1993).

Algunos productos derivados de la descomposición de la materia orgánica, como los derivados fenólicos, afectan al balance hormonal inhibiendo o favoreciendo la actividad de las hormonas vegetales. Algunos materiales como las cortezas, contienen sustancias que inhiben el crecimiento y que se eliminan generalmente mediante el compostaje. Existen también algunas hormonas ligadas a la materia orgánica, como las auxinas, o el etileno que se libera en condiciones reductoras (por ejemplo, por exceso de agua) (Worthen y Aldrich, 1968; Davis *et al.* 1978).

La materia orgánica puede adsorber reguladores de crecimiento que se pueden añadir de forma externa. También tiene un papel importante en la absorción de pesticidas aplicados al suelo (Burés, 2004) [internet].

Finalmente la materia orgánica puede servir de vehículo de diversos microorganismos de interés. Entre ellos, los inóculos de Rhizobium, Azotobacter, de hongos vesículo-arbusculares, ectomicorrizas y agentes de control biológicos (Trichoderma) (Grimaldi, 1969) [internet].

3. Descomposición de la materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica tiene lugar por la acción de distintas poblaciones de microorganismos. Los compuestos de bajo peso molecular son descompuestos principalmente por levaduras saprófitas que son los colonizadores primarios. Los colonizadores secundarios utilizan materiales más complejos, como los polisacáridos. Los colonizadores terciarios metabolizan los polímeros más complejos, como la lignina. Los microorganismos del suelo incluyen bacterias, actinomicetes, hongos, algas, protozoos y virus. Si las condiciones ambientales son constantes, las poblaciones de microorganismos permanecen constantes (Thompson y Troeh, 1988).

La descomposición de la materia orgánica da lugar a CO₂, agua, elementos minerales y unas sustancias complejas denominadas humus, compuestos o sustancias

húmicas que son compuestos de elevado peso molecular que se forman por reacciones secundarias de síntesis y que son distintas de cualquier sustancia presente en los organismos vivos. Las sustancias húmicas son muy resistentes. Los componentes predominantes del humus son los ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, y las huminas (Bohn *et al.*, 1993).

Los materiales que se aplican al suelo y que dan lugar a la materia orgánica pueden tener composiciones muy distintas. La mineralización y la humificación se desarrollan de modo diferente según se trate de residuos de elevado contenido en almidón o celulosa u otras sustancias orgánicas solubles en agua, como los ácidos orgánicos, azúcares, aminoácidos, etc. (fácilmente degradables) o de elevado contenido en lignina (difícilmente degradable). Los procesos de humificación y mineralización dependen de múltiples factores, entre ellos del material orgánico original, de las condiciones red-ox del suelo (ligado a la textura y contenido de agua), del régimen térmico y de la humedad, etc. (Davis *et al.*, 1987).

La presencia de oxígeno actúa sobre el ciclo de la materia orgánica. Cuando existe oxígeno actúan los microorganismos aeróbicos, mientras que cuando falta oxígeno, actúan los microorganismos anaeróbicos facultativos u obligados. Los microorganismos necesitan un donante de electrones, que puede ser el oxígeno, los óxidos de nitrógeno, compuestos de manganeso o hierro o bien moléculas orgánicas, como el succínico, caso en el que se dan fermentaciones. La tasa de descomposición de la materia orgánica dependerá en la eficiencia de las bacterias y en la capacidad del suelo para proporcionar estos donantes de electrones (Worthen y Aldrich, 1968; Davis *et al.*, 1987; Thompson y Troeh, 1988).

Los microorganismos necesitan desarrollarse en un medio húmedo. Por lo tanto, la humificación y la mineralización tendrán lugar esencialmente en presencia de agua. Si el suelo se halla muy seco, los procesos pueden pararse hasta que vuelva a mojarse, por lo que los ciclos de humectación y desecación del suelo influyen sobre la evolución de la materia orgánica del mismo (Worthen y Aldrich, 1968; Davis *et al.*, 1987; Thompson y Troeh, 1988).

Tanto las reacciones abióticas como las relacionadas con la actividad microbiana aumentan su tasa con la temperatura. A temperaturas muy bajas se paran los procesos de humificación y mineralización, aumentando a medida que aumentan las temperaturas (Davis *et al.* 1987).

La actividad de los microorganismos que descomponen la materia orgánica depende del pH del suelo, mayor a pH ligeramente ácido o neutro (Burés, 2004) [internet].

4. Clases de abonos orgánicos

Al suelo se puede aportar cualquier clase de abono orgánico, cada uno tiene sus ventajas y sus inconvenientes, y es el agricultor quien tiene que decidirse en función de su situación.

a. Estiércoles

Labrador y Guiberteau citados por Romera (2004) [internet], y Suquilanda (1996) coinciden en que los estiércoles son los excrementos que resultan del proceso de digestión de los alimentos que los animales consumen. El estiércol de granja resulta de la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos de los animales domésticos con los residuos vegetales que les sirvieron de cama.

Worthen (1968) y Aguirre (1983) indican que se trata de un abono compuesto de naturaleza organo-mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. Su nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y el fósforo y el potasio al 50% en forma orgánica y mineral, pero su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, la naturaleza de la cama, la alimentación recibida, la elaboración y manejo del montón, etc.

Guiberteau citado por Romera (2004) [internet] señala que como término medio, en un estiércol con un 20 - 25 % de materia seca se hallan 4 kg.t⁻¹ de nitrógeno, 2,5 kg.t⁻¹ de anhídrido fosfórico y 5,5 kg.t⁻¹ de óxido de potasio. En lo que se refiere a otros elementos, contiene por tonelada métrica 0,5 kg de azufre, 2 kg de magnesio, 5 kg de calcio, 30 - 50 g de manganeso, 4 g de boro y 2 g de cobre. El estiércol de caballo es más rico que el de oveja, el de cerdo y el de vaca. El de aves de corral o gallinaza es, con mucho, el más concentrado y rico en elementos nutritivos, principalmente nitrógeno y fósforo.

Las diversas especies animales producen excrementos de composición química diferente, según podemos observar en la Tabla 7.

Tabla 7: Riqueza media de algunos estiércoles de animales domésticos.

Producto	Materia seca %	Contenido de elementos nutritivos en kg.t ⁻¹ de producto tal cual				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
<i>De vacuno</i>	32	7	6	8	4	
<i>De oveja</i>	35	14	5	12	3	0,9
<i>De cerdo</i>	25	5	3	5	1,3	1,4
<i>De caballo</i>	100	17	18	18		
<i>Purines</i>	8	2	0,5	3	0,4	
<i>Gallinaza</i>	28	15	16	9	4,5	
<i>Guano de Perú</i>	100	130	125	25	10	4

Fuente: Internet.

Cánovas citado por Romera (2004) [internet] indica que los estiércoles que producen un mayor enriquecimiento en humus son aquellos que provienen de granjas en las que se esparce paja u otros materiales ricos en carbono como cama para el ganado, y se espolvorean sobre ellos rocas naturales trituradas (fosfatos, rocas silíceas, etc.) y tierra arcillosa para una mejora de la calidad. Un animal en estabulación permanente produce anualmente alrededor de 20 veces su peso en estiércol. El procedente de granjas intensivas se reconoce fácilmente por su desagradable olor a putrefacción, que da lugar a la formación de sustancias tóxicas para el suelo debido a su alto contenido en nitrógeno proteico y a sus elevadas tasas de antibióticos y otros

fármacos. Por tanto estos materiales se utilizarán con mucha precaución, compostándolos previamente en mezcla con otros estiércoles o materias orgánicas equilibradas y siendo prudentes en su uso.

El estiércol fresco puede ser utilizado en compostaje de superficie directamente. Se usa sobre todo en cultivos exigentes en abonado que toleran bien la materia orgánica fresca, como es el caso de patata, remolacha, tomate, etc., así como en los cultivos plurianuales como frutales y viñas, sobre los abonos verdes y las praderas permanentes para los aportes de otoño y comienzos de invierno. Se recomiendan dosis importantes; un estercolado medio supone 30 t/ha, pero a menudo se utilizan dosis mayores, 40 - 45 t/ha cuando se busca mejorar el suelo. De acuerdo con las cifras medias de su composición antes indicadas, un estercolado de 30 toneladas supone un aporte por hectárea de 120 kg de nitrógeno, 75 kg de anhídrido fosfórico y 165 kg de óxido de potasio. Por tanto, puede decirse que el estiércol es a la vez una enmienda y un abono (Romera, 2004) [internet].

En clima seco el aporte debe realizarse dos meses antes de la siembra y en caso de que sea húmedo, tres meses antes. En suelos arcillosos se recomienda aplicar el estiércol muy hecho y con bastante anticipación a la siembra; mientras que para suelos arenosos, poco hecho y las estercoladuras serán mas frecuentes y en menor cantidad. Los aportes en suelos calizos deben ser frecuentes y débiles y en suelos ácidos se realizará una enmienda caliza que active y favorezca la descomposición de la materia orgánica (Bellapart, 1996).

b. Humus de lombriz

También se denomina vermicompost o lombricompost, y constituye a criterio de muchos agricultores, el mejor abono orgánico del mundo (Suquilanda, 1996).

Resulta de la transformación de materiales orgánicos al pasar por el intestino de las lombrices, en donde se mezcla con elementos minerales, microorganismos y fermentos, que provocan cambios en la bioquímica de la materia orgánica. Estas

lombrices son la *Eisenia foetida* y la *Lombricus rubellus* o híbridos próximos, comercialmente denominada *lombriz roja de California* (Bellapart, 1996).

El humus de lombriz posee un alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; además también es rico en oligoelementos, por lo cual resulta como un material más completo que los fertilizantes industriales químicos sintéticos. Uno de los aspectos más sobresalientes del humus de lombriz es que contiene una importante cantidad de microorganismos y enzimas, que continúan desintegrando la materia orgánica, incluso después de haber sido expulsados junto a las deyecciones del aparato digestivo de la lombriz (Suquilanda, 1996).

c. Compost

Pujola y Jiménez citados por Romera (2004) [internet] indican que el compost o mantillo se produce mediante la fermentación aerobia controlada en montones de una mezcla de materias orgánicas, a las que se pueden añadir pequeñas cantidades de tierra o rocas naturales trituradas.

Aubert (1977) y Seifert citado por Romera (2004) [internet] sostienen que la elaboración de compost permite la obtención de humus y el reciclaje de materiales orgánicos ajenos o propios de la parcela, y se recomienda en los casos en que la transformación de los restos de cosechas en el mismo lugar es complicada debido a la existencia de una excesiva cantidad de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente; a la presencia de residuos muy celulósicos, que harían previsible un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo ("hambre de nitrógeno"); y a la disposición de suelos con escasa actividad biológica o con facilidad para la mineralización directa.

d. Residuos de cosechas

Labrador y Guiberteau citados por Romera (2004) [internet] sostienen que la utilización de los residuos está muy extendida, sobre todo porque constituyen una capa

protectora del suelo y debido a su alto contenido en carbono constituyen una de las fuentes de humus más interesantes.

