

# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



## TESIS DE GRADO

**TITULO: “ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN EN LOS CULTIVOS DEL MAÍZ (*ZEA MAYZ. L.*) Y LA PAPA CHINA (*COLOCASIA ESCULENTA (L.) SCHOTT*) EN SUELOS DEL ORDEN INCEPTISOLES DEL CANTÓN PASTAZA”**

**AUTOR                    SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMÍREZ**

**TUTOR                    ING. ALEJANDRO R SOCORRO CASTRO, MSc. PhD.**

**CONSULTANTE:        ING. ÁNGEL WILFRIDO YANEZ YANEZ, MSc.**

Puyo, julio de 2009

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**

**TESIS DE GRADO**

**TITULO: ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN EN LOS CULTIVOS DEL MAÍZ (*ZEA MAYZ. L.*) Y LA PAPA CHINA (*COLOCASIA ESCULENTA (L.) SCHOTT*) EN SUELOS DEL ORDEN INCEPTISOLES DEL CANTÓN PASTAZA.**

**AUTOR: SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMÍREZ**

**TUTOR: ING. ALEJANDRO R SOCORRO CASTRO, MSc. PhD.**

**CONSULTANTE: ING. ÁNGEL WILFRIDO YÁNEZ YÁNEZ, MSc.**

**Puyo, julio de 2009**

*A mis padres, Segundo VktG y AngéUcá famírGü*

*A .# &os, José Domingo Vkte} y Már&á Pérez A*

*mis formemos, Juan Carlos, Cristian, Xavier,*

*Cárm;&, M&riefe y (jeovanny*

*Mi más sincero y profundo agradecimiento a Coda las personas que me ayudaron en mi Cesis, en especial.*

*A Dios, quien me dio Coda la s&bidmia para alcanzar un escalón más en mi vida.*

*A mis padres que me apoyaron en Codo momenCo, C&rxCo  
económicamenCe y  
moralmenCe-*

*A mis Cíos, /osé y MarXñz, que fueron como mis segundos padres duranCe Codo esCe  
Cienxpo.*

*A mis hermanos, que me ayudaron en el Ci'&bajo de Cesis.*

*A mis primos, Vrnicio, filvis y Johnny, con quienes &e vivido Codo esCe Ciempo de mi  
formación.*

*Al Doccor ALÉJAiVDPO SOCOPgO CASTPO, mi CuCorpor sus indicaciones sobre el  
Crabajo, el Ciempo y la paciencia dedicada.*

*Al ingeniero WTífPPÍDO YAiVÉIZ, por sus recomendaciones sobre el Cfabajó y por  
su ayuda en general.*

*A mi amiga, PaCCy, por su ayuda y apoyo bridada en Codos los momenCos de mi  
vida, ¿íxsn/fr ¿ft? ¿zrsp&'áczih. \$n J& momen&s xnés d/frez/®?.*

*A mis amigos, Wilson, Wiliuan, Amanda, Viviana, ¿urs, PaCticio, que en  
Codo  
momenCo pude conCaz' con ellos-*

*A Codos los profesores que contribuyeron a mi formación como profesional*

*A mis compañeras y compañeros de mi carrera.*

*A la Asociación A/üsñungo, por' Coda las facilidades presCadas pai'a el desarrollo de  
la Cesis-*

*A frote ¿Tsrfaóhs' ¿jz'áczá?.*

«

^

*SEGUNDO VALLE*

*2009*

# RESUMEN

## RESUMEN

Se determinó la respuesta de los cultivos del maíz (*Zea mays L*) y la papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), al empleo de diferentes alternativas de abonado orgánico en las condiciones de los suelos del Orden Inceptisoles y el clima del cantón Pastaza. Para ello se realizaron dos experimentos en el maíz en las localidades Jatun Paccha y Allishungo y un experimento con el cultivo de la papa china. Los experimentos se montaron en diseños de Bloques al Azar. Para el cultivo del maíz se utilizaron los tratamientos con aplicación de Urea + Kristalón, Bocashi y Bioabono y en la papa china los tratamientos con Bioabono, Bioabono + extracto de algas (BM 86), Bocashi y Pollinaza. En todos los experimentos se incluyó un tratamiento sin aplicación. Presentó una respuesta temporal del cultivo del maíz en el crecimiento de las plantas, únicamente con el tratamiento Urea + Kristalón a los 60 y 75 días de la siembra en la localidad de Allishungo. Para los componentes del rendimiento y el rendimiento agrícola por unidad de superficie, no se presentó respuesta a ninguna de las alternativas de fertilización. Por otro lado, el cultivo de la papa china, si presentó una respuesta significativa al empleo de las distintas variantes de abonamiento orgánico, la cual se expresó en el IAF y la TAN que alcanzó valores entre los 98,7 y 104,4 kg/ha/día, entre los 60 y los 90 días después de la plantación, así como también en los distintos componentes del rendimiento y calidad de la cosecha. Este cultivo fue rentable con el uso de la Pollinaza, obteniéndose un rendimiento de 38 t/ha, de ellos 18,30 t/ha de cormelos comerciales.

**Palabras claves:** Fertilización, Bioabono, Extracto de algas, Pollinaza, Bocashi.

## SUMMARY

The response of the cultivations of the corn was determined (*Zea mayz* L) and the Chinese potato (*Colocasia esculenta* (L) Schott), to the employment of different alternatives of organic fertilize in the conditions of the soils of the Order Inceptisoles and the climate of the cantón Pastaza. For they were carried out it two experiments in the corn in the towns Jatun Paccha and Allishungo and an experiment with the cultivation of the Chinese potato. The experiments were mounted at random in designs of Blocks. For the cultivation of the corn the treatments were used with application of Urea + Kristalón, Bocashi and Bioabono and in the Chinese potato the treatments with Bioabono, Bioabono + extract of algae (BM 86), Bocashi and Pollinaza. In all the experiments a treatment was included without application. It presented a temporary response of the cultivation of the corn in the growth of the plants, only with the treatment Urea + Kristalón to the 60 and 75 days of the sowing in the town of Allishungo. For the components of the yield and the agricultural yield for surface unit, they didn't show up response to none of the fertilization alternatives. On the other hand, the cultivation of the Chinese potato, if it presented a significant response to the employment of the different variants of organic fertilize, which was expressed in IAF and the TAN that reached values between the 98, 7 and 104, 4 kg / ha / day, between the 60 and the 90 days after the plantation, as well as in the different components of the yield and quality of the crop. This cultivation was profitable with the use of Pollinaza, being obtained a yield of 381 / ha, of them 18, 30 t / ha, of commercial cormels.

**Keywords:** Fertilization, Bioabono, Extract of algae, Pollinaza, Bocashi.

# ÍNDICE

Presentación  
Dedicatoria  
Agradecimientos  
Resumen  
índice

<b>Introducción .....</b>	
<b>1</b>	
<b>Capítulo I. Revisión Bibliográfica.....</b>	
<b>4</b>	
1.1 La importancia del suelo para la agricultura	
1.1.1 La agroproductividad del suelo y la seguridad alimentaria.	
1.1.2 Factores limitativos de la agroproductividad de los suelos.	
1.2 Abonos Orgánicos .....	
<b>6</b>	
1.2.1 Uso de los abonos orgánicos.	
1.1.1 Los abonos orgánicos en sistemas de agricultura ecológica .....	
<b>7</b>	
1.2.2 Beneficios de los abonos orgánicos .....	
<b>9</b>	
1.2.3 Tipos de Abonos Orgánicos.....	
<b>10</b>	
1.2.4 Alternativas de abonos orgánicos utilizadas en los cultivos amazónicos .....	
<b>17</b>	
2. Respuesta a la fertilización en el cultivo del Maíz	
2.1 Generalidades del cultivo.	
2.2 Principales aspectos de la fitotecnia del cultivo .....	21
2.3 Influencia de la fertilización en el cultivo del maíz .....	26
3. Respuesta a la fertilización en el cultivo de la Papa China .....	30
3.1 Generalidades del cultivo.	
3.2 Principales aspectos de la fitotecnia del cultivo .....	
<b>34</b>	
3.3 Influencia de la fertilización en el cultivo de la papa china.....	
<b>38</b>	
<b>Capítulo II. Materiales y Métodos.....</b>	
<b>42</b>	
2.1 Contexto geográfico general de la experiencia.	
2.2 Experimentos de campo.....	
<b>43</b>	
2.2.1 Materiales empleados como alternativas de fertilización orgánica.	
2.2.2 Cálculos de las dosis y combinaciones de productos a emplear en los experimentos	
<b>49</b>	
2.2.3 Descripción de los experimentos de campo .....	
<b>51</b>	
<b>Capítulo III Resultados y Discusión</b>	
3.1 Respuesta del cultivo de maíz ( <i>Zea mays L.</i> ) a la aplicación de abonos orgánicos.....	
<b>63</b>	
3.1.1 Crecimiento y desarrollo.	
3.1.2 Rendimientos y sus componentes .....	
<b>66</b>	

3.2 Respuesta del cultivo de la papa china a la aplicación de abonos orgánicos .....	73
3.2.1 Crecimiento y desarrollo.	
3.2.2 Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola .....	79
3.3 Valoración económica .....	84
3.3.1 Cultivo del maíz.	
3.3.2 Cultivo de papa china.	
<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>87</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>89</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>95</b>

NW

ÓN

*fr*

**SEGUNDO VALLE**

**2009**

## INTRODUCCIÓN

El sector agrícola a nivel mundial constituye el eje principal del sustento de la humanidad, ya que de esta depende la seguridad y soberanía alimentaria. Por ello cada día se buscan nuevas tecnologías de cultivo que permitan incrementar los rendimientos, sin el uso de insumos químicos principalmente en la fertilización y la protección fitosanitaria.

En Ecuador el sector agropecuario es el eje sobre el cual gira la economía y la sobrevivencia de un amplio sector poblacional. En el área rural de la Región Amazónica del Ecuador, habitan aproximadamente 400 000 personas que dependen de la agricultura, quienes enfrentan limitaciones que están relacionadas con la calidad de los recursos naturales que disponen, a lo que se suma la falta de una gestión y manejo agroproductivo apropiado, que hace que por lo general se rebase el umbral de la sustentabilidad y se amplíe la frontera agrícola en desmedro de los bosques nativos remanentes. Los agricultores tienen que enfrentar a un limitante principal que es el recurso natural suelo.

Los suelos de la Amazonia corresponden a diferentes órdenes según la clasificación Soil Taxonomy. Las provincias de la Región Amazónica muestran una gran diversidad de suelos. En la provincia Pastaza se encuentran suelos de los órdenes: Inceptisoies, Oxisoles y Entisoles. En general caracterizados por una alta acidez y toxicidad causada por el aluminio y la deficiencia de fósforo; además de contar con problemas físicos, de estructura no definida y alta saturación de humedad. Las características de uso de los Inceptisoies en Pastaza, de igual manera es muy variado desde la protección total, agroforestería y uso agrícola muy restringido (ECORAE, 2009).

La Amazonia con una superficie de 116 398 km<sup>2</sup>, representa aproximadamente el 45 % del territorio nacional, cuenta con una amplia variedad de recursos fitogenéticos potencialmente importantes, base fundamental de la dieta de los pobladores rurales y nativos, donde las raíces y tubérculos están cobrando gran importancia por constituir uno de los alimentos más antiguos de gran importancia nutricional y ecológica. Además de las raíces y tubérculos, toman importancia en esta región los cereales como el maíz, que son la principal fuente de energía para la alimentación humana y animal, al nivel de los pequeños agricultores. En estos cultivos se evidencian dificultades en los rendimientos lo que no permite que sean sostenibles comercialmente, debido a un deficiente manejo agroproductivo, especialmente por el desconocimiento de la fertilización de los cultivos (Mosquera & Cárdenas, 2006).

Durante el período de intensificación de la agricultura conocido como la Revolución Verde, la práctica general sobre la fertilización al suelo se concentraba en aplicar fertilizantes químicos a base de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos, marginando a los abonos orgánicos, que fueron la base y sustento de la agricultura durante siglos. Según López et al. (2001), someter el terreno a un intenso laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar la estructura. Los abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas.

En las últimas décadas el desarrollo agrícola en la provincia de Pastaza ha decaído, debido al mal manejo del recurso suelo y a la falta de nuevas técnicas de producción, especialmente en el mal manejo de la fertilización de los diferentes cultivos. En la mayoría de los cultivos en esta región, los agricultores no realizan ningún tipo de fertilización o si lo realizan lo hacen a través de fertilizantes químicos, como es el caso del cultivo del maíz. En el caso del cultivo de la papa china lo hacen una fertilización con pollinaza, utilizando el material directamente desde el galpón avícola sin descomponer, lo que no permite la mejor utilización por la planta. Ambos cultivos representan un componente importante de la seguridad alimentaria en la región, atendiendo a su potencial y consumo.

Por otra parte, los productores de abonos orgánicos han estado realizando recomendaciones para estos y otros cultivos sobre las dosis, momentos de aplicación y métodos, que no han estado fundamentados en la experimentación para las condiciones concretas de los suelos de la Región Amazónica. Lo anterior representa un componente importante para los costos de producción que puede incidir en la rentabilidad de los cultivos.

Por ello es importante implantar sistemas de fertilización a los diferentes cultivos de acuerdo a sus requerimientos nutricionales, utilizando abonos orgánicos, enriquecidos con microelementos y microorganismos, para mejorar e incrementar los niveles de agroproductividad que presentan los suelos de la región.

El empleo de alternativas orgánicas de fertilización de los cultivos representa una de las prácticas agroecológicas más importantes para los sistemas de producción en la Región Amazónica, en las condiciones de sus suelos y atendiendo a sus particularidades climáticas. El empleo de estas alternativas, permitirá obtener producciones de alta calidad

biológica, con mejores ingresos en beneficio de los agricultores, lo que sirve de base para el planteamiento del **problema científico**, que consiste en la **búsqueda de alternativas de fertilización orgánica a utilizar en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) y la papa china (*Colocasia esculenta* (L) Schott), para incrementar los rendimientos en las condiciones de los suelos del orden Inceptisoles y clima del Cantón Pastaza, así el objeto de la investigación lo constituyen las alternativas de fertilización orgánica en el cultivo del maíz y la papa china.**

Considerando los antecedentes antes mencionados, se formuló la siguiente hipótesis: ***Si se realizan aplicaciones de fertilizantes orgánicos en los cultivos del maíz y la papa china en las condiciones de los suelos del orden Inceptisoles y el clima del cantón Pastaza, se lograría obtener una respuesta expresada en un mejor crecimiento vegetativo de las plantas y en un incremento de los rendimientos, calidad de sus cosechas y rentabilidad.***

La investigación se orientó a los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

- Determinar las alternativas de fertilización orgánica que permitan obtener una respuesta en los cultivos del maíz y de la papa china, expresada en un incremento de los rendimientos, calidad de la cosecha y rentabilidad en las condiciones de los suelos del orden Inceptisoles y el clima del Cantón Pastaza.

**Objetivos Específicos:**

1. Comparar las alternativas de fertilización orgánica ensayadas en los cultivos del maíz y la papa china a través de su influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas en las condiciones de suelo y clima de la experiencia.
2. Determinar la respuesta de los cultivos del maíz y la papa china al empleo de las diferentes alternativas de fertilización orgánica expresada en los rendimientos y la calidad de las cosechas.
3. Analizar la factibilidad económica de las distintas alternativas de fertilización orgánica para los cultivos del estudio.

CAPÍTULO

REVI | ftHD@rtFii6a

## CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### **1.1 La importancia del suelo para la agricultura.**

#### **1.1.1 La agroproductividad del suelo y la seguridad alimentaria.**

El suelo, es uno de los recursos más valiosos para garantizar la seguridad alimentaria y la generación de ingresos para el país. Su aporte a la economía depende de la incidencia de los factores de formación del suelo, del nivel de fertilidad natural y de las prácticas de manejo aplicadas. A pesar de su importancia socioeconómica, es el recurso con mayores problemas de degradación física, química y biológica, generados como consecuencia de las diversas actividades que realizan los grupos humanos (Gomero & Velásquez, 2009).

La producción de alimentos depende en un alto porcentaje del uso de los suelos. El suelo es un legado de la naturaleza, que cada día disminuye más, el fondo de tierras agrícolas como resultado de la urbanización, construcciones industriales, carreteras, vías férreas, aeropuertos, redes eléctricas de alta tensión, instalaciones sociales, deportivas, militares, sumándose a esto las pérdidas por erosión, salinización, drenaje deficiente, acidez y baja fertilidad, empantanamiento, desertificación y prácticas incorrectas como son: tala indiscriminada de bosques, agricultura migratoria, latifundista y de transnacional. Todo esto ocasiona que el per cápita sea cada vez menor. Actualmente el área cultivable es tan sólo el 11% de la superficie total terrestre (Martín & Abad, 2006).

#### **1.1.2 Factores limitativos de la agroproductividad de los suelos.**

La fertilidad del suelo es vital para un suelo productivo. Drenaje insuficiente, sequías y otros factores pueden limitar su producción.

Para comprender la productividad del suelo, se debe reconocer las relaciones suelo-plantas existentes. Algunos de los factores externos que controlan el crecimiento de las plantas son: aire, temperatura, luz, soporte mecánico, nutrimentos y agua. La planta depende del suelo en forma total o parcial para el suministro de estos factores, con excepción de la luz.

La textura está determinada por el porcentaje de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo. Los suelos arenosos no almacenan tanta agua como el arcilloso, pero permiten una mayor circulación de aire y son más fáciles para labrarlos. Los suelos de textura

arcillosa se compactan con facilidad, retienen bastante cantidad de agua, pero con reducidos espacios porosos. Los suelos ricos en limo son los más difíciles en cuanto a estructura. Las partículas se encajan muy bien unas con otras y se compactan con mucha facilidad (Valarezo, 2001).

Los suelos con malas condiciones estructurales se caracterizan por la poca agregación y el predominio de las partículas individuales; a causa de esto se forma una microporosidad de poros capilares muy estrechos. La conducción del agua se produce solo a través de los capilares y es muy deficiente. Un suelo con estas condiciones absorbe solo el 30% de las precipitaciones, por eso, nada más se humedecen sus capas superficiales, el agua se reparte en la superficie y ocasiona el proceso erosivo o el anegamiento (Cairo & Fundora, 2002).

No existe un mecanismo preciso para la retención de aniones en el suelo, por ejemplo el sulfato puede ser retenido de forma muy débil por algunos suelos y bajo ciertas condiciones como un pH bajo. Los suelos que contienen hidróxido de aluminio e hierro absorben algunos sulfates gracias a las cargas positivas que se desarrollan en ello, pero este grado de retención no tendrá ningún valor práctico en suelos con pH mayores a 6,0.

Grandes cantidades de azufre pueden ser retenidas a través de acumulaciones de yeso en regiones áridas y semiáridas.

La materia orgánica contiene casi el 5% del nitrógeno total, sirviendo de esta manera como un depósito para el nitrógeno de reserva; contiene otros elementos esenciales para las plantas tales como: fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes. Además forma parte del ciclo del nitrógeno, del azufre y del fósforo, contribuye a la asimilación de nutrientes, mejora la estructura y la retención de agua del suelo y da soporte a todo un mundo de microorganismos cuya actividad resulta beneficiosa para el cultivo (Vivanco, 2003). Por otro lado (Cairo & Fundora, 2002) describen que la materia orgánica es la principal fuente de nitrógeno del suelo para las plantas, generalmente más del 95% del nitrógeno total del suelo se encuentra en la materia orgánica del mismo. Este componente es la principal e importantísima fuente de azufre para las plantas, y a veces también la principal fuente de fósforo para el vegetal. Su influencia es decisiva en propiedades físicas como la estructura (granulación) del suelo y la capacidad de retener humedad. Con ello el humus contribuye al buen drenaje y aireación del suelo (espacios entre los agregados del mismo), así como el suministro de agua a las plantas (retención

de humedad dentro de los agregados del suelo). El humus disminuye la plasticidad del suelo.

Según refiere Valarezo (2001), existen otros factores que afectan la productividad de los suelos, entre ellos: la profundidad efectiva. La profundidad del suelo puede ser definida como la profundidad de los materiales del suelo favorables para la penetración de las raíces de las plantas. Suelos profundos y bien drenados son adecuados para la producción de cultivos, las plantas necesitan una profundidad adecuada para anclar sus raíces y obtener suficientes nutrimentos y agua.

Así mismo, la topografía del suelo determina la cantidad de escurrimiento, erosión, método de riego, drenaje y las demás prácticas de manipulación necesarias para conservar el suelo y el agua. Suelos con pendientes más pronunciadas, mayor será la manipulación necesaria y los costos de mano de obra y equipo serán mayores.

En el suelo viven numerosos grupos de organismos, unos son microscópicos (nemátodos, bacterias y hongos), otros visibles como (lombrices y larvas de insectos). Algunos de estos organismos producen reacciones favorables para el suelo como descomposición de residuos vegetales y animales, otros producen reacciones desfavorables como desarrollo de organismos que producen enfermedades en plantas y animales. Los factores que afectan la abundancia de los organismos del suelo son: humedad, temperatura, aireación, suministro de nutrientes, pH del suelo y el tipo de cultivo (Treto Eolia et al, 2005).

## **1.2 Abonos Orgánicos**

### **1.2.1 Uso de los abonos orgánicos.**

La aportación al suelo de materias orgánicas inertes, descompuestas, o en vías de descomposición con el fin de conseguir material húmico, es lo que se entiende por fertilización orgánica. El hábito de la utilización del estiércol, restos de cosechas, turbas, etc., tiene la misión común de aportar humus al suelo, con el fin de favorecer la formación del complejo arcilloso-húmico, potenciar de este modo la capacidad de intercambio iónico del mismo y producir un esponjamiento del suelo. Cualquier materia orgánica necesita de la acción de los microorganismos del suelo cuya población ha de ser numerosísima para conseguir la fermentación y descomposición de dicha materia (Anónimo!, 2009).

Los abonos orgánicos son materiales que aportan al suelo cantidad apreciable de materia orgánica y a los cultivos elementos nutritivos asimilables en forma orgánica. Estos materiales contienen numerosos elementos nutritivos pero sobre todo Nitrógeno, Fósforo, Potasio y, en menor proporción, Magnesio, Sodio y Azufre, entre otros (Orozco, 2000).

Los abonos orgánicos son utilizados para mejorar y fertilizar los suelos agrícolas (Noriega, 1998; Jeavons, 2002; Cuesta, 2002; Paneque y Calaña, 2004). La calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas (Lasaridi *et al.*, 2006). Según Leblanc *et al.* (2007), la calidad de un abono orgánico se determina a partir de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo. Este contenido está directamente relacionado con las concentraciones de esos nutrientes en los materiales utilizados para su elaboración (Benzing, citado: por Pérez, Céspedes & Núñez, 2008).

El uso en la agricultura de abonos orgánicos es natural y por lo tanto, es menos contaminante para el suelo, ya que mejora la estructura y la fertilidad de éste. Los materiales como rastrojos y desechos de diferentes cultivos, malezas que han sido chapeadas, estiércol de animales y ceniza, pueden ser transformados en abono orgánico (Arias Ana, 2003).

El término "fertilizante orgánico", se emplea para identificar un abono elaborado a base de estiércol de animales y residuos vegetales que pueden ser: sólidos (compost) y líquidos (Biol) (Aliaga, 2008). Los fertilizantes de origen orgánico (estiércol, turba, compost, etc.) son lentos porque antes los nutrientes, por ejemplo, Nitrógeno, se tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces. Los microorganismos son mas eficientes en suelos calientes, pH neutros o alcalinos, con humedad y muy aireados (Infojardin, 2008).

### **1.1.2 Los abonos orgánicos en sistemas de agricultura ecológica.**

La corriente de enfoque agroecológico al tratar el tema del suelo y la nutrición vegetal en el marco de un modelo alternativo, fundamenta el principio de reproducir la interrelación cíclica suelo - planta. Es decir que el manejo de los suelos en el marco de una agricultura ecológica está sujeto a fenómenos e interacciones complejas que no se satisfacen con el simple hecho del abonado orgánico del suelo. Importantes factores intervienen en la antes mencionada interrelación, los cuales deben considerarse antes de realizar cada práctica agronómica sobre el suelo y las plantas (Socorro et al., 2005).

Según refieren Socorro et al (2005), con relación a la práctica de la fertilización, las diferencias más importantes entre el modelo convencional de agricultura y la agricultura alternativa se refieren a las características del modelo de producción, la forma en que se conduce la nutrición (directa o indirecta), la solubilidad de los fertilizantes, la relación con los microorganismos del suelo, la forma de expresar el rendimiento y los indicadores de la fertilidad, así como el consumo de energía (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Comparación entre modelos de agricultura referente a la fertilización.

Agricultura convencional	Agricultura alternativa
Modelo de producción abierto	Modelo de producción cerrado
Nutrición vegetal directa; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutrición de las plantas directamente con fertilizantes fácilmente solubles.</li> <li>• Se desprecia y se desactiva la actividad del edafón.</li> </ul>	Nutrición vegetal indirecta; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimenta el edafón para que sea este el que suministre los nutrientes a la planta.</li> <li>• Estimula la actividad del edafón, convirtiéndolo en un ayudante confiable y económico.</li> </ul>
En los análisis de suelo, sólo importan los nutrientes químicos solubles	Considera como indicador de la fertilidad, la calidad y cantidad de los nutrientes, así como la actividad biológica.
Evalúa rendimiento en términos cuantitativos	Evalúa rendimiento en términos cuantitativos y cualitativos
Alto consumo de energía	Bajo consumo de energía

Según Suquilanda, citado por Vivanco (2003), la agricultura orgánica es una visión holística de la agricultura, que toma como modelos a los procesos que ocurren de manera espontánea en la naturaleza. En esta agricultura es necesario el uso de fertilizantes orgánicos con el fin de aumentar la capacidad de retención de nutrientes en el complejo arcillo-húmico del suelo, es decir, para incrementar la asimilación de los nutrientes minerales procedentes de las reservas del suelo o incorporados mediante la fertilización.

## 1.2.2 Beneficios de los abonos orgánicos.

A diferencia de los fertilizantes químicos ya conocidos: úrea, nitratos, superfosfatos, cloruro de potasio, etc. que suministran al suelo un único y determinado nutriente: nitrógeno, fósforo o potasio respectivamente; en el caso de los abonos orgánicos, ellos al tener una composición tan completa de nutrientes, cuando se descomponen en el suelo liberan no sólo nitrógeno, fósforo y potasio sino muchos otros nutrientes (macro y micronutrientes) y sustancias orgánicas diversas.

Algunos, como los bioabonos, liberan además hormonas vegetales (fitohormonas) que estimulan el crecimiento y floración de los cultivos. Contrariamente a los fertilizantes químicos de estructura simple y de rápida disponibilidad, los abonos orgánicos son sustancias de lenta liberación de nutrientes, esto significa que una vez incorporadas al suelo se disuelven lentamente y ponen a disposición de las raíces los nutrientes en forma gradual y sostenida acorde con el ritmo de crecimiento y desarrollo del cultivo (Felipe Carmen & Morales, 2003).

Padilla, citado por Cruz (2002) y Vivanco (2003), expone que la aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

- Sirven como medio de almacenamiento de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
- Aumenta la capacidad de intercambio de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
- Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
- Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.
- Aumenta la actividad microbiológica.
- Incrementa la fertilidad del suelo.
- Aporte reducido de nitratos y menos contaminación de acuíferos.

- Mejora las condiciones organolépticas de la fruta. Sobre este último punto, en hortalizas se ha encontrado que las ensaladas orgánicas contenían un 30% menos nitrato que las provenientes de cultivos no orgánicos según (Orozco, 2008).

### **1.2.3 Tipos de Abonos Orgánicos.**

Se clasifican de acuerdo al tipo de aplicación, unos que son aplicados directamente al suelo y otros que se aplican en forma foliar a las plantas. Los principales abonos orgánicos utilizados son:

- Compost.
- Humus de Lombriz.
- Estiércol de animales.
- Abonos verdes
- Biofertilizantes
- Bioles o abonos foliares, dentro de ellos tenemos: Súpermagro, té de compost o de guano, purines, entre otros (Aliaga, 2008).
- Bioabonos

La producción de abonos orgánicos en general, abarca variados procedimientos, que van desde sencillas tecnologías como es el caso de la producción de humus de lombriz, hasta complejos procesos tecnológicos, como puede ser el composteo de las basuras urbanas de grandes ciudades. A continuación se describen los principales abonos orgánicos.

#### **a) Compost**

Brady, citado por Coronel (1982) y Vivanco (2003), define al compost como "Una pila de material orgánico formada comúnmente de pisos alternos de estiércol, material vegetativo que luego será descompuesto".

Según señalan Socorro et al. (2005), el compost puede obtenerse por las siguientes vías: Compost natural, Compost resultante del proceso de biodigestores para la obtención de biogás como fuente alternativa de energía rural, Compost artificial con la inoculación de microorganismos (Biotierra), Compost obtenido por la cría de lombrices (Humus de lombriz o Vermicompost).

Bravo y Radicke, citado por Vivanco (2003), expresa que el humus de lombriz es el mejor abono orgánico, ya que posee un contenido muy alto en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio asimilables, acompañado por gran cantidad de bacterias, hongos y enzimas que continúan el proceso de desintegrar y transformar la materia orgánica.

La Biotierra es el compost obtenido por la inoculación de la mezcla de materiales orgánicos con microorganismos que descomponen la materia orgánica a través de diferentes procesos bioquímicos naturales. Ha sido una práctica utilizada para acelerar el composteo y facilitar el proceso de descomposición. La producción del compost "Biotierra" se popularizó en Cuba como una alternativa de fertilización de suelos, realizándose un conjunto de investigaciones en distintos cultivos con excelentes resultados, entre los cuales para plantaciones de papa, los mejores resultados se alcanzaron cuando se combinó su uso con el de fertilizantes minerales balanceados (NPK) (Socorro et al., 2005).

## **b) Bocashi**

Shintani, citado por (Suquilanda, 2007), explica que el Bocashi, es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra. Ha sido utilizado por los agricultores japoneses para aumentar la diversidad microbiana, mejorar la condición física y química del suelo, prevenir sus enfermedades y suplirlo con nutrientes para el desarrollo de los cultivos (Caminosrurales, 2008). Además es una técnica rápida para transformar en abono orgánico todo tipo de desechos orgánicos. Tiene como base de activación las levaduras agregadas, los microorganismos contenidos en el suelo vegetal, en el estiércol y otros componentes agregados. Desarrolla grandes temperaturas los primeros tres a cuatro días y el tiempo de elaboración oscila entre los 10 a 15 días (Romero, 2009).

En el Bocashi se utilizan varios microorganismos, entre ellos, las Bacterias ácido lácticas, capaces de producir ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium sp.* Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca. Las levaduras degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores.

Así mismo en el Bocashi se utilizan bacterias fotosintéticas que pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

Los actinomicetos, también presentes, funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas (Suquilanda, 2007).

Según señala Suquilanda (2007), en la elaboración del Bocashi, se utilizan materiales de origen animal, vegetal y mineral. De origen animal: la gallinaza, pollinaza, bovinaza, porquinaza, estiércol de ovejas, caballos, cuyes o conejos, desechos de camarón o de pescado, harina de huesos, harina de sangre, etc; De origen vegetal: el carbón de leña quebrado en partículas pequeñas o cascarilla de arroz carbonizada, ceniza vegetal, polvillo de arroz, salvado de trigo o de cebada, granza de quinua, vainas de fréjol trituradas, cascarilla de arroz, pulpa de café, cascara de cacao o de coco picada, bagacillo, harina de higuera, desechos de la producción hortícola y frutícola, raquis de banano picado, entre otros. Estos materiales porosos mejoran las condiciones físicas del suelo, aumentan la capacidad de retener nutrientes y sirven como "hogar" para los microorganismos eficaces; De origen mineral: la harina de rocas (Rocas calcáreas, fosfóricas, potásicas, azufradas, zeolita), melaza, miel de caña o miel de panela, tierra de bosque o tierra negra, agua limpia, etc.

El Compost y el Bocashi difieren sustancialmente. El objetivo principal del uso del "compost" es suministrar la nutrición inorgánica a los cultivos. En la preparación del "compost" se produce una liberación de minerales en forma disponible y la eliminación de los patógenos que podrían estar en la materia orgánica fresca y causar daño al cultivo; es por esta razón que se recomiendan temperaturas relativamente altas arriba e 50°C hasta 70°C para asegurar que mueran los microorganismos patogénicos. El objetivo principal del "Bocashi" es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo; pero también se persigue la nutrición del cultivo y suple alimentos (materia orgánica) para organismos en el suelo. El suministro deliberado de microorganismos benéficos asegura la fermentación rápida y una mayor actividad para eliminar los

organismos patogénicos, con una combinación de la fermentación alcohólica y una temperatura hasta 50-55°C (Caminosrurales, 2008).

### **c) Bioabonos**

Son fertilizantes obtenidos de la fermentación anaeróbica de sustancias orgánicas, generalmente desechos de sistemas agropecuarios o de otras fuentes. Estas fermentaciones realizadas principalmente para la obtención de biogás, dejan como subproducto una materia orgánica estabilizada, rica en elementos minerales que puede ser usada como fertilizante y acondicionador de suelo (García, Varnero María Teresa & Espinosa, 2000).