Los restos de cosechas pueden incorporarse directamente al suelo con labores superficiales y a ser posible triturados, aunque otras veces puede ser aconsejable transformarlos en lugar distinto la compostera para la elaboración de compost o ser estercolarizados al mezclarlos con estiércol, o sufrir una estercolarización artificial con purines. El primer caso, aunque más lento, resulta más eficaz y su efecto en el suelo dependerá de la cantidad de lignina y celulosa que contenga, así como de la actividad de ese suelo (Bellapart, 1996).

e. Abonos verdes

Aubert (1977) da a conocer que se trata de plantas de vegetación rápida que se entierran en el propio lugar de cultivo, y están destinadas a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, enriqueciéndolo en humus siempre que se dejen crecer sobre el mismo terreno durante un año entero o más.

Suquilanda (1996) señala que la implementación de abonos verdes se hace con la siembra de plantas, generalmente leguminosas solas o en asociación con gramíneas, las cuales son cortadas en prefloración e incorporadas al suelo para regular principalmente su contenido de nitrógeno y carbono, al mismo tiempo que se mejoran sus propiedades físicas y biológicas.

Aubert (1977) explica que los abonos verdes devuelven a la zona superficial del suelo, en forma asimilable, ácido fosfórico y potasa, que han sido sacados en parte del subsuelo por los cultivos.

Tras la siega o triturado, el abono verde se debe dejar primero en superficie para que se prehumifique (condiciones aerobias) y posteriormente se enterrará muy superficialmente para incorporarlo dos o tres semanas después a la capa arable del

suelo. Generalmente se realizan en cultivo intercalado, teniendo abonos verdes de primavera, de verano y de otoño (Romera, 2004) [internet].

Aguirre (1983) indica que a la hora de elegir un abono verde será importante tener en cuenta los siguientes factores:

- Condiciones de suelo y clima, sembrando especies y variedades más o menos exigentes.
- Duración de la vegetación, eligiendo aquellas especies de ciclo más corto cuando se dispone de poco tiempo.
- Riesgos de invasión de malas hierbas, por lo que consideramos ciertas especies utilizadas como abono verde que tienen poder desherbante: facelia (*Phacelia tanaacetifolia*), alforfón (*Fagopyrum esculentum*), etc.
- Lugar que ocupa en la rotación, evitando sembrar como abono verde especies de la misma familia que de cultivo que la precede o sucede.

f. Abonos líquidos, purín y lieser

El *purín* está constituido por los orines que fluyen de los alojamientos del ganado o los líquidos que escurren del montón de estiércol, recogidos en una fosa. El *lieser* es una mezcla de deyecciones sólidas y líquidas del ganado, recogidas y diluidas en agua (Aguirre, 1983).

Aubert (1977) y Labrador citado por Romera 2004) [internet] dicen que a lo que no es estiércol sólido, como se le designa de manera coloquial al purín y a éste, según la cantidad de agua incorporada se le denomina estiércol fluido (14 a 18 % de materia seca), estiércol líquido (20 a 30 % de agua y de 9 a 12 % de materia seca) o estiércol diluido (50 % de agua).

Urbano citado por el mismo sostiene que ambos abonos líquidos son productos muy fermentables y de composición muy heterogénea.

Labrador y Guiberteau citados por Romera (2004) [internet] reportan que la riqueza media del purín por metro cúbico es:

Nitrógeno 1,50 a 2,50 kg

Anhídrido fosfórico..... 0,25 a 0,50 kg

Óxido de potasio 4,00 a 6,00 kg

Y que en líneas generales se puede encontrar:

- Materias sólidas minerales (tierra mezclada).
- Materias sólidas orgánicas y materias disueltas (sales solubles, urea y amoníaco).
- Metales pesados (especialmente Cu y Zn si proviene de granjas intensivas).
- Antibióticos.
- Hormonas.
- Desinfectantes.

Refiriéndose de nuevo a ambos abonos líquidos, Costa (2004) [internet] encuentra un contenido en cenizas del 24 al 50 % de la muestra seca; el nitrógeno excretado se considera que es un 20 % del ingerido en la dieta; con respecto al potasio, los animales eliminan con los orines el 90 % del ingerido en forma de sales solubles, y con respecto al fósforo, del 70 al 80 % del fósforo del purín está constituido por compuestos minerales poco solubles, especialmente bajo la forma de fosfato monocálcico.

g. Otros abonos orgánicos

En agricultura ecológica también se emplean otros materiales orgánicos de origen animal y vegetal.

Labrador y Guiberteau citados por Romera (2004) [internet] dentro de los materiales de origen animal destacan los procedentes de mataderos, como carne, sangre y hueso en polvo, cueros y cuernos tostados, lanas, cerdas, etc., que suelen ser

ricos en nitrógeno y fósforo, aunque su uso es puntual y reducido por su escasa importancia. Además indican que el Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica señala que otra opción que debe ser considerada son el pescado y sus derivados; y que este mismo ente considera que el serrín, las virutas y cortezas, pueden ser aprovechados si proceden de madera no tratada, y que también son admitidos los subproductos orgánicos de la industria alimentaria y textil, siempre que no estén contaminados ni contengan aditivos químicos.

Aubert (1977) explica que existen además numerosos abonos orgánicos contenidos en yacimientos, o derivados de la fermentación controlada de materiales orgánicos de distinta naturaleza, que son elaborados y comercializados generalmente por empresas especializadas. Así tenemos abonos ricos en sustancias húmicas, preparados microbianos, mantillos enriquecidos, etc. Entre todos ellos cabe destacar las turbas y los mantillos de basuras urbanas.

5. Gallinaza

Pertenece a la categoría de los estiércoles pero presenta características especiales; como las aves excretan por una cloaca, sus deyecciones líquidas y sólidas no se eliminan por separado. Su contenido de nutrientes es superior al de otros estiércoles (Fundora *et al.*, 1979).

Cuando la gallinaza se obtiene pura y seca ocurre grandes pérdidas de nitrógeno por volatilización. Cuando la gallinaza obtenida está mezclada con virutas de madera o aserrín, es de lenta descomposición a causa de la alta relación C/N de la madera; además estos materiales son malos absorbentes del amoníaco (Fundora *et al.*, 1979).

Añadiendo superfosfato a razón de 12 – 25 % del peso de la gallinaza, se reduce las pérdidas de nitrógeno (Fundora *et al.*, 1979).

La edad, raza, cantidad y clase de alimento que reciben las aves, y el consumo de agua, son los factores que afectan la producción de la gallinaza. La cantidad de materia orgánica que contiene la gallinaza depende de la forma en que haya sido manejada. En un medio sin humedad puede haber 60 – 80 % de materia orgánica (Fundora *et al.*, 1979).

Del 8 al 10 % del nitrógeno presente en la gallinaza fresca se encuentra en forma amoniacal y llega al 40 – 45 % cuando la gallinaza ha cumplido un mes de haberse obtenido (Fundora *et al.*, 1979).

Un estudio de los alimentos consumidos por las aves, en gallina, huevos y excretas, denota que 19 % de N, 12 % de P₂O₅, y 5 % de K₂O, contenidos en la alimentación formaron parte de la gallina y los huevos; mientras el resto, 81 % de N, 88 % de P₂O₅, y 95 % de K₂O, fue evacuado como excretas (Fundora *et al.*, 1979).

La composición de la gallinaza difiere según se trate de gallinas ponedoras o de engorde, como puede apreciarse en los siguientes datos (expresados en porcentaje).

Tabla 8: Composición de la gallinaza

	Humedad	N	P₂O₅	K₂O
<i>Ponedoras</i>	75.0	1.42	1.06	0.47
<i>Engorde</i>	74.1	2.09	1.28	0.88

Fuente: Fundora *et al.* (1979)

Para conservar la gallinaza en las mejores condiciones, es necesario usar una sustancia que impida o retarde la descomposición biológica del ácido úrico y la urea, o que permita al amoníaco convertirse en un compuesto no volátil. El material más usado es el superfosfato (Fundora *et al.*, 1979).

La gallinaza fresca es muy agresiva a causa de su elevada concentración en nitrógeno y para mejorar el producto conviene que se composte en montones (al igual que la palomina). Con más razón se compostará si procede de granjas intensivas,

mezclándose con otros materiales orgánicos que equilibren la mezcla, enriqueciéndolo si fuera necesario con fósforo y potasio naturales (Romera, 2004) [internet].

Labrador y Guiberteau citados por Romera (2004) señalan que a la gallinaza hay que esparcirla pronto sobre el suelo; además es preferible enterrarlo tan pronto como se extienda, para evitar las pérdidas de nitrógeno, que pueden ser importantes, pero nunca hacerlo profundamente. Si no fuera posible enterrarlo rápidamente, es mejor dejarlo en montones de no mucha altura, sin compactarlos y directamente sobre el suelo de labor; de esta forma se favorece el comienzo de la fermentación aerobia. Esta práctica se denomina compostaje y también se utiliza para madurar el estiércol. Mediante esta técnica, se favorece la formación de un material prehumificado, fácilmente mineralizable y con una importante carga bacteriana beneficiosa. Este proceso de maduración dura de tres a seis meses.

Worthen (1968) y Aguirre (1983) piensan que las técnicas de maduración deben procurar favorecer la mineralización del estiércol, disminuyendo las pérdidas y, en base a esto, sugieren que el montón debe hacerse y compactarse fuertemente a los dos o tres días de realizado, para evitar que continúe la fermentación aeróbica oxidativa iniciada y haya pérdidas de nutrientes. Con esta compactación, la bioquímica del proceso es anaeróbica, durando la evolución del mismo hasta la maduración del material de dos a tres meses.

Aubert (1987) aconsejan rechazar el estiércol procedente de la cría industrial de pollos y gallinas debido a que frecuentemente contiene residuos antibióticos.

Actualmente, las gallinazas se utilizan sin tratamiento alguno en toda Latinoamérica, lo que ha contaminado los campos con malezas importadas de cultivos de arroz; tampoco se ha tenido en cuenta que la gallinaza contiene 10% de Fenoles y 8% de Biuret, elementos altamente nocivos para el sistema radicular vegetal. Además, la materia orgánica de la gallinaza sin compostar no se descompone totalmente, ocasionando una pérdida considerable de esta (ABRIMGA, 2004) [internet].

III. MATERIALES Y METODOS

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El experimento se efectuó en la propiedad del Sr. Juan Sisa, ubicada en la parroquia Teniente Hugo Ortiz del cantón Puyo, kilómetro ocho y medio vía Puyo - Tena, provincia de Pastaza. Localidad que se encuentra a 980 m.s.n.m., con temperatura media anual de 20.7 °C, una precipitación anual de 4682 mm y una heliofanía de 1107 horas luz / año.

B. MATERIALES

- Cormos
- Secciones basales del tallo
- Materia orgánica
- Flexómetro
- Piola
- Estacas
- Azadón
- Balde
- Machete
- Material de papelería
- Cámara fotográfica
- Clinómetro
- Barreno

C. METODOLOGÍA

1. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron:

a. Materiales de propagación

➤ Cormos (P1)



Figura 4: Cormos.

➤ Secciones basales del tallo (P2)



Figura 5: Obtención de Secciones Basales de Tallo.

b. Cuatro niveles de fertilización orgánica

- 0 t/ha de materia orgánica (N1)
- 20 t/ha de materia orgánica (N2)
- 40 t/ha de materia orgánica (N3)
- 60 t/ha de materia orgánica (N4)



Figura 6: Diferentes niveles de materia orgánica.