El bioabono es fácilmente obtenible, su contenido de nutrimentos es soluble en agua y puede ser aplicado en forma intensiva, este material orgánico contiene nutrimentos suaves, de rápida eficacia y preservación prolongada. El bioabono generalmente reduce la acidez del suelo, por un período prolongado de tiempo y lo enriquece químicamente (Flores, 1991).

Entre las ventajas que se le atribuyen a los denominados bioabonos (Castro, 1999), se encuentran:

- El bioabono en menor cantidad da tanto resultado como una cantidad superior de agroquímico.
- Alta estimulación de azobacteres y aumento de la temperatura del suelo.
- Acentuación de reservas orgánicas y minerales del suelo.
- Mínimas pérdidas por lixiviación y volatilización.
- Mejora la retención de humedad de los suelos.
- Aporta nutrimentos minerales fácilmente asimilables.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.
- Incrementa la microflora y microfauna de los suelos.
- Resistencia a patógenos (macroorganismos y microorganismos).
- Efecto buffer del pH de los suelos.
- Mejoramiento de los suelos.
- Recuperación de suelos salinos, desérticos.
- Reducción de costos en fertilizantes, insecticidas y plaguicidas químicos.
- Nutrición más equilibrada, permanente y sostenida para el cultivo.
- Aporta microorganismos que captan elementos del aire, de los suelos, etc.

#### **d) Bioles**

Según (Minga Nancy & Delgado, 2008) el biol es un abono líquido fermentado de alta calidad, de fácil fabricación. La calidad del producto estará en función del método de su fabricación. Recomendado como abono foliar en todo tipo de cultivo, contribuyendo eficientemente en el equilibrio nutricional y producción de los cultivos.

El biol no actúa solamente como un abono sino también como fungicida o insecticida. Tiene la propiedad de las hormonas de crecimiento vegetal y además mejora la vida del suelo. Cuando se usa en forma regular y cantidades suficientes no se requiera de otro abono.

Aliaga (2008), señala como algunas ventajas de los bioles el hecho de que son fuente de nutrientes, fáciles de preparar, ayudan a prevenir enfermedades, son fáciles de aplicar sin riesgo de intoxicación, y son de bajo costo. Como desventaja señala que requieren de mayor frecuencia de aplicación que los productos químicos tradicionales.

#### **e) Purín**

El Purín es un abono líquido constituido por orina fermentada de los animales domésticos, mezclada con partículas de excrementos, jugos que fluyen del estiércol y agua de lluvia. Por su importante contenido en sales potásicas el purín es considerado como un abono N-K. Es un abono de efecto rápido, ya que los nutrimentos que contiene se encuentran en su mayor parte en forma fácilmente disponible. La aplicación en dosis elevadas de residuos líquidos puede conducir a la salinización del suelo (Suquilanda, 2007).

#### **f) Biofertilizantes**

Entre los biofertilizantes, Herrera (1993), señala el uso de:

1. Microorganismos fijadores de nitrógeno
  - Simbióticos: *Rhizobium sp.*  
*Bradyrhizobium sp.*
  - No Simbióticos: *Azotobacter chroococcum*  
*Azospirillum brasilense*

## 2. Microorganismos solubilizadores de fósforo y potasio

- Fosfobacterias: *Pseudomona fluorescens*  
*Bacillus megheterium*
- Hongos: *Aspergillus niger*  
*Penicillium lilacium*
- Actinomicetos : Géneros *Streptomyces* y *Actinomyces*

## 3. Hongos formadores de micorrizas

Géneros: *Glomus*  
*Acoulospora*  
*Gigaspora*

Considerando la acción que realizan desde el punto de vista espacial, los biofertilizantes pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- 1) De acción indirecta
- 2) De acción directa.

En el primer grupo (acción indirecta) el producto de la biofertilización (nutrientes solubilizados, mejoramiento de la estructura del suelo, etc.) es aprovechado indirectamente por los cultivos, aunque estos pueden adicionalmente influir sobre los primeros. En el segundo (acción directa) se agrupan microorganismos que total (nodos fijadores de nitrógeno) o parcialmente (micorrizas) habitan algún componente de los tejidos vegetales, y por ello la acción de la biofertilización se realiza en parte del vegetal y no en su medio circundante.

Desde el punto de vista de su distribución, los biofertilizantes pueden ser considerados como:

- 1) de distribución RESTRINGIDA (Simbiosis Azolla-Anabaena, fijadores biológicos de nitrógeno simbióticos -FBNS-, algunos tipos de endomicorrizas y ectomicorrizas)
- 2) de distribución AMPLIA (fijadores biológicos de nitrógeno de vida libre -FBNL-, microorganismos solubilizadores de fósforo y potasio -MOSP y MOSK-, microorganismos estimuladores del crecimiento vegetal -MECV-, lombrices de tierra -LT-, Y micorrizas vesículo - arbusculares -MVA-).

En general, el procedimiento seguido en el estudio de cualquiera de ellos consiste en tres grandes pasos:

- 1) Aislamiento y caracterización de cepas de los diferentes biofertilizantes
- 2) Ensayos de efectividad sobre el crecimiento vegetal
- 3) Establecimiento de técnicas para la reproducción masiva que permita su introducción en la práctica agrícola.

Todos, de una u otra forma, contribuyen a mejorar la calidad y productividad de los cultivos mediante la eliminación total o parcial de la adición de fertilizantes químicos. Aunque normalmente se trata de encontrar las cepas mas efectivas de cada uno de los biofertilizantes conocidos, también pueden producirse tecnologías de manejo para mejorar la influencia de los biofertilizantes nativos "in situ", mediante la optimización de la fertilización, el empleo de pesticidas compatibles, mejoramiento de la calidad de los suelos, etc.

### **g) Abonos verdes**

Comprende el uso de plantas que se siembran para no cosecharlas sino para devolverle al suelo parte de sus nutrientes y que además suministran una buena cobertura al suelo cuando están en crecimiento. Generalmente se usan leguminosas que incorporan al suelo nitrógeno fijado de la atmósfera y son de rápida descomposición. Ejemplos de plantas utilizadas para abono verde tenemos la canavalia y la mucuna en tierras bajas (<1200 m.s.n.m.) y en las partes altas se utilizan "choreco", avena forrajera y la flora conocida como plantas competidoras o "malezas" (Arias Ana, 2003).

### **h) Mulch**

Consiste en una cubierta vegetal muerta sobre el suelo que lo protege de la erosión, mantiene la humedad, y conforme se va descomponiendo va liberando nutrientes y otros compuestos que enriquecen la fertilidad y estructura del suelo. Esta cubierta consiste en restos de hojarasca, cosechas u otros materiales (bagazo, tamo, etc.), que no deben ser quemados, por el contrario deben ser picados y esparcidos sobre el terreno para que cubran el suelo y una vez que se descompongan se los debe mezclar con el mismo. Esta práctica tiene algunas ventajas como proteger al suelo del sol y el viento, evitando que se reseque y conservando su humedad por mayor tiempo, evita el crecimiento de malezas y favorece la vida microbiana, aunque se debe tener cuidado por que una capa muy gruesa podría en lugares húmedos ayudar a la propagación de plagas como la babosa y caracol, por ello es recomendable realizar esta práctica en lugares donde haya escasez de agua (Treto Eolia et al., 2005).

## **1.2.4 Alternativas de abonos orgánicos utilizadas en los cultivos amazónicos.**

La gallinaza es la principal alternativa que se está utilizando. Está compuesta de excremento avícola mezclado con aserrín o borucha. Estos desechos son recolectados en las empresas avícolas y allí son comercializados. Se puede aplicar directamente al suelo o utilizarse como materia prima en la producción de otro abono orgánico (Arias Ana, 2003). Las de las aves de engorde están mezcladas con virutas de madera y/o aserrín y es de lenta descomposición a causa de la alta relación carbono/nitrógeno de la madera, además estos materiales son malos absorbentes del amoníaco. La composición depende principalmente del tipo de alimentación y de las pérdidas de las camas que se utilizan. Contiene más nutrientes que el estiércol de ganado vacuno. La cantidad de materia orgánica que tiene, depende de la forma en que haya sido manejada, en un medio sin humedad puede tener de 60-80% de materia orgánica (Cairo & Fundora, 2002).

Otra alternativa incipiente es el composteo a partir de residuos diversos y la cuyinaza. También se realizan importaciones de bioabonos provenientes de la región interandina. Varios proveedores han estado comercializando abonos de distintos orígenes.

## **2. Respuesta a la fertilización en el cultivo del Maíz.**

### **2.1 Generalidades del cultivo.**

El cultivo del maíz está muy difundido en todo el mundo. En Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz (Infoagro, 2008).

Es un cultivo que tiene un potencial alto de rendimientos. Hay problemas con la rentabilidad de este cultivo por precios muy bajos (Anónimo<sub>2</sub>.2008).

Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí según (Infoagro, 2008). Confirma (Montessoro, 2008) que las evidencias indican que el maíz se originó en México a partir del Teozintle 3000 a 4000 años AC, y para 1800 AC se había extendido a toda Mesoamérica y posteriormente al resto del continente americano. El vocablo maíz se deriva de la transformación fonética del término tahino mahiz, que significa fuente de vida, lo que refleja la inmensa importancia que tiene para nuestros pueblos.

Se ubica taxonómicamente como sigue:

Clase: ***Angiospermae***  
Subclase: ***Monocotyledoneae***  
Orden: ***Glumiflorae***  
Familia: ***Poaceae***  
Género: ***Zea***  
Especie: ***mays, L.***

No se puede mencionar la variedad más difundida o el híbrido más utilizado, este factor es de relativa importancia ya que el uso de estos depende de algunos aspectos: la zona, el método del cultivo, el manejo y las labores, el tipo de inversión y el tipo de agricultor que vaya a sembrar. Se puede, sin embargo, hablar de características generales y cualidades que se deben buscar. Lo primero es contar con variedades que tengan un alto nivel de producción, por sobre las 5 toneladas métricas por hectárea. El promedio de las variedades lanzadas por INIAP está entre 5 y 7 toneladas. Llegar a tener variedades con este potencial genético, que estén adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, que sean resistentes a las plagas y enfermedades a lo largo del ciclo de cultivo, es la meta que todo agricultor debe perseguir. En países como Estados Unidos y México el uso de semilla certificada alcanza al 100% de las siembras (Sica, 2008).

El empleo de variedades mejoradas para la región amazónica es uno de los requisitos para obtener buenos rendimientos, sin descuidar las adecuadas prácticas de manejo agronómico; mas a nivel de productores se utilizan variedades que no se adaptan lo suficiente a las condiciones de la Amazonia; presentan rendimientos muy bajos. Se recomienda utilizar variedades mejoradas como: INIAP-526 (amarillo), INIAP-528 (Blanco) y Triple híbrido 551 (amarillo), tolerantes a enfermedades como la "quemazón" (*Piricularia oryzae*) y Tizón (*Helminthosporium maydis*), así mismo son de baja altura y de altos rendimientos. En el siguiente cuadro se aprecian algunas características de las variedades INIAP-526 y Tusilla (criolla) (ECORAE, 2001).

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas

del sector agropecuario. En efecto, la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas.

La avicultura comprende una cadena agroproductiva que se inicia precisamente en la producción de maíz duro, continua con la fase de su transformación (elaboración de balanceados) y abastecimiento a las industrias avícolas (crianza de pollos y gallinas) y concluye con la comercialización de los productos terminados (Sica, 2009). Considera la fundación (DICYT, 2009), al cultivo de maíz como un rubro prioritario dentro de la canasta familiar y es un producto básico dentro de la seguridad y soberanía alimentaria del país.

La producción nacional de ésta gramínea varía debido a diferentes factores. En Ecuador, el rendimiento estimado por hectárea es de 3.71 para el nivel tecnificado, encontrándose por debajo de los internacionales comparado con el de los Estados Unidos que es de 7 t/ha (Arteaga, Torres & Tobalina, 2004).

El maíz es un cultivo de importancia en la Amazonia, se le considera un cultivo tradicional. Es cultivado bajo diferentes condiciones ambientales y de suelo. Constituye la fuente principal en la alimentación de especies menores a nivel de finca. El rendimiento promedio del maíz en la Amazonia es bajo, debido principalmente al limitado uso de semillas mejoradas y a que la mayoría de los agricultores aplican muy poca o ninguna tecnología en su cultivo (ECORAE, 2001). Tabla 1.2. Características agronómicas de dos variedades recomendadas por el INIAP.

CARACTERÍSTICAS	VALORES	
	INIAP-526	TUSILLA*
Rendimiento	35 qq/ha	25 qq/ha
Altura de planta	135cm	180 cm
Tamaño del grano	Mediano	Mediano
Grano en la mazorca	80%	80%
Color del grano	Amarillo	Amarillo
Días a floración	69 días	75 días
Volcamiento	0-15%	0-30%
Desgrane	Medio suave	Suave
Tizón	Tolerante	Susceptible

\* Variedad criolla

1qq = 46kg

Fuente: Estación Experimental Ñapo del INIAP

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de los 30 °C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación requiere temperaturas de 20 a 32 °C.

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm. al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el período más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrasamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelos pero suelos con pH entre 6 a 7 son los óptimos. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (Infoagro, 2008). También se plantea que el maíz tiene poca tolerancia de salinidad y menos cuando esta pequeño (Anónimo<sub>2</sub>, 2009).

En el rendimiento de una planta de maíz intervienen una serie de factores que pueden agruparse; factores de clima, suelo y de la planta. El suelo tiene diferentes caracteres físicos, entre los más importantes son la textura, la estructura, pues ellos se derivan su aireación y la capacidad de alimentación de agua y nutrientes. En los terrenos escogidos para cultivar maíz, el suelo no debe ser menos profundo de 45 centímetros, puesto que es la profundidad promedio a que llegan sus raíces; sin embargo en suelos de alta capacidad de retención de agua y ricos en nutrientes, la profundidad podría ser menor. Los suelos donde se siembra maíz en el Ecuador tienen un pH neutro y de textura media (Rizzo, 2001).

## **2.2 Principales aspectos de la fitotecnia del cultivo.**

Cuando los componentes tecnológicos están integrados en un sistema de producción pueden asegurar el desarrollo de un esquema sostenible de producción de cultivos. Sin embargo, los componentes son a menudo específicos para un lugar determinado, complejos, costosos, difíciles de transferir y muchas veces poco atractivos para los agricultores que no pueden visualizar inmediatamente sus efectos. La preparación del suelo, los cultivares, la fecha y la profundidad de siembra, los sistemas, la densidad de siembra, la fertilización, el control de malezas, el manejo de plagas y enfermedades y el manejo del agua deben ser cuidadosamente considerados en la producción de maíz (FAO, 2001).

La preparación del terreno tendrá por objeto la obtención de una tierra mullida en profundidad, pero no debe quedar hueca, por lo que, una vez trabajada, deberá ser asentada sin apelmazar. La capa superficial deberá quedar bien nivelada y sin terrones (Infoagro, 2002). Generalmente los agricultores que tienen su respectiva maquinaria agrícola efectúan las siguientes labores: cuando el suelo tiene rastros del cultivo anterior utilizan una rozadora, luego hacen la labor de arado o *rome plow* para enterrar todo esos desechos para incorporarlos al suelo, en esta forma se lo deja por unos 20 a 30 días para que dicho suelo se oxigene, luego hacen dos a tres pases de rastra quedando listo para la siembra. Los productores de maíz duro que no utilizan maquinaria agrícola, realizan las siguientes labores: primero realizan una limpieza del terreno a mano o con machete, luego queman esos desechos quedando el terreno listo para la siembra (Rizzo.2001).

En las pequeñas fincas, los procedimientos modernos de labranza cero incluyen: corte de las malezas y de los residuos de los cultivos anteriores con machete; pulverización de herbicidas con bombas de mochila para el control de las malezas, si bien la cobertura en cantidades adecuadas previene la germinación y crecimiento de las malezas anuales a causa del efecto de la sombra; siembra directa a través de la cobertura, abriendo hoyos para la siembra de 5 a 10 cm de profundidad con un palo sembrador y cubriendo la semilla con suelo suelto, sin comprimirlo. Todos los residuos de los cultivos son retenidos y las correcciones con fertilizantes se aplican sobre la superficie del suelo pero los residuos de cultivos y otros residuos orgánicos pueden no ser producidos *in situ* y ser introducidos desde áreas adyacentes o de fuera de la finca (Lal, citado por: FAO, 2001).

Tiene diferentes épocas de siembras, especialmente en la sierra. En el litoral ecuatoriano hay dos tipos de estaciones ambientales bien marcadas, como la lluviosa y la seca. Debido a que el maíz duro con variedades mejoradas para las zonas tropicales y subtropicales tienen su ciclo vegetativo de 120 días, por lo tanto se siembran en los meses de diciembre y enero, llegando a obtener sus producciones en la primera quincena de Mayo y Octubre respectivamente. Según la experiencia lograda por los organismos de investigación en las condiciones normales del litoral, las mejores épocas de siembra del maíz están comprendidas entre el 15 de Diciembre y el 30 de Enero para la estación lluviosa, y entre el 15 de Mayo y 15 de Junio para la estación seca (Rizzo, 2001).

Los productores de maíz duro utilizan diversas distancias de siembras que dependen de cómo van a realizar la misma si en forma manual o mecanizada. Aquellos que utilizan forma manual y usan variedades de libre polinización como INIAP 526 o INIAP 527 cuyas siembra se realizan en lomas utilizan distancias de siembra de 100 cm. entre hileras y 50 cm., entre golpe con dos plantas por sitio, obteniendo una población de 40.000 plantas/ha. Otra distancia que utilizan es de 90 x 25 cm. o 100 x 20 cm., con una densidad de 44.000 plantas/ha. En la zona central del Litoral cuyas siembras son tecnificadas usan semillas como los híbridos INIAP H 550 y Pioneer x 304-C. utilizan distancias de siembra de 90 x 20 cm. y 80 x 20 cm. Depositando una semilla por sitio lo que origina poblaciones de 55.555 y 62.500 plantas por hectárea. La profundidad de siembra es de 3 a 4 cm (Rizzo, 2001).

Especifica el ECORAE (2001), que las distancias de siembra dependen de la variedad que se utilice; se recomiendan las siguientes: Para las variedades mejoradas (INIAP-526 e INIAP-528) una distancia de 80 cm x 50 cm, con una densidad de 25 000 plantas/ha.; y en materiales híbridos (Triple híbrido 551), 90cm x 25 cm, con una densidad de 44 000 plantas/ha.

Una densidad recomendada se obtiene a partir de la densidad óptima por ejemplo, 85 000 usando el siguiente cálculo simple por la cual la cifra es reducida en 30% de modo de obtener la densidad recomendada según la FAO (2001):  $85\ 000 - (85\ 000 \times 0,30) = 60\ 000$  plantas/ha.

Sin embargo, si se estima que el 20% de las plantas se pueden perder entre el momento de la siembra y la cosecha, la densidad de siembra recomendada tendrá que ser ajustada:  $60\ 000 \times 120/100 = 72\ 000$  plantas/ha.

El cultivo del maíz se realiza en dos tipos de siembra, la una en forma manual y la otra mecanizada. Los productores de la zona central del litoral casi el 70% de ellos realizan sus siembras con sembradores tiradas por un tractor. En otras provincias como Manabí, Loja, Guayas, parte de los Ríos, la mayoría de los productores realizan sus siembras en forma manual utilizando para ello un palo con punta en forma de cono que se lo llama "espeque", utilizando piolas para medir las distancias de siembra y que las líneas del cultivo salgan rectas (Rizzo, 2001).

En las condiciones de la Amazonia, no se recomienda realizar al voleo, sino utilizando espeque, depositando tres semillas por hoyo para el momento de raleo dejar dos; de este modo se asegura una buena germinación y se reduce el daño ocasionado por pájaros e insectos (ECORAE, 2001).

En Ecuador, los agricultores realizan el control de malezas mediante los siguientes productos y formulaciones: Gesaprin 80, Atrapac o Atrazina, controla malezas de hojas anchas y gramíneas, pero no controla la soboza y malezas que vuelven a rebrotar después de cortadas. El maíz es selectivo a este producto, por lo tanto se puede aplicar inmediatamente después de la siembra (en pre-emergencia). También se puede aplicar encima del maíz después de germinado (en post-emergencia), pero solamente hasta que las malezas tengan tres o cuatro hojas de lo contrario no se hace un buen control (Rizzo, 2001).

Las malezas constituyen uno de los principales problemas en la región Amazónica, debido a la competencia de nutrientes que se establecen en el cultivo, lo que provoca un mal desarrollo en las plantas, reduce su rendimiento y eleva los costos de producción. El control químico de malezas debe hacerse cuando estas tienen de tres a cuatro hojas, utilizando productos químicos selectivos para el maíz como: Atrapac (Atrazina 80%), en dosis de 1 a 2 kg/ha, disuelto en 400 litros de agua; de este modo se reduce la incidencia durante el ciclo del cultivo, intercalado con dos controles manuales (ECORAE, 2001).

Se estima que el 60% de los 55 millones de hectáreas cultivadas con maíz en las zonas tropicales y subtropicales son seriamente afectadas por el ataque de insectos (FAO, 2001).

Entre sus plagas se encuentra el Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith); *Lepidoptera, Noctuidae*. Este insecto es una de las plagas más importantes del maíz en el continente americano. Su larva ataca las plántulas del maíz causando considerables

daños, en particular a las hojas del verticilo de las plantas antes de la emisión de la panoja; también dañan la panoja, los granos en crecimiento y a veces cortan el tallo de las plántulas. Los adultos son polillas de color gris oscuro con una envergadura alar de 32 a 38 mm; las alas anteriores de las hembras tienen un color uniforme gris amarronado. Los machos tienen marcas oscuras y pálidas en las alas de color beige que ayudan a su diferenciación entre especies y entre sexos. Las larvas recién nacidas que son de color verde con manchas y líneas dorsales negras, se alimentan de las hojas del maíz, royendo la epidermis y dejándola transparente. Las larvas más desarrolladas migran hacia las hojas del verticilo donde hacen serios daños; a causa de sus instintos caníbales, solo se encuentra una larva en cada verticilo. Al final de la estación las larvas se alimentan en la panoja emergente y en las mazorcas; las larvas desarrolladas pueden llegar a 35-40 mm de largo, tienen un cuerpo suave, de color gris verdoso con una marca de Y invertida en la cabeza y cuatro manchas negras en el último segmento abdominal. Las larvas maduras caen al suelo donde se transforman en pupas y de donde emergen los adultos diez días más tarde. En condiciones favorables el ciclo se completa en 30 días; normalmente se desarrollan dos generaciones en el mismo cultivo (FAO, 2001).

También se distingue el Gusano trazador (*Agrotis ipsilon*): Corta las plántulas a nivel del suelo. A veces se alimenta de las primeras hojas (ECORAE, 2001). Para su control aplicar Karate Zeon a una dosis de 30cc/20 L de agua; así como la Gallina Ciega (*Phyllophaga spp*): Corta las raicillas de las plántulas bajo el nivel del suelo en la etapa de desarrollo.

El maíz es susceptible a varias enfermedades, que en alguna forma afectan el normal desarrollo de las plantas.

Entre ellas el Tizón foliar (*Helminthosporium maydis*); Existen varias especies de *Helminthosporium* que causan infección en maíz, la cual se manifiesta por pequeñas lesiones ovales alargadas en las hojas bajas. Las lesiones progresan avanzando paralelas a la nervadura central y toman una coloración parda y forma de huso. Posteriormente, las lesiones se aumentan y cubren buena parte de la lámina foliar produciendo quemazón prematura de las plantas. El tizón es favorecido por condiciones de alta humedad ambiental y temperaturas que fluctúan entre 18 a 27 ° C. La enfermedad no es frecuente en la temporada seca. Puede reducir rendimiento cuando se presenta durante la época de floración o antes, ocasionando pérdidas aproximadas de 50% (Varón Francia & Sarria Greicy, 2007). Las enfermedades en su gran mayoría son causadas por microorganismos capaces de sobrevivir en residuos de cosecha por algún tiempo. Las

siguientes medidas culturales son un mecanismo eficiente en la reducción de fuentes de inóculo: la rotación de cultivos con especies diferentes a gramíneas, eliminación o incorporación de los residuos de cosecha en lotes donde la incidencia de la enfermedad ha sido muy alta, no sembrar en lotes con antecedentes de prevalencia de enfermedades y cercanos a las riberas de los ríos y con tendencia a encharcamiento, realizar monitoreo frecuente en el cultivo desde su emergencia, con mayor énfasis a partir de los 40 días después de la germinación, con el fin de detectar los síntomas iniciales oportunamente. La enfermedad se puede prevenir con fungicidas protectantes, o controlar eficientemente con productos sistémicos. Por otro lado ECORAE (2001), recomienda utilizar variedades mejoradas y un buen manejo del cultivo.

Entre otras enfermedades se encuentra la Pudrición del tallo (*Dickeya zeae*; *Erwinia chrysanthemi*; *Diplodia maydis*; En plantas jóvenes el síntoma característico que permite identificar esta enfermedad es la presencia de plantas con cogollos amarillos, los cuales pueden ser fácilmente desprendidos del tallo. El tejido de la base del cogollo es blando, de color crema y con mal olor. En plantas adultas la hoja adyacente a la mazorca se presenta seca y erecta, el tallo muestra síntomas de pudrición suave. Las mazorcas de plantas infectadas con *D. zeae* presentan pudrición acuosa del capacho y los granos toman color blanco perla, son acuosos y de mal olor. La infección es favorecida por días muy calurosos, generalmente después de una lluvia o un riego (Varón Francia & Sarria Greicy, 2007).

La cosecha se realiza cuando el cultivo del maíz ha cumplido su ciclo y se la puede realizar de dos formas: a mano, mediante la cual se utiliza gente para la recolección de las mazorcas que luego son apiladas en un sitio para que después mediante el uso de la trilladora estacionaria se haga la labor de desgrane. Una vez hecho esto el grano es ensacado y llevado al comercio. La otra manera de cosechar el maíz es utilizando cosechadoras combinadas cuyo grano sale directamente al comercio o a las almaceneras (Rizzo, 2001). Se evidencia que el cultivo ha cumplido su ciclo y es apropiado realizar la cosecha cuando los tallos (cañas), hojas y brácteas que cubren a la mazorca estén bien secos, o cuando el grano no puede ser penetrado con la uña. El grano debe ser almacenado seco, con un 12% de humedad, en un lugar limpio y bien ventilado (ECORAE, 2001).

La producción nacional de ésta gramínea varía debido a diferentes factores. En nuestro país, el rendimiento estimado por hectárea es de 3.7 TM para el nivel tecnificado,

encontrándose por debajo de los internacionales comparado con el de los Estados Unidos que es de 7 TM por hectárea (Arteaga, Torres & Tobalina, 2004).

En la Provincia de Loja se ha obtenido un rendimiento promedio entre 4 a 5 toneladas métricas por hectárea (88 a 110 quintales por hectárea) de maíz amarillo duro, (DICYT, 2009).

Los rendimientos promedios obtenidos en la región amazónica con las variedades INIAP-526 son de 45 quintales/ha. (ECORAE, 2001)

### **2.3 Influencia de la fertilización en el cultivo del maíz.**

Para lograr altos rendimientos es necesario que las plantas tengan a su disposición, en tiempo y en forma, los nutrientes que necesitan para su máximo desarrollo (VIARURAL, 2009). Los rendimientos de maíz dependen fundamentalmente de la población de plantas, niveles apropiados de fertilizantes y del uso de semillas mejoradas e híbridos adaptados a diferentes regiones climáticas del país. La población de plantas usuales están en las 40.000 plantas/ha y los niveles de respuestas a los fertilizantes en los casos estudiados no pasan de los 60 kg/ha de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio (Pérez, 2000).

El maíz presenta altas necesidades de nitrógeno, el periodo de máximas necesidades está comprendido entre las tres semanas anteriores a la aparición de las flores masculinas y un mes posterior a la floración masculina. En las variedades de maíz de ciclo corto este periodo se acorta proporcionalmente. Responde muy bien al abonado con nitrógeno amoniacal, ante todo en los primeros estadios, fase inicial de crecimiento, donde el amonio promueve una mayor absorción de fósforo (COMPO, 2009). La respuesta del cultivo a las aplicaciones de N depende de factores edáficos, climáticos y de manejo. En sistemas de cero labranza, la menor mineralización de la materia orgánica y la inmovilización generada por los residuos acentúa esta deficiencia nutricional. El análisis de suelos en estadios de v6 (6 hojas desplegadas en maíz), es una herramienta útil para discriminar entre ambientes con diferente probabilidad de respuesta al agregado de N y determinar la dosis de fertilizante a utilizar. No obstante estudios posteriores tendrían que procurar identificar algunos de los otros factores explicativos del fenómeno que permitan mejorar el ajuste entre ambas variables. En condiciones de oferta de N (suelo + fertilizante) inferior a 142 kg/ ha es conveniente la aplicación de N para maximizar los rendimientos de maíz (Barraco & Díaz, 2005).

A medida que el rendimiento del maíz crece, la planta va consumiendo cantidades mayores de los elementos nutrientes. La fertilización fosfatada se ha hecho más frecuente y necesaria en los últimos años, debido a que la agricultura intensiva ha disminuido los niveles naturales de este elemento en el suelo. El requerimiento normal del maíz es de 0,4 kg de P (o sea 0,92 kg de  $P_2O_5$ ) por cada quintal de grano producido. El fósforo es indispensable para el buen crecimiento de la planta, desarrollo de raíces y rendimiento de granos. La planta lo requiere durante toda su vida, pero el período crítico, de máximo requerimiento, se extiende desde su germinación hasta 45 días después. Ante su carencia el maíz presenta hojas de color verde oscuro, pero con bordes y puntas de color rojizo y sistema radicular reducido.

El fertilizante fosfatado más utilizado es el fosfato diamónico o DAP: contiene 46% de  $P_2O_5$  y 18% de N. Es el más soluble de los fertilizantes fosfatados. En suelos con pH menores de 6,5 o mayores que 7,8 parte del fósforo se inactiva y este fenómeno se agudiza a valores más extremos de pH (VIARURAL, 2009).

A diferencia del fósforo, el potasio puede ser absorbido por las plantas tanto si es esparcido al voleo o si es colocado en surcos. Debido a su alto contenido salino, los fertilizantes potásicos no deberían ser colocados muy cerca de la semilla, ya que podrían dañar el embrión y afectar la germinación. Por lo tanto, cuando es aplicado en bandas, debe ser colocado al lado y por debajo de las semillas. Los abonos orgánicos son otra fuente de este elemento; pueden contener de 0,5 a 2,5% de potasio, dependiendo del tipo de animal, de su alimentación, del almacenamiento y manejo y proporcionan de dos a 25 kg de potasio por tonelada (FAO, 2001).

En el litoral ecuatoriano el elemento que más frecuentemente limita el crecimiento del maíz, es el nitrógeno seguido por el fósforo y potasio. Los agricultores del litoral ecuatoriano donde siembran maíz, el elemento que más utilizan en la fertilización es el nitrógeno con el nombre comercial de urea al 46%, dependiendo su dosis; pues para variedades comerciales sacadas por el INIAP se recomienda 4 qq/ ha, mientras que para híbridos la dosis es de 6 qq/ha (Rizzo, 2001).

Para las condiciones de la Amazonia ecuatoriana se recomienda las siguientes aplicaciones: Urea al 46 %, de forma fraccionada, 2 quintales a los 15 días y 2 quintales a los 45 días, y posteriormente un fertilizante foliar (Stimufol), a una dosis de 60 g/20 L de agua, en el momento que emergen las flores femeninas (ECORAE, 2001).

Dada la importancia que tiene para la producción de la cosecha la existencia de N abundante diez o quince días antes de la floración, la aportación de N debe haber terminado en este momento y nunca retrasarse. El abonado de fondo de N puede ser la mitad o la tercera parte del abono total suministrado. Naturalmente, todo el abono fosfórico y potásico debe suministrarse de fondo. A veces será interesante localizar el fósforo y el potasio al lado de las líneas en el momento de la siembra, si la siembra se hace con máquinas sembradoras que lleven abonadoras apropiadas para este fin (Infoagro, 2002).

En el momento en que las plantas alcanzan la etapa de seis hojas (V6) habrán tomado 5%, 3% y 5% respectivamente de la absorción total de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Aunque la cantidad de nutrientes tomados por las plantas en estas etapas es relativamente baja, el tamaño final de las mazorcas y otras partes de la planta depende en gran medida de la disponibilidad de nutrientes en etapas tempranas del desarrollo de la planta. La etapa de 12 hojas (V12) es crítica en lo que hace al manejo de la fertilidad ya que este es el período en que se determina el tamaño de la mazorca del maíz. Una falta de nutrientes en esta etapa puede reducir seriamente el número potencial de granos y el tamaño de la mazorca en el momento de la cosecha. En esta etapa las plantas han absorbido el 25%, 20% y 35% del total de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. La etapa de 15 hojas es fundamental para la determinación del rendimiento final y, en este momento, la acumulación de materia seca y nutrientes procede a tasas muy intensas ya que las plantas acumulan el 50%, 30% y 50% del total de los tres elementos, respectivamente. Después de la etapa V15, grandes cantidades de esos nutrientes son traslocados a las mazorcas en formación desde otras partes de la planta y a los granos jóvenes que llegan al estado hinchado (R2). La acumulación de nutrientes y materia seca continúa a una tasa rápida y en la etapa V18 las plantas han absorbido cerca del 55%, 42% y 80% del nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. A partir de este momento, la planta absorberá nitrógeno y potasio a tasas más lentas (FAO, 2001).