2. Tratamientos

De la combinación de los factores en estudio se tienen los siguientes tratamientos:

TRATAMIENTOS	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
T1	P1 N1	cormos + 0 t/ha de materia orgánica
T2	P1 N2	cormos + 20 t/ha de materia orgánica
T3	P1 N3	cormos + 40 t/ha de materia orgánica
T4	P1 N4	cormos + 60 t/ha de materia orgánica
T5	P2 N1	sección basal del tallo + 0 t/ha de materia orgánica
T6	P2 N2	sección basal del tallo + 20 t/ha de materia orgánica
T7	P2 N3	sección basal del tallo + 40 t/ha de materia orgánica
T8	P2 N4	sección basal del tallo + 60 t/ha de materia orgánica

3. Diseño experimental

a. Tipo de diseño:

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al azar, en arreglo factorial dos por cuatro.

b. Número de repeticiones:

Cada tratamiento se repitió cuatro veces.

4. Esquema del análisis de variancia

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	31
Repeticiones	3
Tratamientos	7
Métodos de propagac. (M)	1
M * O	3
Materia orgánica (O)	3
O l	1
O q	1
O c	1
Error	21

5. Coefficiente de variación

$$CV = \sqrt{\frac{CM_E}{\bar{x}}} * 100$$

6. Análisis funcional

- Prueba de Duncan al 5 % para los diferentes niveles de materia orgánica
- Polinomios ortogonales para los niveles de materia orgánica
- D M S al 5 % para los dos sistemas de propagación

7. Regresiones y correlaciones

Se realizó la regresión y correlación de los niveles del factor materia orgánica, para cada una de las variables en estudio.

8. Análisis económico

Se realizó el análisis económico siguiendo la metodología de presupuesto parcial según Perrin *et al* (1976). Para lo cual se tomó en cuenta todos los costos variables.

9. Procedimientos

a. Características de las unidades experimentales

Cada unidad experimental estuvo conformada por 35 plantas.

1). Número

Se trabajó con 32 unidades experimentales.

2). Área del ensayo

- Total: 515.2 metros cuadrados.
- Neta: 268.8 metros cuadrados.
- Total unidad experimental: 14 metros cuadrados.
- Neta unidad experimental: 8.4 metros cuadrados.

3). Forma

Cada unidad experimental fue rectangular con una superficie de 14 metros cuadrados (largo 5 m x ancho 2.8 m); además, vale indicar que cada repetición estuvo separada por un espacio de 1 m.

4). Distancia de siembra

Se empleó una distancia de siembra de 0.4 m entre plantas y 1 m entre hileras, lo que dio una población de 1120 plantas para el ensayo.

b. Datos a tomar y métodos de evaluación

1). Días a la emergencia.

En los tratamientos con la propagación de cormos se consideró los días a la emergencia cuando emergieron el 50 % de plantas en cada unidad experimental; para el caso del método de propagación por sección basal del tallo, se consideró la emergencia cuando apareció la primera hoja, en el 50 % de cada unidad experimental.

2). Número de hojas

Se procedió a contar el número de hojas en una plantas tomada al azar en cada unidad experimental a los 2, 3, 4 y 5 meses de plantado.

3). Altura de planta

La altura de planta se registró con un flexómetro, desde la inserción del pseudo tallo con el cormo primario hasta la inserción del limbo con el peciolo de las hojas más altas, en una planta escogida al azar en cada unidad experimental a los 2, 3, 4 y 5 meses de plantado.

4). Rendimiento

Para determinar esta variable se clasificó y pesó los cormos exportables y no exportables; por cada tratamiento.

c. Métodos específicos de manejo del experimento

1). Preparación del suelo

Se conservó la práctica de labranza cero que es tradicional para el cultivo en la zona; la principal actividad en este punto fue la limpieza de malezas con machete.

2). Aplicación de materia orgánica

La primera aplicación de materia orgánica descompuesta se realizó antes de la siembra, previamente se realizó un ligero rompimiento del suelo con azadón siguiendo la dirección de la hilera y manteniendo el ancho correspondiente que demanda el cultivo, y así, se incorporó la materia orgánica para toda la superficie neta de cada hilera. En la primera incorporación se aplicó el 80 % de la cantidad correspondiente para cada tratamiento, y el 20 % restante se incorporó con en aporque a los 2 meses de plantado el cultivo.



Figura 7: Aplicación de materia orgánica por niveles y por surcos.

3). Siembra

Una vez preparado el suelo, se realizó el hoyado, siguiendo la dirección de la hilera y de acuerdo a las distancias ya indicadas, para facilitar la siembra del material vegetativo.

4). Control de malezas

Durante todo el ciclo de cultivo se realizaron tres chapas manuales, aunque generalmente se acostumbra a hacer dos. Este cultivo no sufre problemas serios por invasión de malezas ya que esta es un fuerte competidor con las malas hierbas.

5). Controles fitosanitarios

Por ser un cultivo rústico y ampliamente adaptado a las condiciones de la zona, no fueron necesarios ejecutar controles fitosanitarios.

6). Cosecha y poscosecha

La cosecha se realizó abriendo el suelo con azadón y extrayendo manualmente los cormos y cormelos. En la poscosecha se procedió a la eliminación de tierra de los cormos y deshijada en aquellos tubérculos que los presentaron; posteriormente fue el ensacado, almacenamiento y comercialización del producto. Se clasificó el material en base a dos categorías; exportable y no exportables.

7). Evaluación de los distintos tratamientos

Fue la última labor, en ella se determinó los mejores tratamientos.

10. Análisis Económico

Con la información del rendimiento, los costos de producción en el cultivo de la papa china y el beneficio bruto resultante de la venta de la cosecha, se realizó el análisis económico del presupuesto parcial de Perrin *et la.* (1976) para determinar los costos variables y obtener el beneficio neto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. DÍAS A LA EMERGENCIA

Al realizarse el análisis de variancia para días a la emergencia en papa china, utilizando dos métodos de propagación asexual y cuatro niveles de fertilización orgánica, no se detectó diferencias estadísticas para repeticiones, mientras que para tratamientos si demostraron diferencias estadísticas al nivel del 1%.

Al desglosar los grados de libertad para tratamientos se detecto diferencias estadísticas al 1% para métodos de propagación, niveles de materia orgánica y su interacción; dentro de materia orgánica los niveles manifestaron significación estadística al nivel del 1%, característica que se hace extensiva a los efectos lineal y cuadrático (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de variancia para días a la emergencia en papa china, bajo dos sistemas de propagación y cuatro niveles de materia orgánica.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
TOTAL	31	672.22		
REPETICIONES	3	4.593	1.531	1.00 ns
TRATAMIENTOS	(7)	635.467	90.781	59.29 **
M. PROPAGACION (P)	1	552.781	552.781	361.06 **
MATERIA ORGANICA (N)	3	41.344	13.781	9.00 **
Nl	1	24.806	25.806	16.20 **
Nq	1	13.781	13.781	9.00 **
Nc	1	2.756	2.756	1.80 ns
P * N	3	41.344	3.781	9.00 **
ERROR	21	32.151	1.531	
$\bar{X}(\%)$			18.16	
C.V.(%)			6.82	

El menor número de días a la emergencia se registró con el método de propagación por sección basal del tallo, con un promedio de 15.75 días; mientras que, utilizando cormos se requirió en promedio de 20.57 días, difiriendo estadísticamente al 5% en la prueba de DMS (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los métodos de propagación para días a la emergencia en papa china.

METODOS DE PROPAGACION	DIAS A LA EMERGENCIA
P1 CORMOS	20.57 A
P2 SECCIONES BASALES	15.75 B

Esto se explica debido a que en la sección basal del tallo el meristemo apical que da origen a las hojas está ya en actividad fisiológica; en cambio cuando siembran cormos éstos tiene que romper la dormancia del meristemo apical, hecho que toma un tiempo adicional.

En la prueba de significación para niveles de materia orgánica únicamente la fertilización orgánica con 60 t/ha, mostró diferencias estadísticas del resto de niveles en la prueba de Duncan al 5% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la fertilización orgánica para días a la emergencia en papa china. Duncan 5%.

FERTILIZACION ORGANICA	DIAS A LA EMERGENCIA
N1 0 t/ha	17.50 B
N2 20 t/ha	17.50 B
N3 40 t/ha	17.50 B
N4 60 t/ha	20.13 A

Esta respuesta se explica debido a que la alta dosis de fertilización orgánica junto con la alta precipitación pudieron haber afectado al material de siembra por alta concentración de fenoles, biuret y otros residuos que afectan en unos casos el tiempo de emergencia, y en otros casos afectando el poder germinativo de la semilla.

Al analizar el efecto conjunto de los factores en estudio se aprecia claramente que con las secciones basales de tallo, se incremento la precocidad de la emergencia de las plantas de papa china, al lograr un promedio de 15.75 días con todos los tratamientos bajo este método de propagación por lo que ocupa el ultimo rango dentro de la prueba significativa.

La dosis alta de la materia orgánica combinada con la siembra de cormos presento el mayor numero de días a la emergencia, frente al resto de tratamientos presentaron promedios intermedios (Cuadro 4 y Grafico 1).

Lo anterior confirma una vez más que los efectos negativos de una alta dosis de fertilización orgánica con gallinaza afecta al tipo de semilla cormo que todavía no tiene en funcionamiento sus meristemas, y por lo mismo es más susceptible a una interacción retardatoria.

Cuadro 4. Efecto conjunto de los métodos de propagación y los niveles de fertilización orgánica para días a la emergencia en papa china. Duncan 5%.

INTERACCION P x M	DIAS A LA EMERGENCIA
P1N1	20.57 B
P1N2	20.57 B
P1N3	20.57 B
P1N4	26.25 A
P2N1	15.75 C
P2N2	15.75 C
P2N3	15.75 C
P2N4	15.75 C

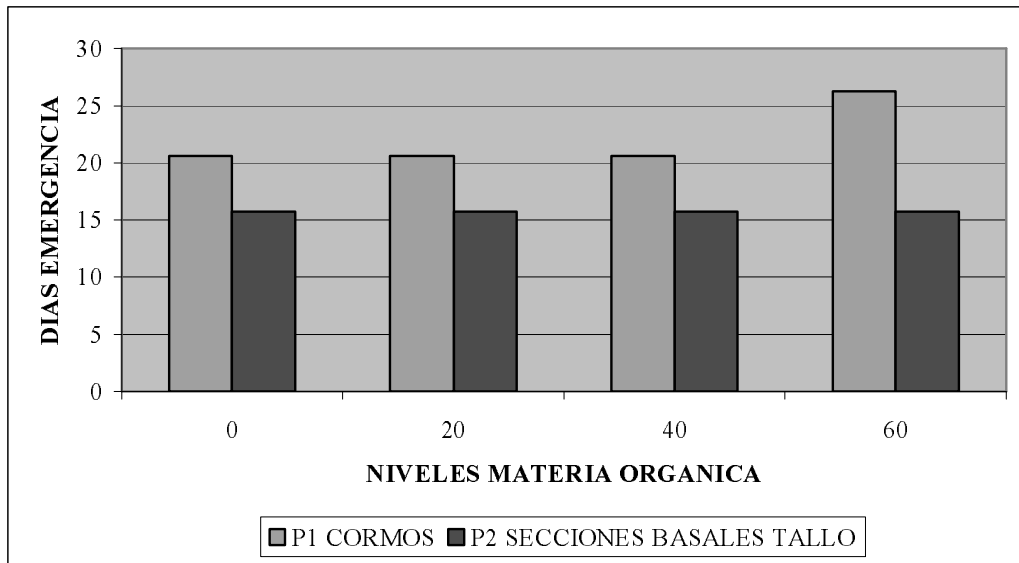


Grafico 1. Efecto de los niveles de materia orgánica y los materiales de propagación en la papa china sobre para días de emergencia.

Del análisis anterior se desprende que la propagación de la sección basal del tallo de la papa china, indujo a una mayor precocidad de emergencia de la planta, con 15.75 días, diferenciándose del tiempo de emergencia logrado por los cormos que alcanzaron 20.57 días, lo que le hace a este sistema de propagación más tardío.

B. ALTURA DE PLANTA A 60, 90, 120 Y 150 DÍAS

Al establecer el análisis de variancia para altura de planta a los 60, 90, 120 y 150 días de la siembra no se presento diferencias estadísticas en repeticiones para cada una de las épocas; mientras que, los tratamientos se diferenciaron a nivel del 1%. Al desglosar los grados de libertad para tratamientos únicamente se detecto diferencias estadísticas al 1% entre los métodos de propagación a los 60 días y al nivel del 5% a los 90 días. Por otro lado, los niveles de materia orgánica se diferenciaron a nivel del 1% en todas las épocas de evaluación de la variable altura

de planta de papa china, manifestando un efecto lineal y cuadrático al nivel del 1%. La interacción presento significación estadística únicamente a nivel del 5%.

Cuadro 5. Análisis de variancia para altura de planta en la papa china para cuatro épocas de evaluación, utilizando dos sistemas de propagación y cuatro niveles de materia orgánica.

FUENTES DE VARIACION	G L	EVALUACIONES			
		2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
TOTAL	31				
REPETICIONES	3	211.07 ns	166.78 ns	181.87 ns	232.03 ns
TRATAMIENTOS	(7)	1164.60 **	2480.32 **	3580.21 **	5223.57 **
M. PROPAGACION (P)	1	1256.25 **	504.031 *	225.78 ns	236.53 ns
MATERIA ORGANICA (N)	3	2096.13 **	5328.53**	7912.69 **	11777.78**
NI	1	4746.95**	13014.06 **	21692.31 **	33379.51 **
Nq	1	1478.32 **	2610.03 **	1968.78 **	1906.53 **
Nc	1	63.13 ns	91.51 ns	77.01 ns	47.31 ns
P * N	3	202.53 ns	380.87*	365.87 *	331.69 ns
ERROR	21	99.91	95.95	83.75	149.25
$\bar{X}(\%)$		66.08	77.22	94.59	102.34
C.V.(%)		15.13	12.69	9.67	11.94

Los promedios generales de altura de planta fueron de 66.08, 77.22, 94.59 y 102.34 cm para las frecuencias establecidas; esto es a los 60, 90, 120 y 150 días respectivamente, con coeficientes de variación de 15.13, 12.69, 9.67, 11.94%.

Las plantas provenientes de la parte basal del tallo presentaron las mayores alturas de planta a lo largo de cada una de las épocas en relación a las plantas provenientes de cormos, diferenciándose estadísticamente en la prueba de DMS al 5% (Cuadro 6 y Grafico 2).

Las plantas propagadas por secciones basales del tallo desarrollan su sistema radicular más temprano que las plantas propagadas por cormos, siendo esta una ventaja de tiempo y cantidad en cuanto se refiere al aprovechamiento de nutrientes y por ende al desarrollo del cultivo.

Cuadro 6. Efecto de los sistemas de propagación sobre altura de planta en papa china para cada época de evaluación. DMS 5%.

METODOS DE PROPAGACION	EVALUACIONES			
	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
P1 CORMOS	59.81 b	73.25 b	91.94 b	99.63 b
P2 SECCIONES BASALES	72.34 a	81.19 a	97.25 a	105.06 a

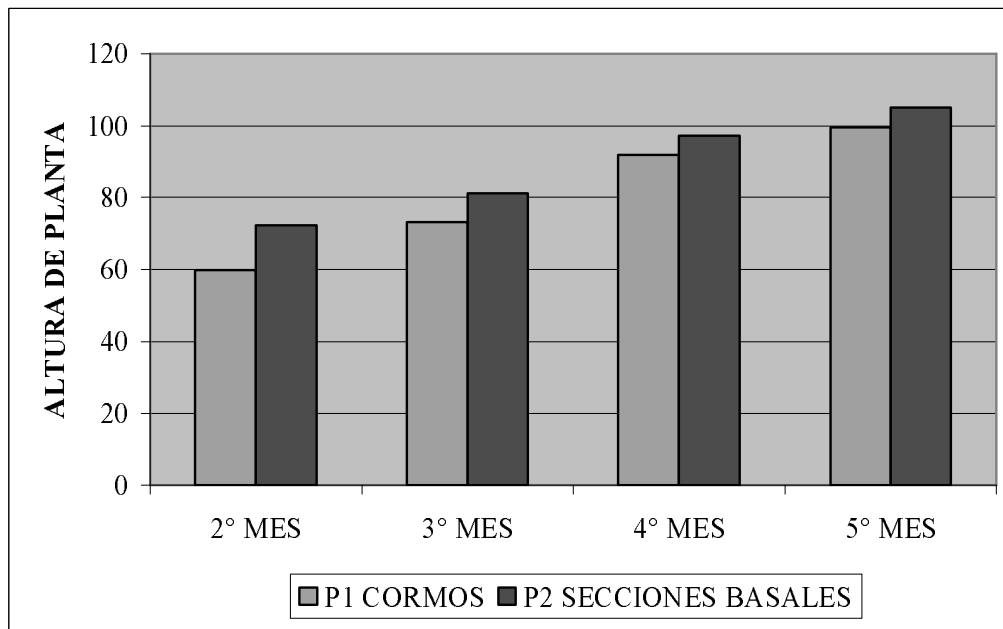


Grafico 2. Efecto del material de propagación sobre altura de planta en cuatro evaluaciones mensuales.

En cada época establecida, se puede apreciar la tendencia en un incremento de la altura de planta a medida que se incrementa los niveles de la fertilización orgánica, observándose en la última evaluación una altura de 50.75 cm al tratamiento sin materia orgánica; por el contrario 60t/ha se logra una altura de 138.50 cm (Cuadro 7 y Grafico 3).

Cuadro 7. Efecto de la fertilización orgánica sobre altura de planta en papa china para cada época de evaluación. Duncan 5%.

FERTILIZACION ORGANICA	EVALUACIONES			
	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
N1 0 t/ha	42.31 b	40.38 c	51.13 d	50.75 d
N2 20 t/ha	69.31 a	79.50 b	92.88 c	97.25 c
N3 40 t/ha	76.44 a	93.00 a	112.00 b	122.88 b
N4 60 t/ha	76.25 a	96.00 a	122.38 a	138.50 a

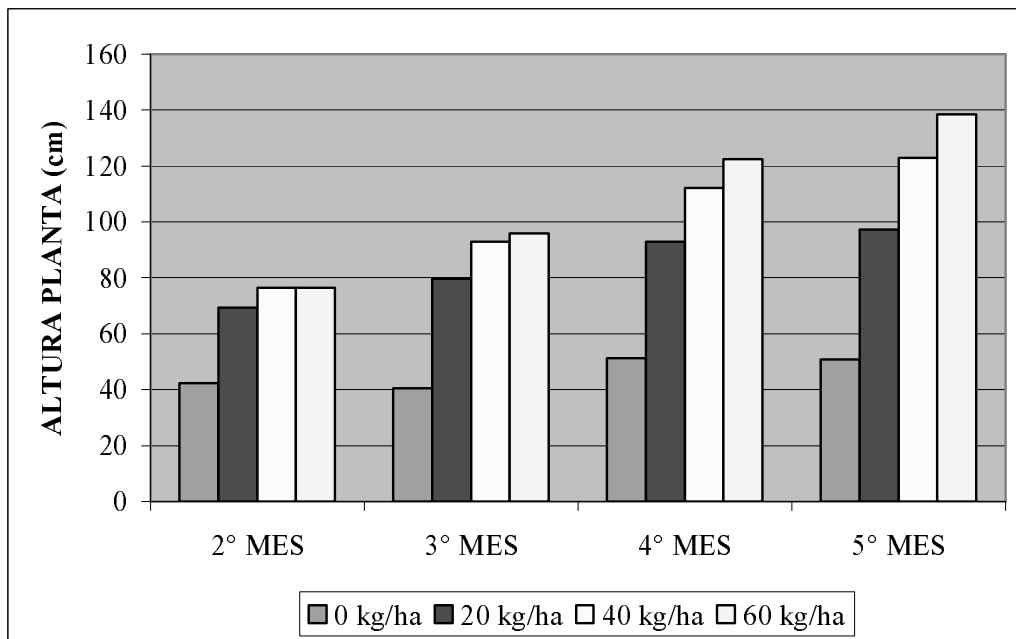


Grafico 3. Efecto de la fertilización orgánica sobre altura de planta en papa china en las diferentes evaluaciones.

Dentro de cada evaluación, al analizar los tratamientos se puede apreciar dentro de cada uno de los métodos de propagación una tendencia lineal creciente en la altura por efecto de los niveles de fertilización orgánica (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto conjunto de los sistemas de propagación y fertilización orgánica sobre altura de planta en papa china para cada evaluación mensual. Duncan 5%.

INTERACCION M x O	ÉPOCAS DE EVALUACIÓN			
	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
P1N1	36.63 d	38.25 d	49.25 e	50.50 e
P1N2	67.13 bc	81.25 bc	98.00 cd	102.00 cd
P1N3	72.75 bc	91.50 bc	109.50 bc	117.75 bc
P1N4	62.75 c	82.00 bc	111.00 bc	128.25 b
P2N1	48.00 d	42.50 d	53.00 e	51.00 e
P2N2	71.50 bc	77.75 c	87.75 d	92.50 d
P2N3	80.13 ab	94.50 b	114.50 b	128.00 b
P2N4	89.75 a	110.00 a	133.75 a	148.75 a

C. NÚMERO DE HOJAS

En el análisis de variancia de cada evaluación; 60, 90, 120 y 150 días sobre el número de hojas, no se detecto diferencias estadísticas para repeticiones; mientras que, en tratamientos si se detectaron diferenciaron al 1% a los 90 y 120 días y al 5% a los 150 días. Al desglosar los grados de libertad para tratamientos, no se presentó ningún efecto de los métodos de propagación; mientras que, los niveles de materia orgánica se diferenciaron a nivel del 1% en cada una de las evaluaciones a excepción de la primera época donde la diferencia estadística alcanzó el 5%. La interacción no presento significación por lo tanto los dos factores en estudio son independientes. Por otro lado es importante destacar que la materia orgánica mostró un efecto lineal significativo al 1% a los 90, 120 y 150 días, mientras que el efecto cuadrático fue del 5% a los 60, 120 y 150 días; mientras que a los 90 días fue significativo al 1% (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de variancia para número de hojas en la papa china para cada evaluación, bajo dos sistemas de propagación y cuatro niveles de materia orgánica.