Durante la época lluviosa en el litoral la aplicación de nitrógeno se la hace fraccionada en dos partes: la primera fracción se la aplica en bandas a los 15 días a 10 cm. de la planta. La segunda fracción a los 30 o 40 días también en bandas. Cuando la siembra la realizan en época de verano (mayo-junio) se aplica la dosis total del nitrógeno en una sola ocasión (Rizzo, 2001).

A pesar de que se requieren solamente pequeñas cantidades de nutrientes en los primeros estadios de crecimiento de la planta, es siempre beneficioso mantener una alta concentración de nutrientes en la zona radicular para promover el crecimiento temprano de la planta. Este es el periodo en el cual se están iniciando y comenzando a crecer las diferentes partes de la planta, Aún cuando la cantidad de nutrientes absorbida en este estadio es relativamente pequeña, el tamaño final de las hojas, espigas y otras partes de la planta depende en gran medida de que el abastecimiento de nutrientes para la planta sea satisfactorio en las primeras etapas del ciclo de crecimiento (Clayton, 2002).

El método más económico de aplicar fertilizantes bajo el sistema de labranza cero es la aplicación superficial sin incorporarlos al suelo. Con el aumento de las raíces en las capas superiores del suelo como consecuencia de la labranza cero con cobertura, las plantas pueden utilizar los nutrimentos concentrados en la superficie en forma más eficiente, siempre que haya una cantidad adecuada de humedad en el suelo que permita un flujo masivo y la difusión del nutrimento. En general, los resultados de varios estudios muestran que la disponibilidad del fósforo aplicado en superficie es igual o mayor a la disponibilidad del fósforo incorporado en el suelo.

Debido a una alta concentración de las raíces de la planta de maíz cerca de la superficie del suelo y al hecho de que la cobertura mantiene la humedad cerca de la superficie, es posible esperar que la eficiencia de uso de los fertilizantes esparcidos al voleo en la superficie bajo los sistemas de labranza cero con cobertura o sea el rendimiento por unidad de fertilizante aplicado pueda ser mas alto que con la labranza convencional (FAO, 2001).

Los abonos orgánicos de origen animal son componentes importantes en un sistema sostenible de producción de maíz. En el caso de los abonos de origen animal, la asociación entre producción animal, sobre todo ganado mayor, cerdos y aves, proporciona un sistema sostenible por el cual los nutrimentos son reciclados. Dependiendo de las especies de animales, aproximadamente del 70 al 80% del nitrógeno, del 60 al 85% del fósforo y del 80 al 90% del potasio que toman como alimento los animales, son excretados en el estiércol.

Los abonos orgánicos son una excelente fuente de fósforo y potasio. Cuando son aplicados para satisfacer los requerimientos de nitrógeno, el fósforo y el potasio probablemente estarán en exceso de las necesidades del cultivo. Cuando el elemento necesario es el fósforo, este elemento será usado más eficientemente si el abono es

colocado en bandas cerca de las semillas. La falta de materiales orgánicos se debe en muchos casos a su pobre calidad ya que los abonos orgánicos producidos en suelos pobres en nutrientes serán a su vez pobres. Además, su incorrecto almacenamiento da lugar a mayores pérdidas por lixiviación o descomposición. El peligro mayor para la sostenibilidad de los pequeños agricultores en los sistemas que se basan en el maíz es la pérdida de fertilidad del suelo asociada con el menor contenido de materia orgánica y de nutrientes del suelo ya que las prácticas tradicionales de los agricultores dejan de ser sostenibles bajo la presión de la población en aumento.

La eficiencia en el uso de los abonos orgánicos animales puede ser mejorada por su incorporación inmediata, lo que reduce las pérdidas de amoníaco sobre todo en las zonas de lluvias abundantes, y por su distribución uniforme sobre el campo, lo que asegura resultados importantes (FAO, 2001).

### **3. Respuesta a la fertilización en el cultivo de la Papa China.**

#### **3.1 Generalidades del cultivo**

La papa china o taró (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) parece originarse en el extremo oriente. La palabra "taró" viene de la Polinesia, donde esta planta constituye la base de la alimentación indígena. India, Japón y China se consideran centros de origen según describe (Pérez, 2008).

Con respecto al origen (Mosquera & Cárdenas, 2006) concuerdan que los géneros de colocasia se originaron en la región Indo-Malaya, de la India, de donde se distribuyó al Caribe y América.

Es una especie tropical y subtropical, herbácea, perenne sin tallos aéreos con hojas grandes provenientes de un cormo subterráneo primario, del cual nacen los cormelos siendo estos el producto comercial.

La papa china es altamente rendidora y con apreciables cualidades alimenticias, constituye un cultivo tradicional de significativa importancia en la sobrevivencia de los pequeños agricultores agrícolas (Viloria Hilmig, 2004). La papa china o taro es diferente a la malanga; es de color púrpura mientras que la malanga es de color amarillento y de sabor más dulce (Wikipedia, 2009).

Según describen Maza y Aguirre (2002), la ubicación taxonómica de la papa china es como sigue:

Reino: **Vegetal**  
Clase: **Angiospermae**  
Subclase: **Monocotyledoneae**  
Orden: **Spathiflorae**  
Familia: **Araceae**  
Genero: **Colocasia**  
Especie: **esculenta L. Schott**

Además posee diferentes denominaciones según el país como es descrito en el Proyecto Corredor Central (2009), entre ellas, en Estados Unidos: Dasheen, Eddoe; Venezuela: Ocumo, Danchi; República Dominicana: Yautia; Perú: Pituca, Calusa; Colombia: Malangay, Bore, Mafafa; Cuba: Malanga, Guagua; China: Ya; Brasil: Mangarito; Japón: Imo. Se conoce como papa china en Ecuador, Colombia y Venezuela (Montaldo, 1991).

Se conocen diferentes cultivares, existen además denominaciones que se señalan junto al nombre de la especie, por ejemplo: *Colocasia esculenta* var. *Antiquorum* (Waijenberg y Aguilar, 1994; Vargas, 1989; Ríos, 1987), aunque la forma más general y actual de referirse a la especie es: *Colocasia esculenta* (L) Schott (Puiatti et al., 1993; Stewart, D.P.C., 1994; Chan, Lu y Lu, 1997; González y Ortiz, 1999; Geetha, Pushpakumari y Krishnaprasad, 2006.)

Sin embargo, Pérez (2008), señala que la clasificación de las formas cultivadas de este género es tan difusa, como la forma en que se diseminó por el mundo, pues a la especie se le conoce con los siguientes nombres: *Arum esculentum*, *Caladium esculentum*, y *Colocasia antiquorum*.

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

La Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (2006), señala que la especie comestible {*Colocasia esculenta* (L) (Schott.)}, presenta 28 cromosomas en los diploides que corresponden a los tipos de un solo cormo grande central y 42 en los

tríploides que corresponden a los tipos de muchos cormelos secundarios. Las variedades o clones más sobresalientes son: Purpura y Common en el Oeste de la India: Mumu en Fiji y Trinidad en USA. En el Oeste de África se han desarrollado un gran número de clones o cultivares locales.

En la provincia Pastaza, Ecuador, según describe Villacrés (2009), se encuentran dos cultivares:

**Negra:** Mayor cantidad de raíces, papa forma alargada, más arenosa, parte apical de coloración morada por lo que es poco consumida. Son de fácil adaptación.

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

La papa china comúnmente se reproduce de forma vegetativa y una de las principales limitantes del cultivo es la carencia de semilla de alta calidad. El cultivo *in vitro* ofrece nuevas alternativas para el mejoramiento de la productividad y la producción de material de siembra sano (García et al., citado por: Matehus, Romay & Santana María, 2006).

Los principales puntos que debe enfocar un programa de mejoramiento en papa china o taro son: recolección y estudio de cultivares silvestres y cultivados; obtención de resistencia a enfermedades, alta capacidad de rendimiento, tipo de corno adecuado y precocidad.

Warid citado por Montaldo (1991), propuso el siguiente programa a largo plazo de mejoramiento de la tecnología del cultivo en *C. esculenta*:

**a. Citogenética y mejoramiento:**

1. Relaciones cromosomales de las especies.
2. Inducción de mutaciones.
3. Morfogénesis de la planta.
4. Componentes del rendimiento.
5. Evaluación de las características de la planta para adaptabilidad

## **b. Estudios agronómicos**

1. Relaciones suelo-planta.
2. Cormo "semilla": tamaño, profundidad de plantación, espaciamiento.
3. Época de plantación y de cosecha.

## **4. Fertilizantes**

5. Mecanización del cultivo
6. Rotación
7. Métodos de cultivo en relación a densidad de plantas
8. Riego
9. Control de malezas, plagas y enfermedades.

## **c. Estudios fisiológicos y bioquímicos**

1. Valor alimenticio y calidad culinaria
2. Procesamiento
3. Nutrición de la planta durante los diferentes estados de desarrollo
4. Evapotranspiración y requerimientos de agua
5. Calidad de almacenamiento a diferentes temperaturas y humedades relativas.
6. Florescencia y posible propagación sexual para fines de mejoramiento.

En cuanto a las exigencias climáticas, la papa china o taro es una planta esencialmente tropical; requiere precipitaciones altas (1 800 - 2 500 mm.) y bien distribuidas, temperaturas entre 25 - 30 °C y una buena luminosidad. En Colombia, cultivan en la región pacífica del valle del Cauca y en el Chocó, con precipitaciones anuales sobre 7000 mm, en sitios anegadizados, o en la falda de los cerros, con un pH entre 4,5 y 6 y temperatura de 27 °C según describe Montaldo (1991).

El cultivo se desarrolla en condiciones óptimas en una altitud entre 500 y 1000 msnm. Se adapta a condiciones de alta humedad siempre y cuando los suelos, tenga facilidad de drenar el exceso de agua, que generalmente provienen de la alta pluviosidad (Yáñez, 2009). En la provincia Pastaza se ha observado que el cultivo se desarrolla de forma óptima en terrenos ondulados con pendientes entre 5 -30%.

La papa china es una especie heliófila requiere un promedio de 12 horas luz por día (CHEMONICS INTERNACIONAL INC, 2004). La luz influye sobre algunos aspectos morfológicos como el número de hojas y cormos, así como la altura de la planta (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2006). Para esta exigencia, la Región Amazónica y en particular el pie de monte presentan en promedio de 3 a 4 horas

luz/día según reportan Mosquera y Cárdenas (2006). Para reducir el efecto de esta exigencia se recomienda establecer el cultivo en áreas totalmente descubiertas, para facilitar una mejor captación de la radiación solar.

Aunque el cultivo se realiza en una gran diversidad de condiciones de suelos, los óptimos son los francos, franco limosos o arenosos con profundidades de 50 a 60 cm, ricos en materia orgánica (2-3%) y pH de 4.5 a 7.5. En suelos quebrados se debe practicar la siembra en curvas a nivel para la protección del terreno, el uso de abonos orgánicos como estiércol ha mostrado considerable mejoría en los rendimientos en la producción de cormos según (CHEMONICS INTERNACIONAL INC, 2004).

Yáñez (2009), destaca que la planta tiene mejor situación en suelos francos a franco limo arcillosos con un alto contenido de materia orgánica, estructura granular y de fácil permeabilidad. Así mismo recomienda para mantener y mejorar la fertilidad del suelo incorporar materia orgánica y realizar rotación de cultivos.

Por otra parte la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (2006) describe que el cultivo muestra problemas en suelos arenosos o pesados y mal drenados ya que dificultan la emergencia de las plantas y el desarrollo de los cormos, así como en suelos rocosos y pedregosos deforma el cormo y se dificulta la cosecha. Recomiendan evitarse los suelos con alto contenido de arcilla o arena.

### **3.2 Principales aspectos de la fitotecnia del cultivo.**

La papa china se reproduce de forma asexual. Para esto se aprovechan los cormelos (conocidos comúnmente como hijos) los cuales deben ser sanos y vigorosos con un grosor de 1,25 a 2,5 cm de diámetro y cortar sus hojas de 10 a 15 cm de alto (CHEMONICS INTERNACIONAL INC, 2004).

Pérez (2008), comparte este criterio de propagación asexual al asegurar que se puede multiplicar esta especie ya sea por el cormo principal o por cormelos secundarios (cormos laterales de menor tamaño). Los cultivos pueden plantarse usando pequeños cormos sin valor comercial, a veces previamente brotados. Las hojas aparecen y envejecen continuamente y los nuevos cormos comienzan a formarse después de aproximadamente 3 meses. Alrededor de los 6 meses, el crecimiento de los brotes se hace más lento y los cormos comienzan a salir rápidamente. La cosecha puede variar entre 5 y 15 meses según el lugar y el sistema de producción, se hace a mano y los

rendimientos promedio de los cultivos están entre 6 y 12 t/ha. Un punto clave sobre la producción de papa china es que requiere mucha agua, en parte por las grandes hojas que transpiran mucho. Existen dos sistemas de producción principales: por inundación y, el menos intensivo, en tierra seca (tierras altas) según plantea el Centro de información sobre el paraquat (2009).

Como material de propagación se utilizan los fragmentos de los cormos principales, la punta del tubérculo principal que incluye la yema central, el cual se considera como recomendable.

Los tubérculos pequeños y secundarios o plantas jóvenes (cormelos) también se pueden emplear con la desventaja de que su uso prolonga el período a la cosecha (Pérez, 2008).

En la provincia Pastaza, la mayor parte de los agricultores utilizan para la siembra la punta del cormo principal, ya que este es más robusto, vigoroso, y garantiza el enraizamiento en menor tiempo, con lo cual se acelera el período de maduración y la cosecha se obtiene a los 6 meses, mientras que si se utilizan cormelos (papas), el tiempo de cosecha se puede alargar de 7 a 9 meses, dependiendo el tamaño de los mismos.

Según se refiere, antes de realizar la preparación de suelos se debe realizar la chapea y acondicionamiento del terreno, esta la debemos hacer con anticipación para evitar retrasos a la hora de establecer el cultivo. Para establecer el cultivo se debe seleccionar el área, que tenga una pendiente entre 15% - 35%. Posteriormente realizar la chapea manual o aplicación de un herbicida de contacto (Gramoxone) o sistémico (Glifosato) dependiendo del grado de enmalezamiento del área. A continuación dejar el área limpia libre de malas hierbas, ramas y troncos. Finalmente remover el suelo con azadón o motocultor y realizar el surcado (Villacrés, 2009). Mosquera y Cárdenas (2006) sugieren la aplicación de un herbicida sistémico, el cual ayuda a que el terreno se afloje ya que destruye todas las raíces en la preparación del suelo.

Según se mencionó antes, las papas medianas pueden utilizarse para la plantación, así como el cormo principal u otros laterales. Es práctica común del agricultor mantener las plantas en lugares frescos y con sombra por unos 8 días, y luego proceder a sembrarlas, formándose el callo que evita pudriciones de la raíz por infestación de microorganismos.

Para la preparación de los propágulos a partir de la planta principal se cortan entre 4 a 7 cm de la base del tallo para nuevamente proceder a la siembra. El material vegetativo

debe seleccionarse de plantas sanas, vigorosas y de buena producción según recomienda Carvajal (2009). Si se utilizan cormelos (papas) como semilla, estos deben ser bien formados (ovalados), sanos, uniformes y de tamaño mediano, para garantizar una buena producción (Villacrés, 2009).

Por otra parte Yanez (2009), sugiere que el material para el establecimiento de un cultivo tiene que provenir de un campo libre de plagas y enfermedades, que sean de la variedad comercial y que tengan las características tanto fenotípicas como genotípicas que aseguren una buena cosecha. Para garantizar la sanidad del cultivo, el material de plantación tiene que ser desinfectado, para lo que se recomienda la utilización del hongo antagónico *Trichoderma viridae*, sumergiendo el material en una solución compuesta con melaza y Trichoderma en una proporción de: un galón de melaza (3,78 l) y un litro de trichoderma en 50 litros de agua, sumergir el material por 10 minutos y luego realizar la plantación.

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

Yáñez (2009) recomienda un marco de plantación de 1,00 x 0,80 m, para una población de 12 500 plantas/ha. Una vez que está preparado el suelo, se procede a colocar la planta a una profundidad de 15 a 20 cm, a una distancia de 50 cm entre planta y planta y 1 m. entre hilera e hilera procediendo a taparle con una pequeña cantidad de tierra. Se realiza en forma de surcos (Carvajal Shayra, 2009).

En la provincia Pastaza los agricultores utilizan dos sistemas de siembra: de forma localizada y en surcos, según describe Villacrés (2009). La primera, de forma localizada supone que se realizan hoyos y se remueve el suelo con un azadón únicamente donde va a ser colocada la planta. El tamaño del hoyo es de 40 cm de diámetro y de 15 a 20 cm de profundidad; la segunda, en surcos, supone la remoción total del suelo de forma manual con azadón o de forma mecanizada con motocultor. Posteriormente o conjuntamente con la remoción del suelo se van formando los surcos. Se recomienda realizar los surcos en curvas de contorno respecto a la pendiente para reducir la erosión del suelo y el lavado de los nutrientes.

Para mantener cosechas mensuales, se recomienda realizar siembras cada mes, con lo que garantiza la permanencia del producto en el mercado y satisfacer la demanda existente (Yáñez, 2009).

En las condiciones de la provincia, se recomienda realizar dos controles de malezas a los 30 y 60 días de la plantación de forma manual. No se recomienda el control químico de malezas.

El aporque se recomienda realizar después de 2 - 3 meses de la siembra igual con la deshierba, dependiendo del desarrollo del follaje, se realiza de forma manual con azadón (Villacrés, 2009).

El primero se realiza hasta los tres meses de establecido el cultivo, momento en el cual también se realiza el abonamiento, en este momento también se puede adicionar la fertilización con alguna fuente mineral para asegurar un buen rendimiento del cultivo (Yáñez, 2009). Si se realiza esta labor después del tiempo establecido (60 días de la plantación), se dañan las raíces de las plantas y el rendimiento será bajo. Los aporques tienen que hacerse en forma simultánea que las fertilizaciones, los aporques tienen doble finalidad, la primera evitar que se desarrollen, macollos por la germinación de los cormelos y la segunda aumenta la producción de tubérculos de malanga hasta en un 80% (CHEMONICS INTERNACIONAL INC, 2004).

Entre las principales enfermedades reportadas, se encuentra la *Phytophthora colocasiae* presente en china, Japón, Filipinas y en el pacífico Sur (Trujillo, 1969). Este microorganismo encuentra a menudo condiciones favorables para su desarrollo en las regiones citadas causando epidemias en 5-7 días. La enfermedad fue controlada en Hawaii con aplicaciones de fungicidas cúpricos en plantas de 4 - 5 a 9 meses de edad. En plantas jóvenes se comprobó cierta resistencia debido a que la superficie de las hojas no retiene gotas de agua por un periodo suficiente como para incubar el microorganismo. Deshmukh (1960) reportó cierta resistencia varietal en la India y Graham. *Phytophthora palmivora* también fue reportada para la India por Cerighelli (1955). Trujillo (1969) señala a *Phytium* (pudrición blanda de los cormos y *Fusarium solani* atacando al taro en América y en las Islas del Pacífico, lo mismo que a las enfermedades secundarias debidas a *Sclerotium rolfisii*, *Cladsporium* y *Endoconidiophora*, además de virosis.

En la Costa Pacífica de Colombia, Estrada y Galvis (1978) indican las siguientes enfermedades: añublo foliar (*Pseudomonas sp.y*, negrilla o fumagina (*Capnodium sp.*); mancha parda (*Cladsporium sp.*); pudrición negra o del corno (*Rosellina sp.*)\Pudrición

blanda (*Phytium sp.*); pudrición algodonosa (*Sclerotium sp.*). Entre los nemátodos a: *Meloidogyne incógnita*; *Tylenchorhynchus sp.*; *Tylenchulus sp.*; *Helicotylenchus sp.*; *Criconemoides sp* (Montaldo, 1991).

La marchitez o pudrición es una enfermedad identificada en el cultivo de papa china, en el campo se observan plantas marchitas solitarias o en pequeños grupos, bajo condiciones adecuadas estas se mueren rápidamente en unos pocos días, debido a que los patógenos asociados invaden, y pudren los tejidos de las raíces y tubérculos. Los agentes causales identificados son *Fusarium sp*, *Erwinia sp.*, *Pseudomonas sp.*, y al nematodo *Meloidogyne sp.*, que se disemina en el campo con facilidad por las lluvias, material de reproducción vegetativa, restos de plantas infectadas, herramientas de trabajo, así como el hombre y sus practicas de cultivo, que transportan esporas de hongos, células bacterianas y nemátodos de plantas enfermas a plantas sanas, una vez que se han establecido en el suelo pueden transformarse en patógenos permanentes provocando grandes pérdidas económicas (SESA, 2008).

La papa china es poco atacada por insectos. Los principales de ellos son: *Taraphagus Proserpina* (Homoptera-Delphacidae) también indicado por Plucknett (1970) para Hawaii y por otros autores. En Samoa, Matsumoto y Nishida (1996) informan que esta plaga puede controlarse biológicamente. Otras plagas secundarias señaladas por Sivan (1970) son: el cortador, *Prodenia iitura* (Lepidoptora Noctuidae) y la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera-Aleurodidae) citado por Montaldo (1991).

La cosecha se realiza cuando las hojas presentan una coloración amarilla, manualmente utilizando pala o azadón. A partir de los 6 meses cuando ha sido sembrada por planta y a los 7 meses cuando es por semilla (cormelos). Cada planta produce con un promedio de 8 a 10 libras de papa china. Se obtienen unas 15 libras (32 papas) por planta con un buen manejo (Villacrés, 2009). La poscosecha incluye las labores de recolección, selección, clasificación, almacenamiento, embalaje y transporte.

### **3.3 Influencia de la fertilización en el cultivo de la papa china.**

Yáñez (2009), recomienda la aplicación de abonos orgánicos tipo compost o Bocashi al inicio de la plantación o siembra, así como también la aplicación de biofertilizantes tipo bioles y purines al follaje en el momento de la tuberización de las raíces que vayan a repercutir en una adecuada producción de tubérculos. Así mismo señala que es necesario disponer de información básica a cerca de las condiciones de la capacidad

productiva del suelo, para sobre esta base realizar las aplicaciones de biofertilizantes que generen ganancias al productor.

Villacrés (2009), sugiere la aplicación de pollinaza, después de 10 días de la plantación. A razón de 3 a 4 libras por planta. Lo que coincide con Carvajal Shayra (2009) que recomienda la cantidad de 4 libras de abono orgánico/planta (un saco de pollinaza para 12 a 15 plantas) pero recomienda aplicar después de los 15 días de la siembra. En una hectárea 1 200 sacos de abono.

La fertilización química de la papa china ha sido estudiada, obteniéndose distintos niveles de respuesta y factores asociados a la extracción de nutrientes y efectos sobre el crecimiento y los rendimientos.

CHEMONICS INTERNACIONAL INC (2004) recomienda realizar tres aplicaciones de fertilizantes distribuidas en los primeros 150 días de establecido el cultivo, con las formulas: 12-30-10, 0-0-60 y Urea 46%. A los 60 días de haber establecido el cultivo aplicar 1 qq. de Urea 46% más 1qq de 12-30-10 por ha. A los 90 días aplicar 1 qq. de Urea 46% y a los 150 días 1 qq. de 0-0-60 (muriato de potasio). Se deberá tener como parámetro el desarrollo que tenga el cultivo para tomar la decisión de fertilizar o no en estos momentos (tabla 1.3)

Tabla 1.3 Fertilizaciones recomendadas

Aplicaciones	Insumos	Cantidad a aplicar (Libras)	Época de aplicación (Días)
1 <sup>ra</sup>	UREA 46%	100	60
	10-30-10	100	60
2 <sup>da</sup>	UREA46%	100	90
3 <sup>ra</sup>	0-0-60	100	150

(1kg = 2,1735 libras)

Geetha, Pushpakumari y Krishnaprasad (2006), encontraron respuestas a diferentes niveles de formulas fertilizantes NPK. El rendimiento máximo de 14,93 t/ha se encontró con el tratamiento en el que se utilizaron 104.79, 12.78 y 61. 45 kg NPK/ha

Según reporta Pérez (2008), en encuestas revisadas, los productores que fertilizaron aplicaron la fórmula 14-14-14 en dosis que varían entre 100 y 250 Kg/ ha. También usaron Urea a razón de 200 kg/ha. La planta responde positivamente a aplicaciones de

fertilizantes. Se recomienda usar 70 kg/ha de nitrógeno, 40 kg/ha de fósforo y potasio. El nitrógeno se fracciona en 3 aplicaciones. La primera conviene hacerla 2 meses después de la siembra y se aplica junto con el fósforo y la mitad del potasio. La segunda se debe hacer a los 3 meses de la siembra y la última a los 5.

Mohán y Sethumadhavan (1980), en un experimento para evaluar el efecto de dosis crecientes de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento agrícola, encontraron que las dosis más altas de nitrógeno (120 kg/ha), fósforo (75 kg/ha) y potasio (150 kg/ha) incrementaron el rendimiento total en un 56 %, 34 % y 21 % respectivamente cuando fueron comparados con el uso de las dosis más bajas de 40, 25 y 90 kg/ha.

El efecto de distintas dosis de Nitrógeno aplicadas en el cultivo y la variación estacional de los nutrientes fue estudiado en Costa Rica en la localidad de Pocosí, Limón. Se evaluaron dosis de 0, 40, 80, 120, 160, 200 y 280 kg/ha de N, sin encontrarse respuesta en los rendimientos en cormo, cormelos exportables y no exportables. Sin embargo una influencia en la variación estacional de los nutrientes, se encontró en los elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe y Mn, no encontrándose diferencias para el caso del Zn, P y Cu (Vargas y López, 1999).

Jabeen (2001), estudió la influencia de diferentes intervalos de riego (2, 4 y 6 días) y la aplicación de diferentes dosis de fosfato diamónico (0, 100, 150, 200 y 250 kg/ha) en distintos aspectos del crecimiento y los rendimientos de la papa china en Pakistán. El número de de hojas por planta, la cantidad de cormelos pequeños, medianos y grandes hasta el gran período de crecimiento, no presentaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, la altura de la planta, el área foliar, el número de cormelos por planta y el rendimiento total por hectárea fueron influenciados significativamente. La máxima altura de la planta (30, 76 cm), el área foliar (43, 44 cm), el número de cormelos por planta (20,33) y el rendimiento total (2,74 t/ha) fueron registrados en el intervalo de riego de 2 días. También los mayores valores se encontraron con la dosis mayor de fosfato diamónico (250 kg/ha).

La influencia de la época de plantación ha sido poco estudiada, sin embargo, Chan, Lu y Lu (1997), en un experimento de campo, en el cual se realizó la plantación en tres momentos diferentes: enero, mayo y septiembre, encontraron que como un efecto de las mayores temperaturas y radiación solar en el vigor del gran período de crecimiento, la materia seca y el N se acumularon mas rápidamente en las plantaciones de enero. En las

plantaciones de septiembre, la baja temperatura y radiación solar tuvieron un efecto contrario.

Goenaga y Chardon (1995), expresaron la escasez de información básica sobre la acumulación de materia seca por diferentes órganos de la planta, extracción de nutrientes y rendimientos del Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en condiciones de tierras altas. En su experiencia con dos cultivares, se cosechó la biomasa cada 6 semanas durante la etapa de crecimiento. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los cultivares Lila y Blanca para el contenido de materia seca de distintas partes de la planta, pero si se pudo comprobar que el cultivar Lila absorbió menores cantidades de N, P, K, Ca y Zn que el cultivar Blanca, lo cual sugirió que esta hace un uso más eficiente de los macronutrientes. No se encontraron diferencias para los rendimientos.

*mmmm*

j

*mmmm^mm*

### 2.1 Contexto geográfico general de la experiencia.

Para evaluar la respuesta al empleo de las diferentes alternativas de abonado orgánico en las condiciones de los suelos y clima del cantón Pastaza, se realizaron dos experimentos de campo en el cultivo del Maíz (*Zea mays L*), correspondiendo cada uno a dos localidades del cantón y un experimento con el cultivo de la Papa China (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).

Los experimentos se montaron en las condiciones de suelos del Orden Inceptisoles, Suborden Andepts, Gran Grupo Hydrandepts (Unidad D5), con base en la clasificación de suelos de los EEUU (Soil Taxonomy). Este tipo de suelos se caracteriza por un desarrollo muy incipiente, lo que da lugar a la formación de horizontes alterados, son considerados poco maduros en su evolución. El entorno está constituido por un ecosistema de pie de monte conformado por materiales diferentes de tipo torrencial, caracterizados por bloques de cantos rodados metamórficos y graníticos en proceso de meteorización recubierto por capas de cenizas volcánicas. Estos suelos clasificados como Hydrandepts se caracterizan por tener una textura limosa, profundos completamente lixiviados, con saturación de bases de 100 a 300 % en la parte superficial, debido al alto contenido de materia orgánica tienen una coloración café oscuro, pobres en fósforo y potasio. Su pH es fuerte a medianamente ácido entre 4,9 - 5,9.

Los suelos de la Unidad D5, corresponden a la zona de colonización antigua de Pastaza en donde se localizan las principales poblaciones de: Puyo, Shell, Fátima, Teniente Hugo Ortiz, Diez de Agosto, Tarqui, Veracruz, la Esperanza y en forma total se ha cambiado la vegetación natural. Estos suelos cubren 87. 976 ha, que representan el 3,03% de la provincia (ECORAE, 2009).

Este ecosistema de pie de monte, en el caso de la ubicación de los experimentos, cuenta con predominancia de pastos cultivados que generalmente se desarrollan en asociación con la regeneración natural de varias especies de plantas de rápido crecimiento, se caracteriza por la presencia de pastos de *Axonopus scoparius* (gramalote) con regeneración natural de *Pollalesta discolor* (pigüe) y otras especies. Esta zona geográfica abarca el territorio aledaño de las vías Puyo - Mera, Puyo - Macas, Puyo - Tena y Puyo -10 de Agosto - El Triunfo.

El régimen térmico considerando datos promedios entre los años 1964 - 2006, se caracteriza por un valor medio de la temperatura anual de 20,8 °C, con una mínima media de 16,7 °C y máxima de 25,8 °C. Por su parte las precipitaciones anuales acumuladas promedian los 4 517,4 mm en igual período de registros.

## **2.2 Experimentos de campo.**

### 2.2.1 Materiales empleados como abonos y fertilizantes químicos.

#### a) Alternativas de fertilización orgánica.

##### 1) **Pollinaza**

La pollinaza proviene de la colecta de las excretas de pollos, junto con los materiales que se utilizan tradicionalmente en el piso de los galerones donde se alojan los animales (cama), restos de concentrados, plumas y otros desechos que se obtienen de la explotación comercial de estas aves en las diferentes granjas del país (Lobo & Díaz, 2009).

Más específicamente cuando se trabaja con el material colectado del engorde de pollos, con el objetivo de diferenciarles, atendiendo a su diferente composición, se le ha llamado pollinaza.

Por ser material de desecho de las aves posee altos contenidos de amoníaco que al tener contacto con el suelo o con las plantas las quema, a la vez que se convierte en un riesgo de transmisión de microorganismos, por lo cual se hace indispensable la aplicación de los procesos de compostaje (ICA, 2008).

La pollinaza tiene varios usos alternativos. Tradicionalmente se ha aplicado directamente al suelo como fertilizante y mejorador de suelos con buenos resultados prácticos para los agricultores. Sin embargo por su alto contenido de nitrógeno puede servir de sustrato a la cría de moscas y generar malos olores. Utilizar la pollinaza como un componente para la fabricación de abonos orgánicos (compost). Constituye una excelente alternativa. Este es un material con alto contenido de nitrógeno y otros nutrientes. Tiene un bajo contenido de humedad, si se compara con residuos agroindustriales; con todo esto ayuda a balancear las formulas de compost.

La composición de la poilinaza no solo depende de su origen como tal, sino que esta muy relacionada con la dieta formulada a las aves. La poilinaza tiene una relación carbono: nitrógeno de aproximadamente 19: 1. Las mezclas de materiales para producir compost deben formularse en principio de acuerdo a los contenidos de nitrógeno, carbono y humedad. Sin embargo, el aporte total de nutrientes de los diferentes ingredientes influye sobre la composición del producto final (Murillo Teresa, 1996). En la tabla 2.1 se presentan la composición química de la poilinaza, la cual varía según su origen.