FUENTES DE VARIACION	GL	ÉPOCAS DE EVALUACIÓN			
		2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
TOTAL	31				
REPETICIONES	3	0.250 ns	0.448 ns	0.365 ns	0.208 ns
TRATAMIENTOS	(7)	1.786 ns	3.210 **	2.567 **	3.339 *
M. PROPAGACION (P)	1	3.125 ns	0.281 ns	0.031 ns	0.000 ns
MATERIA ORGANICA (N)	3	2.917*	6.865 **	4.781 **	7.458 **
Nl	1	3.025 ns	11.556 **	8.556**	15.625**
Nq	1	4.500 *	9.031 **	5.281 *	6.125 *
Nc	1	1.225 ns	0.006 ns	0.506 ns	0.625 ns
P * N	3	0.208 ns	0.531 ns	1.198 ns	0.333 ns
ERROR	21	0.798	0.876	0.674	1.099
$\bar{X}(\%)$		5.50	5.84	6.66	6.19
C.V.(%)		16.24	16.02	12.33	16.87

Los promedios generales para numero de hojas verdaderas en papa china fueron de 5.50, 5.84, 6.66 y 6.19 en las evaluaciones a los 60, 90, 120 y 150 días, respectivamente, con coeficientes de variación de 16.24, 16.02, 12.33 y 16.87%.

En el Cuadro 10 se aprecia los promedios del número de hojas para cada uno de los métodos de propagación en la papa china, en donde se mira claramente una similitud de respuesta.

Cuadro 10. Efecto de los sistemas de propagación para número de hojas verdaderas en papa china para cada evaluación.

METODOS DE PROPAGACION	ÉPOCAS DE EVALUACIÓN			
	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
P1 CORMOS	5.19	5.75	6.63	6.19
P2 SECCIONES BASALES	5.81	5.94	6.69	6.19

En términos generales el efecto de los niveles de la materia orgánica manifestaron una tendencia cuadrática en cada evaluación, el mayor número de hojas verdaderas correspondió a la dosis de 40 tn/ha a los 90, 120 y 150 días, y con 20 tn/ha se registró el mayor número de hojas a los 60 días (Cuadro 11 y Grafico 4).

Cuadro 11. Efecto de la fertilización orgánica para número de hojas verdaderas en papa china para cada evaluación. Duncan 5%.

FERTILIZACION ORGANICA	EVALUACIONES			
	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
N1 0 t/ha	4.63 b	4.50 b	5.50 b	4.75 b
N2 20 t/ha	6.00 a	6.13 a	7.00 a	6.50 a
N3 40 t/ha	5.75 a	6.63 a	7.13 a	6.75 a
N4 60 t/ha	5.63 a	6.13 a	7.00 a	6.75 a

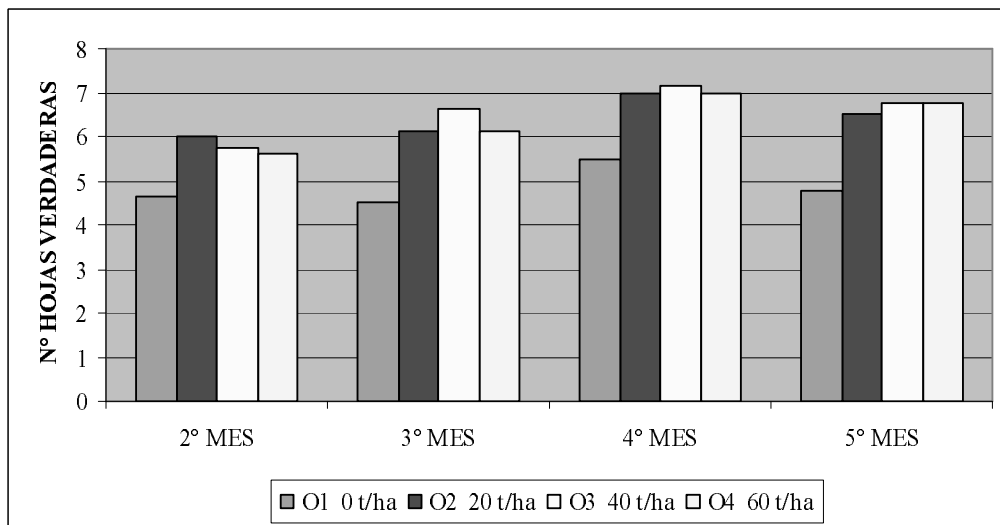


Grafico 4. Efecto de la fertilización orgánica sobre el número de hojas verdaderas de la papa china en cada una de las evaluaciones mensuales.

Se observa en el gráfico anterior que el mayor número de hojas se logra en el cuarto mes desde la siembra, lo que se explica por las particularidades del ciclo de crecimiento de la especie botánica en estudio, ya que después de la siembra el crecimiento del retoño de papa china es rápido durante los primeros meses, y luego el crecimiento y peso en seco del retoño va en declinio y se observa una disminución en número de hojas y área foliar.

En el Cuadro 12, en cada evaluación se puede apreciar la tendencia cuadrática que originan los niveles de materia orgánica aplicados al suelo para cada uno de los métodos.

Cuadro 12. Efecto conjunto de los sistemas de propagación y fertilización orgánica sobre el número de hojas verdaderas de la papa china para cada evaluación mensual. Duncan 5%.

INTERACCION M x O	EVALUACIONES			
	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES
P1N1	4.50 bc	4.75 bc	6.00 bc	4.75 b
P1N2	5.50 ab	6.00 ab	6.75 ab	6.75 a
P1N3	5.50 ab	6.25 ab	6.75 ab	6.50 a
P1N4	5.25 ab	6.00 ab	7.00 ab	6.75 a
P2N1	4.75 bc	4.25 c	5.00c	4.75 b
P2N2	6.50 a	6.25 ab	7.25 ab	6.25 ab
P2N3	6.00 a	7.00 a	7.50 a	7.00 a
P2N4	6.00 a	6.25 ab	7.00 ab	6.75 a

D. RENDIMIENTO tn/ha.

Al establecer el análisis de variancia para rendimiento total en tn/ha, del rendimiento exportable y porcentaje de rendimiento, no se detectó diferencias estadísticas para repeticiones; mientras que, los tratamientos sí se diferenciaron para cada variable; los métodos de propagación no mostraron diferencias estadísticas; en cambio, los niveles de materia orgánica se diferenciaron a nivel del 1% en cada variable en estudio y su efecto fue lineal lo que quiere decir que el rendimiento tiene una relación directa con los niveles de fertilización; finalmente la interacción es significativa al nivel del 1% para rendimiento exportable en tn/ha, así como lo expresado en porcentaje.



Figura 8: Rendimiento exportable (funda) y no exportable (sobre periódico) de cormos de papa china.

El promedio general fue de 29.34 tn/ha de rendimiento total de papa china, el rendimiento exportable alcanzó 10.77 tn/ha que corresponde a un promedio exportable de 32.47%; los coeficientes de variación alcanzaron el 12.91, 35.22 y 29.16% respectivamente.

Cuadro 13. Análisis de rendimiento total, rendimiento exportable y porcentaje de rendimiento exportable.

FUENTES DE VARIACION	GL	RENDIMIENTO tn/ha		
		TOTAL	EXPORTABLE	EXPORTABLE %
TOTAL	31			
REPETICIONES	3	19.503 ns	40.203 ns	213.786 ns
TRATAMIENTOS	(7)	789.512 **	207.271 **	905.024 **
M. PROPAGACION (P)	1	3.125 ns	18.347 ns	96.084 ns
MATERIA ORGANICA(N)	3	1830.941 **	461.890 **	996.497 **
Nl	1	4825.710 **	1352.162 **	2946.801 **
Nq	1	663.390 **	29.319 ns	37.910 ns
Nc	1	3.721 ns	4.189 ns	4.778 ns
P * N	3	10.212 ns	461.890**	1083.198**
ERROR	21	14.344	14.465	89.024
$\bar{X}(\%)$		29.34	10.77	32.47
C.V.(%)		12.91	35.22	29.16

El rendimiento total, el rendimiento exportable y el rendimiento exportable en porcentaje, no fueron afectados por los métodos de propagación, sus promedios fueron bastante similares (Cuadro 14), en el Grafico 5 se aprecia claramente la similitud de los rendimientos total y exportable; en el porcentaje del rendimiento exportable se presenta apenas una diferencia del 3.46%.

Cuadro 14. Efecto de los métodos de propagación sobre el rendimiento total, exportable y porcentaje del mismo en papa china.

METODOS DE PROPAGACION	RENDIMIENTO tn/ha		
	TOTAL	EXPORTABLE	EXPORTABLE %
P1 CORMOS	29.66	11.52	30.74
P2 SECCIONES BASALES	29.03	10.01	34.20

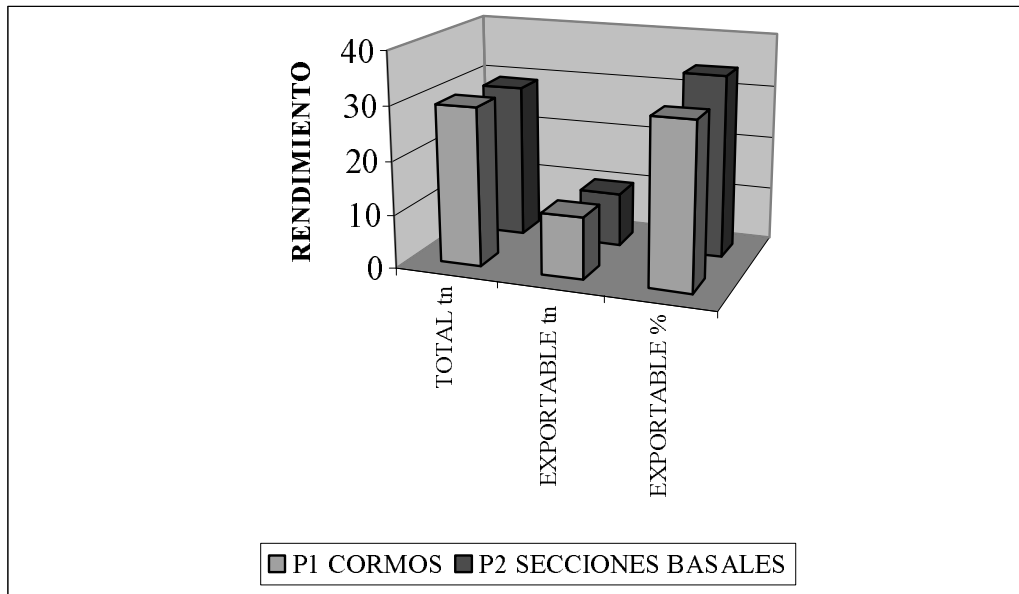


Grafico 5. Efecto de la propagación en el rendimiento total, de exportación y de exportación en porcentaje de la papa china.

La acción de la fertilización orgánica en el rendimiento total, rendimiento exportable y porcentaje exportable en papa china reportó una tendencia lineal por la influencia de la materia orgánica, pues a medida que se incrementan los niveles de materia orgánica aumentan los rendimientos (Cuadro 15 y Grafico 6).

Cuadro 15. Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento total, exportable y porcentaje de rendimiento exportable en papa china. Duncan 5%.