**Tabla 2.1. Composición química de la poilinaza (pollo de engorde) (base seca).**

MUESTRA	%						mg/kg				%
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	
1	3,67	1,10	2,63	0,58	2,18	1,79	113	57	340	304	20,7
2	3,53	1,11	3,21	0,62	2,12	1,60	626	63	360	334	21,3
3	5,25	1,19	2,70	0,53	0,60	1,90	80	45	300	309	18,7
4	3,57	1,25	3,34	0,57	2,27	1,94	146	46	330	319	18
5	4,20	1,14	3,28	0,56	2,28	1,90	345	44	320	317	16,9
6	4,72	1,25	2,98	0,58	2,22	1,94	114	48	320	303	16
7	5,07	1,20	3,01	0,51	2,05	1,85	108	45	280	314	16,4
8	5,05	2,17	2,7	0,48	1,74		530	31	357	268	
9	3,98	2,10	4,35	0,56	2,58		1200	55	430	345	16,4
10	4,37	2,22	3,76	0,61	2,45	0,30	860	40	344	323	16,4
X	4,34	1,47	3,2	0,56	2,05	1,65	412	47	338	314	17,9



La figura 2.1 muestra la poilinaza colectada en los galpones avícolas de Madre Tierra en el Cantón Pastaza.

Figura 2.1 Poilinaza envasada en sacos

## 2) Bioabono (Producto comercial de AGROVERDE).

La composición natural de los fertilizantes orgánicos elaborados por AGROVERDE son específicamente formulados para una liberación lenta del nitrógeno, fósforo y potasa. Esta formulación exclusiva y propia de sus fertilizantes, mejorados y complementados con micro nutrientes, utilizando productos orgánicos certificados de alta calidad y tecnología, les proporciona a las plantas todos los nutrientes necesarios para un comienzo vigoroso y un crecimiento saludable hasta alcanzar la plena madurez, y esto se obtiene sin utilizar químicos, ni aditivos que no sean orgánicos. En la tabla 2.2 se presenta la composición del bioabono empleado en el ensayo.

Tabla 2.2 Características químicas y físicas del bioabono.

Nitrógeno %	2,40
Fósforo %	184
Potasio %	2,64
Magnesio %	0,91
Manganeso %	0,0429
Zinc %	0,0388
Cobre %	00077
Boro %	00057
Sodio %	0,618
Hierro %	0,279
Humedad al envasar %	18.45
Materia Seca %	81,55
Carbono %	25,23
Materia orgánica %	45,50
Grasa %	89
Fibra cruda %	26.76
Cenizas %	42,4
PH	7,25
O 1.C. meq/100cc.	35



Según se aprecia en la figura 2.2, en la presentación comercial del producto, se declara un porcentaje de materia orgánica del 46 %, materia seca 82 %, y

Figura 2.2 Presentación del Bioabono

### 3) Abono Foliar BM 86 ®

Es un extracto soluble comercial elaborado a base de algas de *Ascophyllum nodosum*. Además de su contenido posee un efecto bioestimulante. Es un producto de absorción foliar y radicular. El Abono foliar BM 86 ® (figura 2.3) es un producto 100% natural formulado en base a cremas de algas de *Ascophyllum nodosum* (GA14). La crema de algas GA14 posee un grupo de moléculas activas del grupo de los polisacáridos, consistentes en polímeros de azúcar tipo beta - glucano, que actúan como "elicitores" capaces de activar diferentes reacciones enzimáticas en las plantas (mejor enraizamiento, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y maduración de los frutos).

Los elicitores presentes permiten que la planta aproveche mejor los recursos naturales del suelo como fertilizantes y micronutrientes (efecto bomba), redistribuye eficazmente los nutrientes hacia las zonas de activo crecimiento (efecto redistribución) y favorece la penetración de todos los compuestos a nivel celular al modificar la permeabilidad de las membranas (efecto vector).

La crema de alga GA14 promueve la síntesis de determinados reguladores de crecimiento, entre ellos se destaca las poliaminas, que se encuentran presentes de manera natural en las plantas. Estas poliaminas estimulan y regulan los procesos de floración, fecundación, cuaje, crecimiento y maduración de los frutos. Mejora la calidad del cuaje, en vides viníferas disminuye el problema de corrimiento y millerandaje. También se le atribuye un efecto de uniformar el calibre y color de las frutas. En la tabla 2.3 se presenta la composición del abono foliar utilizado en la experiencia.

**Tabla 2.3 Características del abono foliar**

Vitaminas	40 ug/kg
Fitohormonas	200 ug/kg
Betaínas:	140 ug/lit
Boro (B)	2,07% p/p
Molibdeno (Mo):	0,02% p/p
Nitrógeno (N):	4,1% p/p
Oxido de Magnesio	(MgO) 4,8% p/p

#### &M-86

No existen recomendaciones específicas sobre el cultivo de la papa china, pero para formación de tubérculos si existe la referencia del cultivo de la papa, en este cultivo, este producto se recomendó aplicarlo a razón de 2 l/ha (7,5 ml/Litro de agua), realizándose 3 aplicaciones, la primera después del inicio de la formación del tubérculo, la segunda y tercera con intervalos de 7 a 14 días posteriores. En el ensayo se aplicó cada mes.

Figura 2.3 Presentación del abono foliar BM - 86.

#### 4) Bocashi



El Bocashi se obtuvo artesanalmente para la experiencia como parte de un proceso de fermentación de distintos materiales incorporados en la mezcla, entre ellos fueron utilizados la pollinaza, suelo, residuos de maní forrajero (*Arachis pintoi* L), residuos de hojas de caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.) y Plátanos (*Musa sp.*), ceniza (combustión de maderas de fábrica de panela), melaza y levaduras.

Figura 2,4 Bocashi obtenido.

Primeramente se procedió a ubicar sobre el suelo una capa de pollinaza con un espesor de unos 10 cm, seguido se añadió suelo de la capa vegetal con un espesor aproximado de unos 3-5 cm, después una capa de residuos vegetales mezclados de caña, maní forrajero y plátano, la cual se cubrió con ceniza con un espesor de unos 10 cm. Posteriormente se aplicó levadura disuelta en agua con melaza. Se repitieron las capas de forma consecutiva hasta alcanzar una altura de la pila de unos 50 cm.

La cama se cubrió con plástico PVC negro. Se realizaron dos volteos sucesivos, cada día durante tres días, disminuyéndose a una vez diario hasta los 15 días en que se dejó listo el material.

La composición media del BOCASHI, similar al utilizado en la experiencia se presenta en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4 Características del Bocashi**

<b>Elemento</b>	<b>Concentración</b>
<b>N</b>	0,93-1,20%
<b>P</b>	0,44 - 0,70 %
<b>K</b>	0,47 - 0,51 %
<b>Ca</b>	2,00-2,58%
<b>Mg</b>	0,20-0,21 %
<b>Fe</b>	2300 - 4300 ppm
<b>Mn</b>	495 - 530 ppm
<b>Zn</b>	60 - 205 ppm
<b>Cu</b>	19-33 ppm
<b>B</b>	8-14 ppm

**b) Fertilizantes químicos.**

**1) KRISTALON (18 -18-18 + 3)**

Es un fertilizante químico soluble con una formulación especial de 18 -18 -18 + 3 que además contiene elementos menores quelatados. Presenta una alta solubilidad en agua, contiene todos sus elementos en forma balanceada para la nutrición de los cultivos. No contiene cloro ni sodio o elementos tóxicos para las plantas. Se recomienda para aplicaciones foliares, fertirrigación o directas al suelo, para la mayoría de los cultivos, fundamentalmente en las hortalizas, arroz, algodón, banano, flores, frutales, fréjol, maíz, maracuyá, papa, soya, tomate, naranjilla, cacao, etc. La dosis generalizada en aplicación al follaje es de 1 kg/200 l de agua.

El producto utilizado en el ensayo fue producido por la firma Yara, distribuido por PRONACA. La tabla 2.5 muestra los contenidos de los macro y microelementos del producto.

Tabla 2.5 Características del fertilizante Kristalón.

Nitrógeno	N	180g/kg
Fosforo	P	180g/kg
Potasio	K <sub>2</sub> O	180g/kg
Magnesio	MgO	30g/kg
Azufre	S	20g/kg
Boro	B	0,25g/kg
Cobre	Cu	0,10g/kg
Molibdeno	Mo	0,04g/kg
Hierro	Fe	0,70g/kg
Manganeso	Mn	0,40g/kg
Zinc	Zn	0,25g/kg
EC		0,9mS/cm



Figura 2.5 Presentación del producto comercial Kristalón

## 2) Urea

Con una formulación 46 - 0 - 0, se recomienda su aplicación al suelo para proveer nitrógeno a las plantas. También se utiliza la urea de bajo contenido de biuret (menor al 0.03%) como fertilizante de uso foliar.

### 2.2.2 Cálculos de las dosis y combinaciones de productos a emplear en los experimentos.

Para los cálculos correspondientes se tomó como referencia el análisis de suelos de la Unidad de Transferencia de Teconologías de Jatun Paccha, realizado en la Universidad Técnica de Ambato, el 18 de septiembre de 2008 (Anexo 1), el cual es representativo para los suelos Unidad D5, Orden Inceptisoles, Suborden Andepts, Gran Grupo Hydrandeps, con base en la clasificación de suelos de los EEUU (Soil Taxonomy), en el que se ubican los experimentos.

La metodología de cálculo se utilizó según lo recomendado por Paneque y Calaña (2001).

#### a) Cultivo del maíz.

La fórmula utilizada fue;

$$D = \left[ \frac{(100 \cdot i \cdot R)}{C} \right] - S$$

Donde:

D = Dosis de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o K<sub>2</sub>O en kg/ha

R = Rendimiento esperado en t/ha

I = índice de Extracción de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en kg/t del producto.

C = Coeficiente de aprovechamiento de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o K<sub>2</sub>O en %

S = Concentración de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en kg/ha en el suelo.

#### Datos de referencia:

1. Rendimiento esperado: 3,51 /ha de granos
2. índice de extracción de N: 29 kg / tonelada de grano de maíz
3. índice de extracción de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 10,9 kg / tonelada de grano de maíz
4. índice de extracción de K<sub>2</sub>O: 31,8 kg / tonelada de grano de maíz
5. Coeficiente de aprovechamiento del N: 40 %
6. Coeficiente de aprovechamiento del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 30 %
7. Coeficiente de aprovechamiento del K<sub>2</sub>O: 50 %

#### Dosis para el Nitrógeno (N)

Primero determinó el N en (Kg/ha), disponible en el suelo donde se va a realizar la siembra, con los datos del análisis químico de suelo realizado. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula para ciclo corto:

$$\text{Para ciclo corto - N (kg/ha)} = \% \text{ de M.O.} \times 20 \text{ N} \\ \text{(kg/ha disponible)} = 50,2$$

Dosis a aplicar: **203,5 kg/ha de N**

### **Dosis para el Fósforo (P)**

Se determinó el  $P_2O_5$  disponible en el suelo en Kg /ha, con el factor  $P_2O_5$  (Kg/ha) =4,58 x P (ppm)

$P_2O_5$  (kg/ha disponible) = 77,86

Dosis a aplicar: **49,30 Kg/ha de P**

### **Dosis para el Potasio (K<sub>2</sub>O)**

Como en los cálculos anteriores, se determinó el  $K_2O$  disponible en el suelo en kg/ha.

$K_2O$  (kg/ha disponible) = 656,8 kg/ha

Dosis a aplicar: no es necesario aplicar porque existe suficiente disponibilidad de potasio en el suelo (D= -434,2)

### **b) Cultivo de la papa china.**

Las dosis utilizadas se correspondieron con las recomendaciones existentes para el cultivo por los proveedores de los distintos materiales.

## **2.2.3 Descripción de los experimentos de campo.**

### **a) Cultivo del maíz (2 localidades)**

#### **Experimento No.1**

**Ubicación:** Parcela de la Colonia Allishungo (Asociación Allishungo). Se localiza en la Parroquia "Teniente Hugo Ortiz", con acceso en el Km 14 Vía Puyo - Tena, la cual a su vez se encuentra dentro del cantón Pastaza. La unidad posee una superficie de 1 ha. Se encuentra ubicado a 17 km de la ciudad de Puyo a una altitud de 900 m.s.n.m., contando con pendientes entre el 10 y el 45 %.

**Objeto del experimento:** Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de abonos orgánicos, expresada en variables de crecimiento, rendimientos y calidad de la cosecha.

## **Experimento No. 2**

**Ubicación:** Unidad de Transferencia de Tecnologías Jatun Paccha / Universidad Estatal Amazónica. Se localiza en la Parroquia "10 de Agosto", la cual a su vez se encuentra dentro del cantón Pastaza. La unidad posee una superficie de 4 ha. Se encuentra ubicado a 13 km de la ciudad de Puyo a una altitud de 970 m.s.n.m., contando con pendientes entre el 2 y el 10 %.

**Objeto del experimento:** Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays L*) a la aplicación de abonos orgánicos expresada en el rendimiento y la calidad de la cosecha.

### **Tratamientos (ambos experimentos):**

Ambos experimentos contaron con los mismos tratamientos experimentales, manejos fitotécnicos y fueron plantados simultáneamente, con un ciclo de cultivo de 120 días comprendido entre el 17 de diciembre de 2008 al 20 de abril de 2009.

#### **Tratamientos:**

T1: Sin aplicación de abonos

T2: Aplicación de Urea + fertilizante foliar

T3: Aplicación de Bocashi

T4: Aplicación de Bioabono

El tratamiento T2 consistió en la aplicación de 20 g de urea por planta, a los 30 días haciéndose conjuntamente con una labor de aporque, más una aplicación del fertilizante foliar Kristalón a los 60 días con una dosis de 5 g/l.

El tratamiento T3 con el uso del Bocashi se realizó a razón de 100 g a la siembra y 200 g/planta a los 30 días haciéndose conjuntamente con el aporque.

El tratamiento T4 con el uso del Bioabono se realizó también a razón de 100 g a la siembra y 200 g/planta a los 30 días haciéndose conjuntamente con el aporque.

**Diseño del experimento:** Se utilizó un diseño de bloques al azar, donde se evaluaron cuatro tratamientos con tres réplicas (bloques).

Atendiendo a la configuración del terreno disponible, se procedió a la selección de un área de 21,4 x 12,8 m para establecer el experimento, donde cada parcela experimental fue de 4,60 x 3,60 m, lo que representa una superficie de 16,7 m<sup>2</sup> por parcela, en total en el ensayo son 12 parcelas, según se puede apreciar en la figura 2.6.

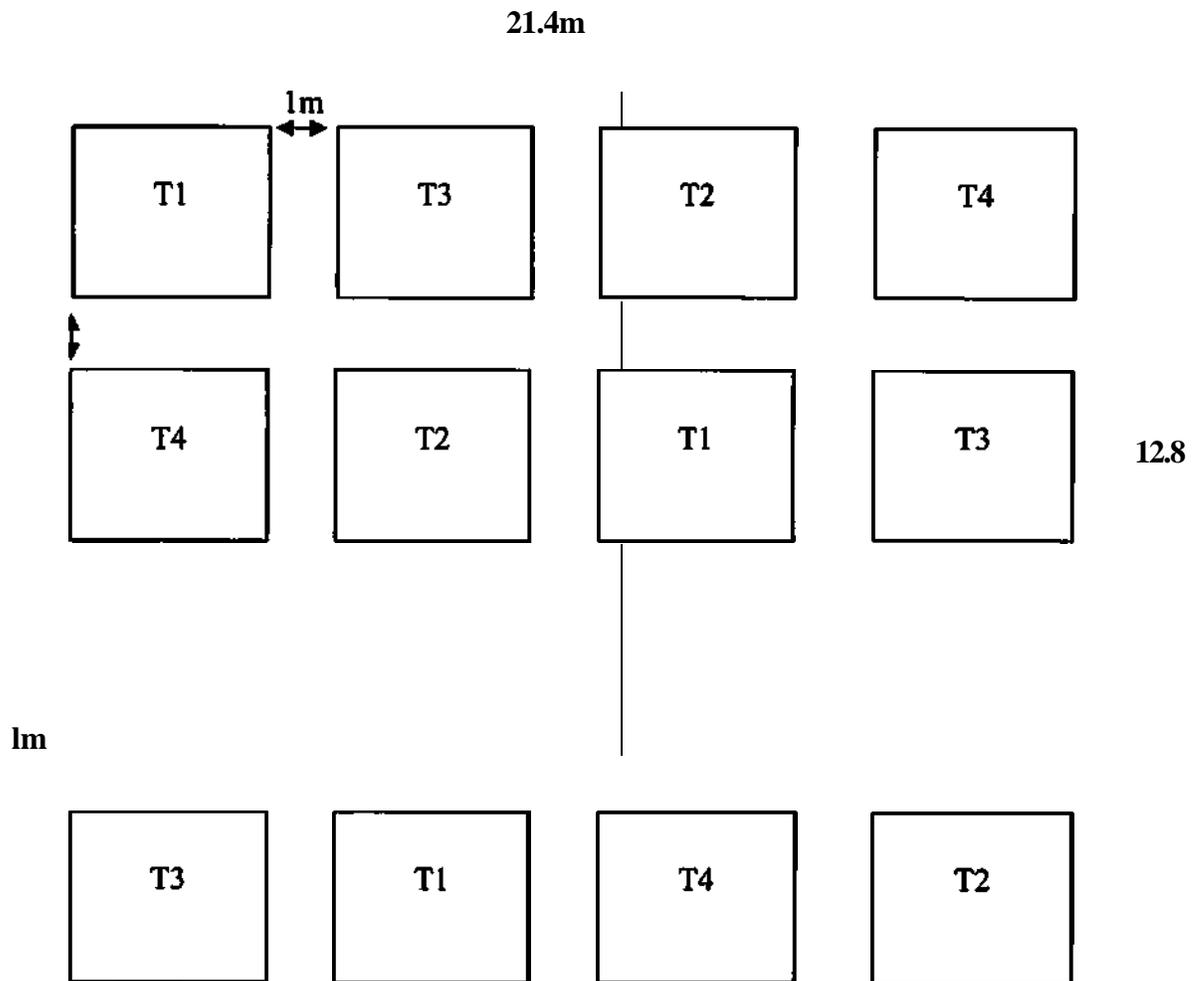


Figura 2.6 Diseño de los experimentos 1 y 2.