FERTILIZACION ORGANICA	RENDIMIENTO tn/ha		
	TOTAL	EXPORTABLE	EXPORTABLE %
N1 0 t/ha	8.16 c	1.25 c	18.68 c
N2 20 t/ha	28.86 b	8.33 b	28.75 b
N3 40 t/ha	38.93 a	15.12 a	38.37 ab
N4 60 t/ha	41.42 a	18.37 a	44.08 a

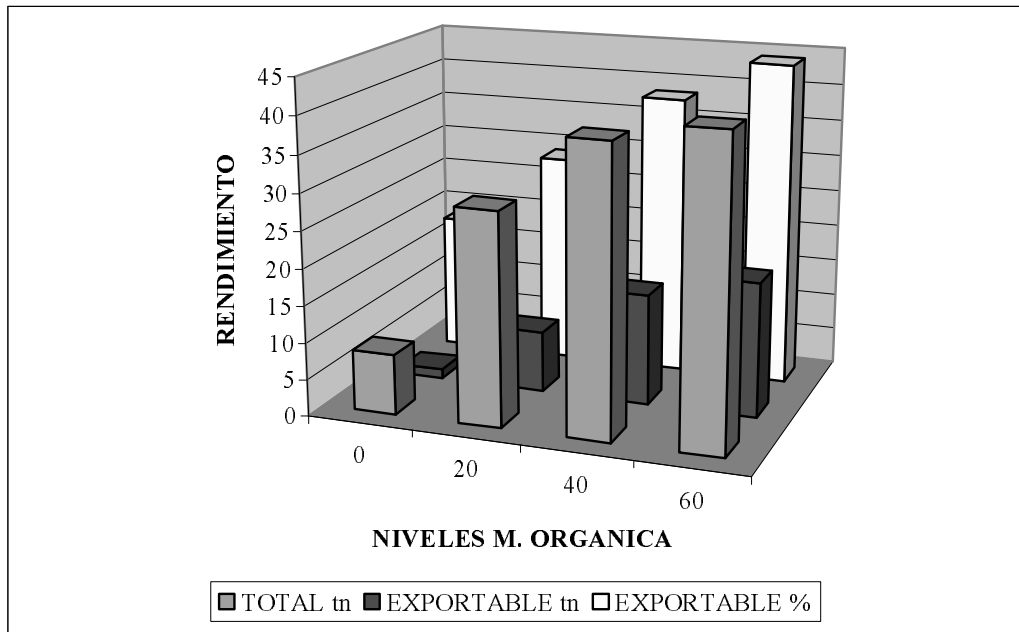


Grafico 6. Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento total, de exportación y de exportación en porcentaje en papa china.

Al analizar el efecto conjunto de los métodos de propagación y fertilización orgánica, se aprecia claramente los efectos lineales de los niveles de materia orgánica sobre el incremento de rendimiento tanto total como exportable; mientras que, en el porcentaje la tendencia lineal solo se aprecia dentro del método de propagación con cormos (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto conjunto de los métodos de propagación y fertilización orgánica en el rendimiento total, exportable y porcentaje exportable en la papa china. Duncan 5%.

INTERACCION M x O	RENDIMIENTO/ha		
	TOTAL tn	EXPORTABLE tn	EXPORTABLE %
P1N1	9.38 c	0.00 e	0.00 c
P1N2	27.73 b	10.33 bc	36.55 a
P1N3	38.90 a	16.21 a	40.90 a
P1N4	42.63 a	19.57 a	45.50 a
P2N1	6.95 c	2.50 de	37.36 a
P2N2	30.00 b	6.34 cd	20.94 b
P2N3	38.96 a	14.03 ab	25.84 a
P2N4	40.21 a	17.18 a	42.67 a

Por otro lado al analizar la regresión de los niveles de materia orgánica con el rendimiento total en papa china, se determina que por cada tonelada de materia orgánica aplicada se incrementa el rendimiento en 0.866 tn/ha cuando se utilizó cormos; mientras que cuando se utilizó las secciones basales de los tallos el incremento fue de 0.544 tn/ha. Con respecto al rendimiento exportable el incremento por cada tn de materia orgánica aplicada al suelo produjo un incremento de 0.501 tn/ha utilizando los cormos como material de propagación, mientras que el incremento cuando se utilizó las secciones basales de los tallos apenas fue de 0.259 tn/ha por cada tn/ha aplicada al suelo.

Del análisis anterior se deduce que los mayores incrementos del rendimiento tanto total como de exportación se presentan cuando se adiciona la materia orgánica y se utiliza cormos como material de propagación, en el cultivo.

Los incrementos del rendimiento general y de exportación de la papa china por efecto de la fertilización orgánica se aprecia en forma objetiva en los Gráficos 7 y 8.

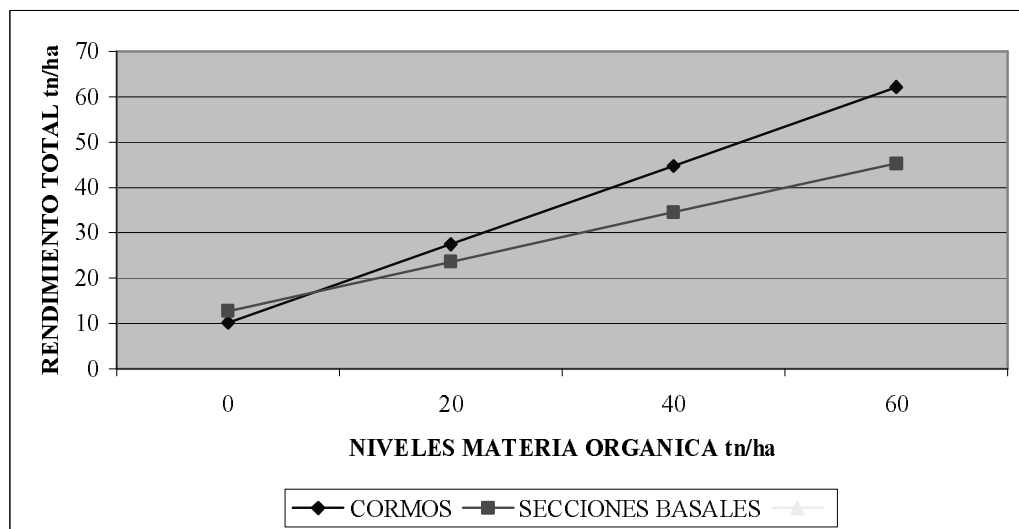


Gráfico 7. Regresión entre los niveles de materia orgánica con el rendimiento total de papa china, utilizando cormos y secciones basales del tallo.

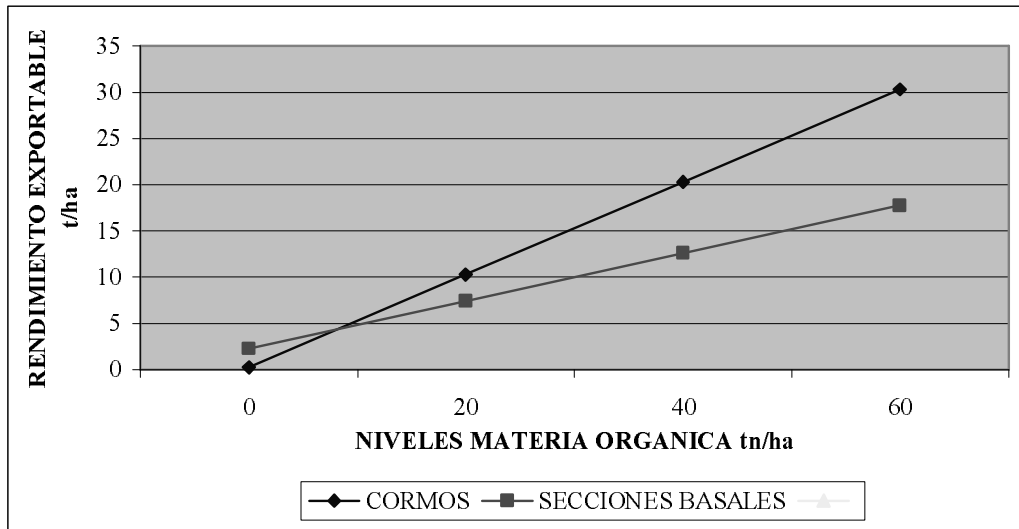


Grafico 8. Regresión ente niveles de materia orgánica con el rendimiento exportable en papa china utilizando cormos y secciones basales del tallo.

E. REGRESIONES Y CORRELACIONES

En general todas las variables mostraron un efecto de los niveles de fertilización orgánica con el método de propagación por cormos, pues la correlación manifestó significación a nivel del 1% en todas las variables a excepción de días a la emergencia y número de hojas verdaderas al segundo mes que únicamente presentó significación al nivel del 5%.

Para secciones basales la correlación entre los niveles de fertilización orgánica con altura de planta, número de hojas verdaderas en el quinto mes, rendimiento total y rendimiento de exportación manifestaron significación al nivel del 1%; mientras que, con el número de hojas verdaderas a tercer y cuarto mes de la siembra la significancia fue a nivel del 5% y el resto no presentó diferencias estadísticas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Regresión y Correlación entre niveles de fertilización orgánica con las variables en estudio dentro de cada método de propagación.

VARIABLES	METODO DE PROPAGACION	
	CORMOS	SECCIONES BASALES
DIAS EMERGENCIA	$Y=19.95 + 0.105 X$ $r=0.68 *$	$Y=14.00 + 0.00 X$ $r=0.00 \text{ ns}$
ALTURA (2° MES)	$Y=43.05 + 0.745 X$ $r=0.80 **$	$Y=52.26 + 0.669 X$ $r=0.97 **$
ALTURA (3° MES)	$Y=46.06 + 1.209 X$ $r= 0.87 **$	$Y=48.30 + 1.096 X$ $r=0.98 **$
ALTURA (4° MES)	$Y=55.66 + 1.612 X$ $r=0.95 **$	$Y=56.90 + 1.345 X$ $r=0.99 **$
ALTURA (5° MES)	$Y=54.98 + 1.984 X$ $R=0.98 **$	$Y=55.75 + 1.644 X$ $r=0.99 **$
N° HOJAS VERDADERAS (2° MES)	$Y=4.72 + 0.021 X$ $r=0.75 *$	$Y=5.33 + 0.016 X$ $r=0.56 \text{ ns}$
N° HOJAS VERDADERAS (3° MES)	$Y=4.98 + 0.034 X$ $r=0.87 **$	$Y=4.93 + 0.034 X$ $r=0.74 *$
N° HOJAS VERDADERAS (4° MES)	$Y=6.08 + 0.024 X$ $r=0.96 **$	$Y=5.75 + 0.031 X$ $r=0.71 *$
N° HOJAS VERDADERAS (5° MES)	$Y=5.08 + 0.049 X$ $r=0.87 **$	$Y=5.18 + 0.034 X$ $r=0.87 **$
RENDIMIENTO TOTAL	$Y=10.18 + 0.866X$ $r=0.99 **$	$Y=12.72 + 0.544 X$ $r=0.91 **$
RENDIMIENTO EXPORTACION tn/ha	$Y=0.26 + 0.501 X$ $r=1.00 **$	$Y=2.25 + 0.259 X$ $r=0.99 **$
RENDIMIENTO EXPORTACION %	$Y=4.73 + 1.156 X$ $r=0.95 **$	$Y=29.58 + 0.154 X$ $r=0.44 \text{ ns}$

F. ANALISIS ECONOMICO

Siguiendo la metodología del análisis de presupuesto parcial de Perrin *et al* (1976), se obtuvo los beneficios brutos y los costos variables de cada uno de los tratamientos en estudio, de cuya diferencia se determinó el beneficio neto (Cuadro 18).

Cuadro 18. Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en estudio en la producción del cultivo de papa china, utilizando dos métodos de propagación asexual con cuatro niveles de fertilización orgánica.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO BRUTO (\$)	COSTO VARIABLE (\$)	BENEFICIO NETO (\$)
T1 (Cormo + 0 Tn/ha)	2084.4	5044.65	-2960.25
T2 (Cormo + 20 Tn/ha)	6162.2	6598.22	-436.02
T3 (Cormo + 40 Tn/ha)	8477.8	8151.8	326
T4 (Cormo + 60 Tn/ha)	9473.3	9705.36	-232.06
T5 (SBT + 0 Tn/ha)	1544.4	7321.43	-5777.03
T6 (SBT + 20 Tn/ha)	6666.7	8875	-2208.3
T7 (SBT + 40 Tn/ha)	8657.8	10428.57	-1770.77
T8 (SBT + 60 Tn/ha)	8935.6	11982.14	-3046.54

Se encontró que todos los beneficios netos fueron negativos a excepción del tratamiento tres (T3: cormo con 40 Tn/ha de fertilización orgánica), por lo tanto este tratamiento se constituye en la única alternativa económica.

Por otro lado es importante resaltar que en esta investigación se trabajó con un costo de mano de obra de 4821.43 USD./ha, mientras que en la información sobre la expansión de la oferta exportable del Ecuador, publicada por la CORPEI, el costo de mano de obra para una hectárea de malanga (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*) es únicamente de 428 dólares. Por lo tanto es imprescindible el estudio minucioso de los costos de producción por parte de la CORPEI.

V. CONCLUSIONES

- La propagación con secciones basales del tallo en papa china, mejora precocidad a la emergencia en 5 días en relación a los cormos.
- No se detecta una tendencia definida de los niveles de la fertilización orgánica sobre la emergencia; sin embargo el nivel de 60 tn/ha de materia orgánica con cormos presento una tendencia tardía del cultivo.
- Las plantas provenientes de secciones basales de tallos presentaron las mayor altura en todas las épocas de evaluación en relación a aquellas provenientes de cormos.
- La fertilización orgánica tiende a incrementar la altura de planta en papa china; alcanzando con 60 t/ha una altura de 138.50 cm.
- Los sistemas de propagación en estudio en papa china no ejerce ningún efecto en el número de hojas verdaderas.
- Los métodos de propagación no influyen significativamente en la productividad en tn/ha, tanto total y exportable en el cultivo de papa china.
- El rendimiento se incrementa a medida que aumentan los niveles de la fertilización orgánica.
- El mayor incremento del rendimiento por tn/ha de materia orgánica aplicada al suelo se produjo cuando la siembra se realizó con cormos, superando notablemente las secciones basales de los tallos.
- La regresión entre los niveles de materia orgánica con el rendimiento de la papa china, determina que por cada tonelada de materia orgánica aplicada el

rendimiento se incrementó en 0.866 tn/ha, con cormos; mientras que, con secciones basales del tallo el incremento es de 0.544 tn/ha

- El análisis económico muestra que el tratamiento tres (T3: cormo con 40 tn/ha de fertilización orgánica) tiene mejor alternativa económicamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda cultivar cormos de papa china con 60 tn/ha de materia orgánica para lograr los mejores rendimientos tanto total como exportable.
- Los resultados de la investigación presentaron un beneficio neto negativo excepto el tratamiento tres, que bajo las condiciones de la zona en estudio las oportunidades de jornales son mínimas en el cultivo, por lo que se utiliza la mano de obra familiar; razón por la cual se recomienda el cultivo de este tubérculo con la tecnología del tratamiento 3.
- La falta de maquinaria agrícola, potencia la ventaja en este tipo de explotaciones sustentables para pequeños productores frente a aquellas explotaciones extensivas donde el empleo de maquinaria agrícola incrementa los costos de producción y deteriora el ambiente debido a la topografía de la zona, que debe utilizar maquinaria especializada..
- Finalmente se recomienda realizar nuevas investigaciones que incluya maquinaria agrícola especializada para bajar costos de producción.

VII. RESUMEN

La Papa China o Taro ocupa el quinto lugar en el mundo dentro de los cultivos de raíces y tubérculos. En la región amazónica ecuatoriana esta raíz es un cultivo bien adaptado y manejado de forma orgánica, por lo que es una excelente alternativa para afrontar la problemática alimentaria de la región; además tiene variada utilización en la alimentación humana y animal, así como también características de alta digestibilidad, lo que hace atractiva e interesante su explotación.

El Taro posee flores unisexuales en espádice, sin embargo no produce semillas, debido a una selección clonal permanente en el tiempo que ha generado materiales infértiles. En Ecuador, tanto por razones económicas como técnicas la propagación se hace totalmente con material asexual.

Dentro de este contexto el estudio pretende generar tecnologías de propagación y abonadura en el manejo del cultivo que eleve la productividad en forma rentable para el agricultor sin causar el menor impacto en la ecología de la región.

Los objetivos planteados fueron: Evaluar en el cultivo de Papa china, la influencia de dos métodos de propagación asexual con cuatro niveles de fertilización orgánica, para incrementar los rendimientos, manteniendo y mejorando el medio ecológico natural. Determinar el nivel óptimo de materia orgánica que debe aplicarse para incrementar el rendimiento. Definir el método de propagación más eficaz que permita un mayor incremento en el rendimiento. Encontrar la mejor correlación entre el método de propagación y los niveles de fertilización orgánica. Con los resultados se pretende aportar nuevos conocimientos e información técnica para el cultivo de papa china que permita mejorar la rentabilidad de la actividad. Y Finalmente realizar el análisis económico.

Los factores en estudio fueron: Materiales de propagación [Cormos (P1), Secciones basales del tallo (P2)]; con cuatro niveles de fertilización orgánica (0 t/ha de materia orgánica (N1), 20 t/ha de materia orgánica (N2), 40 t/ha de materia orgánica (N3) y 60 t/ha de materia orgánica (N4)), de la combinación de los factores en estudio se obtuvo 8 tratamientos, los cuales se dispusieron en un diseño de bloques al azar en arreglo factorial 2 x 4 con cuatro repeticiones.

Los resultados mostraron que la siembra de secciones basales del tallo de la papa china incrementa la precocidad en la emergencia en relación a los cormos. Respecto a los niveles de la fertilización orgánica estos no influyeron en los días a la emergencia. La utilización de secciones basales del tallo generó mayor altura de planta a lo largo de cada una de las evaluaciones mensuales. A medida que se incrementó los niveles de fertilización orgánica mejoró la altura de planta en papa china. Los métodos de propagación no influenciaron en el número de hojas verdaderas, la falta de fertilización orgánica presentó un menor número de hojas verdaderas. El método de propagación en papa china no influyó positivamente en el rendimiento total en tn/ha. Pero se detectó que los rendimientos se incrementaron a medida que elevaron los niveles de la fertilización orgánica. El mayor incremento del rendimiento total se logra con 60 tn/ha de materia orgánica al incrementarse el rendimiento comparado con el testigo hasta en 150%. Y el incremento del rendimiento exportable en tn/ha se logra con aplicaciones de materia orgánica al suelo y propagación por cormos, superando notablemente a las secciones basales del tallo. Los cormos produjeron un mayor incremento del rendimiento de exportación por cada tn/ha de materia orgánica aplicada, que cuando se utilizó las secciones vegetativas de papa china.

VII. SUMMARY

The plant so called locally "Papa China", "Taro", occupies the fifth place in the world in the category of roots and tubercles cultivation. In Ecuador, in the river Amazon area this crop is well adapted and handled in an organic form, being this the reason why this crop is an excellent alternative to cope with the food scarcity problem in the region. This tubercle has a variety of practical uses in the human and livestock feeding, and it is blessed with high digestibility characteristics, circumstance that makes it interesting for commercial exploitation.

This crop possesses unisexual flowers arranged in "spadice", however do not produce seeds due to a permanent clonal selection which has generated infertile material. In Ecuador, for both economical and technical reasons the crop propagation is done entirely with asexual genetic material.

Within this context, the study pretends to generate propagation and fertilizing technology in the crop handling to increase productivity in a high return manner for the producer and at the same time to render the process with zero environmental impact.

The objectives are: (a) Evaluate the asexual propagation methods influence of the papa china crop with four levels of organic fertilization to increase yields, maintaining the natural local environment. (b) Determine the optimal level of organic material to obtain good yields. (c) Define the more efficient propagation method to permit optimal yields, (d) Find the best correlation between the propagation method and levels of organic fertilization. With the results obtained it is assumed that knowledge is to be attained to improved cost effectiveness. And finally, perform the economic analysis.

The study items were: Propagation material [Cormos(P1), stem basal sections (P2); four levels of organic fertilization (0 t/ha of organic material (N1), 20 t/ha of organic material (N2), 40 t/ha of organic material (N3) and 60 t/ha of organic

material (N4). With the combination of the various factors studied it was obtained 8 treatments types, which were arranged in a block pattern randomly, 2 x 4 repetitions.

The results evidenced that the stem basal sections of the papa china increases their out the soil raising precocity in a close relation with the cormos. The levels of organic fertilization did not have an clear influence in the out of the soil process. The stem basal section generated higher plant dimensions along each of the monthly evaluations. Also the higher the organic fertilization the taller the plant. The propagation methods did not have any influence in the number of true leaves, on the contrary the lack of propagation methods did reduce the number of true leaves. The propagation method did not have influence in the yield in tn/ha. But an increment in the yield was observed as the levels of organic fertilization was increased. The best yield in ton/ha was obtained with a dosage of 60 tn/ha compared with the crop attestor until the 150%. The best exportable yield increment in tn/ha is obtained with organic material and cormos propagation, exceeding the stem basal sections treatment. The cormos produced a greater increment of the exportation yield for each ton/ha of organic material applied than the vegetative section of the papa china.

IX. BIBLIOGRAFIA

- AGBO-EGBE, T ; RICKARD, J. 1991. Study on the factors affecting storage of edible aroids. *Annals of Applied Biology*. pp.119, 121-130.
- AGUIRRE Andrés, 1983. 500 consejos agrícolas. Segunda Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España. pp: 211 - 216.
- AUBERT, C. 1977. L' agricultura biologique: pourquoi et comment la pratiquer. Editorial Le Courier du Livre. Paris – Francia.
- BEEN, B.; MARRIOTT, J.; PERKINS, C. 1975. Wound periderm formation in dasheen and its effects on storage. *Proceedings of a Meeting of the Caribbean Food Crop Society held in Trinidad*. pp: 13.
- BELLAPART Carlos. 1996. Nueva agricultura biológica. s/Ed. Ediciones Mundi Prensa. Barcelona – España. pp: 89 – 112.
- BRADBURY, D.; HOLLOWAY, W. 1988. Chemistry of tropical root crops. ACIAR, Canberra.
- BOHN Hinrich. 1993. Química del suelo. Primera Edición. Limusa – Noriega Editores. México D.F. – México. pp: 155 – 174.
- CHING, K. 1970. Development of starch, protein, leaf and corm in *Colocasia esculenta*, Proc. 2nd Int. Symp. Trop. Root. Tuber Crops. pp: 143 – 146.
- COOKE, R.; RICKARD, J.; THOMPSON, A. 1988. The storage of tropical root and tuber crops – cassava, yam and edible aroids. *Experimental Agriculture*. pp: 457 – 470.
- COURSEY, D. 1968. The edible aroids. *World Crops*. pp: 25 – 30.
- DAVIS, B.; EAGLER, D.; FINNEY, B. 1987. Manejo del Suelo. s/Ed. Editorial El Ateneo. Buenos Aires – Argentina.
- DERSTINE, V.; RADA, E. 1952. Poi in Hawai. *Agricultura Economic Bulletin*. Agriculture Experiment Station. Hawai – EEUU. pp: 43.
- ESTRADA, E.; GALVIS, F. 1978. Enfermedades de la papa china o taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, en la costa Pacífica del Valle del Cauca. s/Ed. Universidad Nacional de Colombia. Palmira – Colombia. pp: 121.
- EZUMAH, H. 1973. The growth and development of taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, in relation to select cultural management practise. *Diss Abstract Internacional*. pp: 24.

- EZUMAH, H.; PLUCKNETT, D. 1973, Response of taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, to water management, plot preparation and population. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan – Nigeria.
- F. A. O. (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 1974. Production year book. Vol. 28.
- FITZPATRICK, E. 1996. Introducción a la Ciencia de los Suelos. Primera Edición. Editorial Trillas. México D. F. – México. pp: 120 – 130.
- FUNDORA, O.; ARZOLA, N.; MACHADO, J. 1979. Agroquímica. s/Ed. Editorial Pueblo y Educación, Ministerio de Educación Superior. La Habana – Cuba. pp: 186 – 190.
- GRIFFIN, G.; WANG, J. 1983. Industrial Uses of Taro: a review of *Colocasia esculenta* and its potentials. University of Hawaii Press. Honolulu – Hawaii. pp: 301 – 312.
- GRIMALDI, A. 1969. Agronomía. s/Ed. Editorial Aedos. Barcelona - España. pp: 62 – 66
- GOODING, H.; CAMPBELL, J. s/f. The improvement of cultivation methods in dasheen and eddoe (*Colocasia esculenta*) growing in Trinidad. s/Ed. Imperial College of Tropical Agriculture Press. Trinidad – Trinidad and Tobago.
- HASHAD, M. *et al.* 1956a. Transformation and translocation of carbohydrates in taro plants during growth. Ann. Agric. Sci. Fac. Agric. Ain Shams University. Cairo – Egipto. pp: 261 – 267.
- HASHAD, M. *et al.* 1956b. Transformation and translocation of carbohydrates in taro corms during storage. Ann. Agric. Sci. Fac. Agric. Ain Shams University. Cairo – Egipto. pp: 269 – 276.
- IRETA. 1997. Postharvest systems for improved quality of Pacific Island export taro. IRETA's South Pacific Agricultural News. September. pp: 7.
- JACKSON, G.; GOLIFER, V.; PINEGAR, J.; NEWHOOK, F. 1979. The use of fungicides against post-harvest decay of stored taro in the Solomon Islands. In Small-scale Processing and Storage of Tropical Root Crops (Ed. D.L.Plucknett). Boulder, Colorado: Westview Press. Westview Trop. Agr. Series. No. 1. pp:130-150.
- KAY, D. 1987. Crop and product digest No. 2 Root crops. 2nd Edition. London: Tropical Development and Research Institute. pp: 380.
- FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. 2002. Manual Agropecuario, Biblioteca del Campo. Quebecor World Bogotá, S. A. Bogotá – Colombia. pp: 29, 531.

- MAPES, M. 1973. Mericlone of taro varieties, *Colocasia esculenta* (L.) Schott. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan – Nigeria.
- MATSUMOTO, B.; NISHIDA, T. 1966. Predator-prey investigations on the taro leafhopper and its egg predator. Technical Bulletin 64. Agricultural Experiment Station. Honolulu – Hawaii. pp: 32.
- MESSIAEN, C. 1979. Las Hortalizas, Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Primera Edición. Editorial Blume. México D. F. – México. pp: 348 – 356.
- MILLER, C.; ROSS, W.; LOUIS, L. 1947. Hawaiian – grow vegetables. Agricultural Experiment Station, Bulletin 5. Honolulu – Hawaii. pp: 45.
- MONTALDO, A. 1991. Cultivos de Raíces y Tubérculos Tropicales. Editorial IICA. Costa Rica. pp: 13 – 67.
- O’HAIR, S.; ASOKAN, M. 1986. Edible aroids: botany and horticulture. Horticultural Reviews 8. pp: 43 – 99.
- ONWUEME, I. 1978. Tropical Tuber Crops. John Wiley and Sons. New York – EEUU. pp: 199 – 225.
- OYENUGA, V. 1968. Nigeria’s foods and feeding stuffs. University of Ibadan Press. Ibadan – Nigeria. pp: 99.
- PALMER, R.; TROEH, F. 1980. Introducción a la Ciencia del Suelo. s/Ed. Editor S. A. México D. F. – México. pp: 420.
- PASSAM, H. 1982. Experiments on the storage of eddoes and tannia (*Colocasia* and *Xanthosoma* spp.) under tropical ambient conditions. Tropical Science 24. pp: 39 – 46.
- PATERSON, J.; EDE, R. 1970. Suelos y abonado en horticultura. s/Ed. Editorial Acibia. Zaragoza – España. pp: 23 – 36.
- PEÑA, R. de la. 1970. The edible aroids in the Asian – Pacific area. In 2nd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Honolulu – Hawaii. Proceeding v. 1: 136 – 140.
- PERRIN, K.; WILKENLMANN, D.; MOSCARDI, R.; ANDERSON, R. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. México DF, México, CJMMYT. Boletín Técnico N 27. 36 pp.

- PLUCKNETT, D.; EZUMA, H.; PEÑA, R. de la. 1973. Taro (*Colocasia esculenta*) mechanization experiments in Hawaii. 3rd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. Ibadan – Nigeria.
- PLUCKNETT, D. 1979. Small-scale Processing and Storage of Tropical Root Crops, (Ed. D.L.Plucknett). Westview Trop. Agr. Series, no. 1. Boulder, Colorado: Westview Press. pp.275-299.
- PLUCKNETT, D.; WHITE, M. 1979. Storage and processing of taro in the Peoples Republic of China. In Small-scale Processing and Storage of Tropical Root Crops (Ed. D.L.Plucknett). Westview Trop. Agr. Series, no. 1. Boulder, Colorado: Westview Press. pp.119 - 123.
- PRIMO, E.; CARRASCO, J. 1973. Química Agrícola. s/Ed. Editorial Alambra. Madrid – España. pp: 22 – 32.
- PUREWAL, S.; DARGAN, K. 1957. Effects of spacing on development and yield of arum (*Colocasia esculenta*). Indian Journaly Agricultural Science, 27. pp: 151 - 162.
- RICKARD, J. 1981. Biochemical changes involved in post-harvest deterioration of cassava roots. Trip. Sci. 23. pp: 235.
- RICKARD, J. 1983. Post-harvest management of taro (*Colocasia esculenta* var *esculenta*). Alafua Africa Bulletin 8. pp: 43.
- RODRIGUEZ, R.; MARTELL, M. 1988. Determinación del periodo crítico de competencia de las malezas en malanga. Ciencia y técnica agrícola, v. 11, No. 2. Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal. La habana – Cuba. pp: 71 – 81.
- QUEVEDO, M.; SANICO, R.; BALIAO, M. 1991. The control of post-harvest diseases of taro corms. Tropical Science 31. pp: 359.
- SEWELL, L.; HEALEY, P. 1979. Distribution of calcium oxalate crystal idioblast in cormsof taro (*Colocasia esculenta*). American Journal of Botany 66. pp: 1029 – 1032.
- SILVA, J. da; COUTO, F.; TIGCHELAAR, E. 1971. Effects of spacing, fertilizer aplication and size of setts on the yield of cocyam, *Colocasia esculenta* Schott. Experiential. pp: 135 – 154.
- SIVAN, P. 1970. Dalo – growing research in the Fiji Islands. In 2nd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. University of Hawai, College of Tropical Agriculture. Honolulu – Hawai. Proceeding v. 1: 151 – 154.
- SIVAN, P. 1973. Effects of spacing in taro (*Colocasia esculenta*). 3rd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. Ibadan - Nigeria.

- STANDAL, B. 1970. The nature of poi carbohydrates. In 2nd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Honolulu – Hawaii. Proceeding v. 1: 146 – 148.
- SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura Orgánica. Ediciones UPS. Quito - Ecuador. pp 1 – 20, 172 – 179.
- THOMPSON, L.; TROEH, F. 1988. Los suelos y su fertilidad. Cuarta Edición. Editorial Reverté. Barcelona – España. pp: 468.
- TRUJILLO, E. 1969. Diseases of genus *Colocasia* in the Pacific area and their control. In Internacional Symposium on Tropical Root Crops. St. Augustine - Trinidad. University of the West Indies. Proceedings v. 2: 13 – 19.
- WARID, W. 1970. Production and improvement of edible aroids in Africa. In 2nd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Honolulu – Hawaii. Proceedings, 9p.
- WARID, W. 1970. Trends in the production of taro in Egypt. In 2nd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Honolulu – Hawaii. Proceedings v. 1: 141 – 142.
- WOODING, G. 1967. Los Suelos. Segunda Edición. Ediciones Omega S. A. Barcelona – España. pp: 502.
- WORTHEN, E.; ALDRICH, S. 1968. Suelo agrícolas, su fertilización y conservación. Segunda Edición. Edición Revolucionaria. La Habana – Cuba. pp: 152 – 166.

OTROS:

BURÉS SILVIA. Materia Orgánica.

<http://www.terraia.com/revista8/portada.htm>

COLACASIA ESCULENTA.

http://florawww.eeb.uconn.edu/acc_num/198500255.html

COLOCASIA ESCULENTA.

<http://www.ku.ac.th/AgrInfo/fruit/veget/v28.html>

COLOCASIA ESCULENTA.

http://www.indmedplants-kr.org/COLOCASIA_ESCULENTA.HTM

COLOCASIA ESCULENTA.

<http://www.siu.edu/~ebl/leaflets/taro.htm>

COLOCASIA ESCULENTA.

http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.fao.org/inpho/compend/text/ch25_01.htm&prev=/search%3Fq%3DNutritional%2Bvalue%252BColocasia%2Besculenta%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8%26sa%3DG

CORPEI. Expansión de la oferta exportable del Ecuador.

<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/CORPEI/malanga.pdf>

OPARA Linus. Edible aroids: Post – Harvest Operation.

http://www.fao.org/inpho/compend/text/ch25_01.htm

LEE Wilfred. *Colocasia esculenta*.

<http://www.siu.edu/~ebl/leaflets/taro.htm>

MATERIA ORGÁNICA.

http://www.fertiheria.com/informacion_fertilizacion/articulos/otros/materia_org.html

MATERIA ORGÁNICA.

http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm

ROMERA María. Materia orgánica-

http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica05.asp

X. ANEXOS

1. MEDICIÓN DEL TERRENO.
2. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.
3. INSERCIÓN DEL PSEUDO TALLO CON EL CORMO PRIMARIO
4. MEDICIÓN DE LA LONGITUD DEL PECIOLO
5. IDENTIFICACIÓN DE LA PLANTA EVALUADA
6. UNIDADES EXPERIMENTALES LIBRES DE MALEZAS
7. INSERCIÓN DEL PECIOLO EN LA LÁMINA FOLIAR
8. SIGNOS INICIALES DE MADUREZ FISIOLÓGICA
9. SENESCENCIA DE PLANTA CON DEFICIENCIAS NUTRICIONALES
10. CORMO PRIMARIO Y CORMELOS DE PAPA CHINA
11. PESAJE DE LOS RENDIMIENTOS
12. CLASIFICACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS SEGÚN TRATAMIENTOS