Las características del experimento se resumen como:

- Área total del ensayo: 274 m<sup>2</sup>
- Área útil del ensayo: 199 m<sup>2</sup>
- Área no útil del ensayo: 75 m<sup>2</sup>
- Área de una unidad experimental: 16,7 m<sup>2</sup>
- Número de tratamientos: 4
- Número de bloques: 3
- Número de unidades experimentales 12
- Distancia entre parcelas: 1 m
- Distancia entre bloques: 1 m

Número de surcos por parcela: 4  
Número

de semillas por hoyo: 3

Número de plantas por parcela: 44  
Distancia entre surcos: 0,9 m Distancia  
entre plantas: 0,40 m Número de plantas  
por bloque: 176 Número de plantas  
totales: 528

### **Variables:**

**En el experimento 1** se utilizaron las siguientes variables de respuesta: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de mazorcas por planta, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de mazorcas con grano comercial por tratamiento, peso de las mazorcas por tratamiento, rendimiento en kilogramos de grano de maíz por tratamiento y por hectárea.

**En el experimento 2** se utilizaron las siguientes variables: número de mazorcas por planta, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de mazorcas con grano comercial por tratamiento, peso de las mazorcas por tratamiento, rendimiento en kilogramos de grano de maíz por tratamiento y por hectárea.

#### **a) Variables de crecimiento vegetativo.**

Se evaluó a partir de los 30 días, la muestra fue de 18 plantas por cada tratamiento, evitando los efectos de borde, con una frecuencia quincenal hasta la cosecha, en las siguientes variables.

**Altura de la planta.** Se evaluó considerando la altura de la hoja más alta, mediante el uso de un flexómetro.

**Cantidad de hojas.** Se procedió a contar la cantidad de hojas por planta, a partir del primer mes hasta la cosecha.

**Diámetro del tallo.** Se midió mediante el empleo de un pie de rey o calibrador.

**Número de mazorcas.** Se empezó a contar a partir del apareamiento de las primeras mazorcas.

## b) Variables en cosecha

**Número de mazorcas por planta:** Se realizó el conteo, antes de la cosecha.

**Peso de las mazorcas por tratamiento:** Se procedió a pesar todas las mazorcas de cada tratamiento, en una balanza comercial.

**Longitud de la mazorca:** Se evaluó con el uso de un pie de rey, en todas las mazorcas por cada tratamiento.

**Diámetro de la mazorca:** Se evaluó con el uso de un pie de rey, en todas las mazorcas por cada tratamiento.

**Número de mazorcas con grano comercial por tratamiento:** Se procedió a seleccionar las mazorcas con grano comercial por cada tratamiento.

**Rendimiento en kilogramos de grano comercial de maíz por tratamiento:** Se procedió a desgranar y pesar el grano de las mazorcas comerciales de cada tratamiento.

**Rendimiento en kilogramos de grano comercial por hectárea:** Se calculó el rendimiento por unidad de superficie, conociendo el rendimiento por parcela neta en estudio.

### **Procedimiento estadístico.**

Se determinaron estadígrafos para evaluar las condiciones para la realización del Análisis de Varianza de clasificación doble considerando los bloques experimentales. Se procedió a realizar el ANOVA de un factor. Las medias se compararon siguiendo el Test de Rangos Múltiples de Duncan. Para el procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS, versión 15 para Microsoft Windows.

### **Establecimiento de los experimentos:**

#### **1) Cultivar.**

Variedad: **Criolla.**

La semilla de maíz se obtuvo a partir de la empleada en sus cultivos por la familia Valle Caiza, en la localidad Puerto Ñapo, provincia del Ñapo. La variedad es de grano amarillo y grueso, se caracteriza por una gran variabilidad en sus mazorcas, según se puede apreciar en la figura 2.7



Figura 2.7 Mazorcas de la variedad Criolla

## 2) Evaluación del porcentaje de germinación de la semilla.

Se realizó una prueba de germinación, para lo cual se seleccionó al azar 30 semillas de maíz y se colocaron en una caja pétri (figura 2.8), con papel filtro humedecido. A los cinco días se evaluó el % de germinación donde se contabilizó el número de semillas germinadas. Se determinó el % de germinación con la siguiente formula:

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Total de semillas}} \times 100$$

$$\% \text{ Germinación} = (29 / 30) \times 100 \%$$

**Germinación = 96,6 %**



El porcentaje de germinación en esta prueba fue de 97%, lo que significa que la semilla a utilizar es buena y garantiza una buena emergencia en el campo.

Figura 2.8 Prueba de germinación.

## 3) Selección de la semilla.

Se seleccionó para semilla los granos intermedios de la mazorca, descartándose tanto los granos de la base como del ápice de la mazorca.

Las semillas fueron colocadas en fundas transparentes de una libra, con una masa de 52 g promedio por cada una, donde se colocaron 132 semillas por funda, en total se colocó en 12 fundas como se muestra en la figura 2.9.



Figura 2.9 Preparación de la semilla para la siembra

#### 4) Siembra del maíz en las parcelas experimentales

Se procedió a calcular la cantidad de semilla a utilizar por cada unidad experimental, en cada parcela se utilizó 132 semillas, en todo el ensayo en las doce unidades experimentales se utilizaron 1584 semillas.

La siembra se realizó por espeque, se sembró a una distancia de 0,90 x 0,40 m. (figura 2.10)



Figura 2.10 Siembra del maíz. 5)

#### **Emergencia de las plantas.**

Para determinar este indicador se contabilizó el total de plantas emergidas por golpe (figura 2.11) o por hoyo, considerando desde una planta por hoyo, por cada unidad experimental.



Figura 2.11 Conteo de hoyos con plantas emergidas de maíz

## 6) Aplicación de los tratamientos.

La aplicación de los distintos tratamientos se realizó a la siembra y a los 30 días de la siembra, correspondiendo a la labor de aporque (figura 2.12)

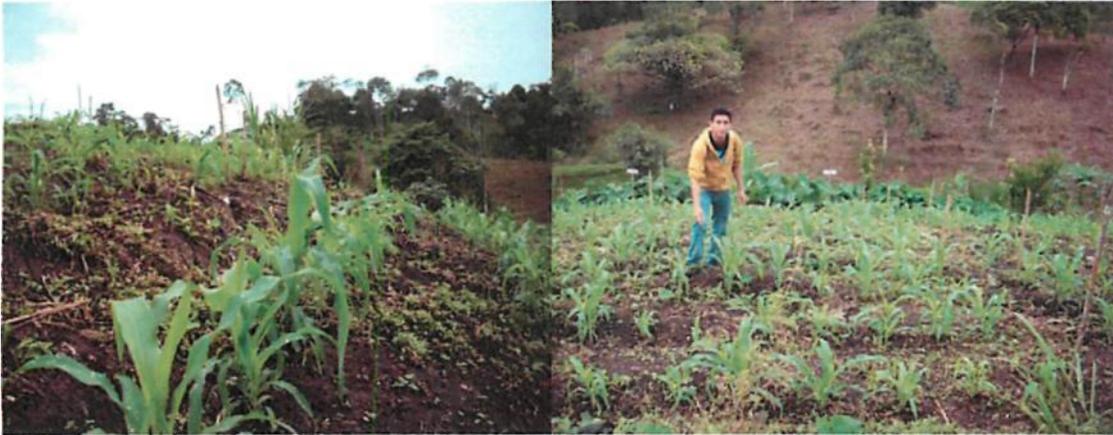


Figura 2.12. Aplicación de los tratamientos a los 30 días de la siembra

### b) Cultivo de la papa china.

#### **Experimento No. 3**

Ubicación: Parcela de la Colonia Allishungo (Asociación Allishungo). Se localiza en la Parroquia "Teniente Hugo Ortiz", con acceso en el Km 14 Vía Puyo - Tena, la cual a su vez se encuentra dentro del cantón Pastaza. La unidad posee una superficie de 1 ha. Se encuentra ubicado a 17 km de la ciudad de Puyo a una altitud de 900 m.s.n.m., contando con pendientes entre el 10 y el 45 %.

**Objeto del experimento:** Respuesta del cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) a la aplicación de abonos orgánicos, expresada en variables de crecimiento, rendimientos y calidad de la cosecha.

#### **Tratamientos:**

T0: Sin la aplicación de abonos

T1: Aplicación de Bioabono + Fertilizante Foliar BM-86 / 30 t/ha+75ml/10l

T2: Aplicación de Bocashí (1,5 kg/planta)/ 30 t/ha

T3: Aplicación de Bioabono (1,5 kg/planta) / 30 t/ha

T4: Pollinaza ( 4 kg/planta) / 80 t/ha

**Diseño del experimento:** Se utilizó un diseño de bloques al azar, donde se evaluaron cinco tratamientos con tres réplicas (bloques), según se muestra en la figura 2.13.

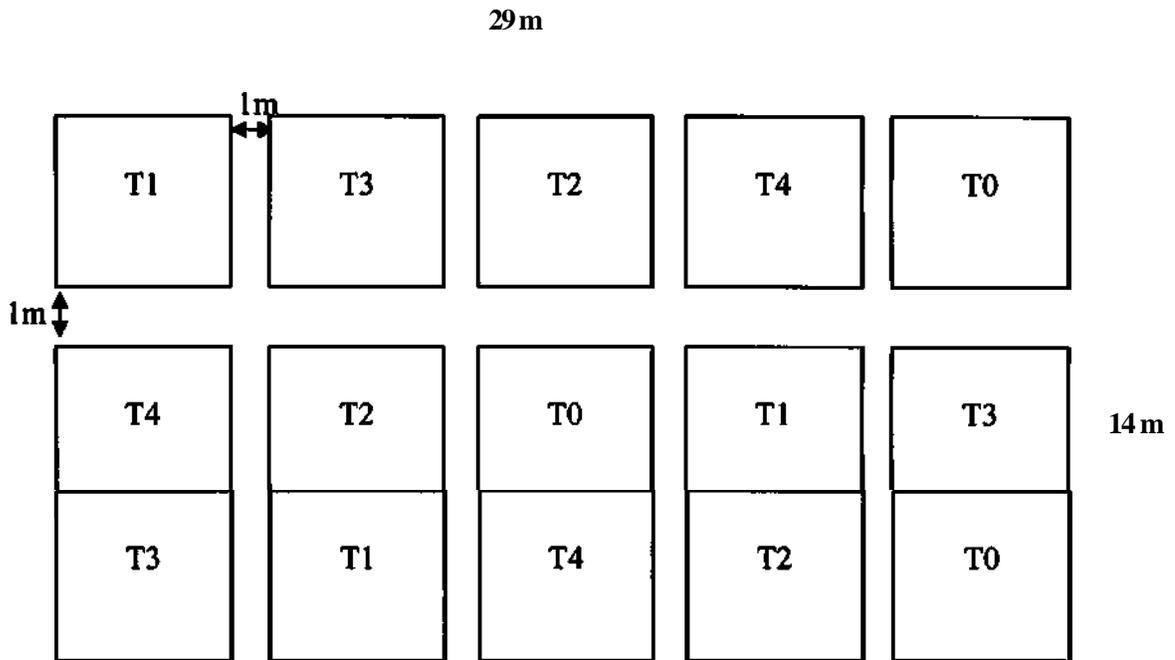


Figura 2.13 Diseño del experimento 3.

Las características del experimento se resumen como:

Número de unidades experimentales	15
Área de la unidad experimental (m <sup>2</sup> )	20
Distancia entre bloques (m)	1
Distancia entre parcelas (m)	1
Efectos de borde (m)	1
Área total del ensayo (m <sup>2</sup> )	0,50-1
Área útil del ensayo (m <sup>2</sup> )	406
Área de parcela neta (m <sup>2</sup> )	300
	9

**Variables:**

En el **experimento 3** se utilizaron las siguientes variables de respuesta: número de hojas, altura de la planta, diámetro del tallo, número de hijos o brotes, área foliar,

biomasa seca, peso de los cormelos comerciales por planta, peso de los cormelos comerciales por tratamiento, rendimiento de comerlos comerciales por cada tratamiento/hectárea, análisis económico por cada tratamiento.

#### a) Variables de crecimiento vegetativo.

**Número de hojas.-** Se procedió a tomar los datos de 18 plantas de cada unidad experimental, se tomó esta muestra para evitar el efecto de borde. Se evaluó este parámetro desde el primer mes hasta la cosecha.

**Altura de la planta.-** Se evaluó al igual que el parámetro anterior, considerando la *altura* de la hoja más alta, mediante el uso de un Flexómetro.

**Diámetro del tallo.-** Este parámetro se evaluó los dos primeros meses, mediante el empleo de un pie de rey o calibrador.

**Área foliar.-** Se evaluó desde el primer mes, considerando el largo por el ancho de la hoja mas alta, multiplicado por el índice foliar que se determinará por el método de los discos.

**Número de hijos o brotes.-** se empezó a evaluar a partir del tercer mes, por que ya se evidenciaba la presencia de los brotes.

**Biomasa seca.-**Se procedió a seleccionar al azar tres hojas de cada tratamiento, seleccionando la tercera hoja de la planta, las cuales fueron llevados a una estufa. Por un método químico, se procedió a tomar una muestra de cada tratamiento y bloque. Estas muestras permanecieron en la estufa durante 6 horas a una temperatura de 110 °C. Se Determinó la Biomasa seca con la siguiente formula.

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

A partir de distintos procedimientos se determinaron índices fisiológicos del crecimiento de las plantas (Torres, 2008), entre ellos:

- índice de Área Foliar (IAF) =  $AF / AP$   
AF: Área Foliar por plantas ( $\text{cm}^2$ ) AP:  
Área de proyección ( $\text{cm}^2$ )
- Tasa de Asimilación Neta (TAN) =  $(W_2 - W_1) / (A_2 - A_1) \cdot (\ln A_2 - \ln A_0 / (t_2 - t_1)) =$   
 $\text{g/cm}^2/\text{día}$   
W: Masa seca (g) A: Área Foliar ( $\text{cm}^2$ ) Ln: Logaritmo natural t: tiempo en días

## **b) Variables en cosecha**

**Masa total de cormelos por planta.-** Se procedió a pesar todos los cormelos de la planta.

**Masa de los cormelos comerciales por planta.-** Se procedió a pesar todos los cormelos comerciales por cada planta.

**Masa de los cormelos comerciales por tratamiento.** Se peso todos los cormelos comerciales por cada tratamiento.

**Rendimiento agrícola por hectárea.-** Se calculó el rendimiento por unidad de superficie, conociendo el rendimiento por parcela neta en estudio.

**Rendimiento de cormelos comerciales por hectárea.-** Se calculó el rendimiento por unidad de superficie, conociendo el rendimiento por parcela neta en estudio.

**Análisis económico.-** Se realizó los costos de producción por cada tratamiento.

## **c) Procedimiento estadístico.**

Se determinaron estadígrafos para evaluar las condiciones para la realización del Análisis de Varianza de clasificación doble considerando los bloques experimentales. Se procedió a realizar el ANOVA de un factor. Las medias se compararon siguiendo el Test de Rangos Múltiples de Duncan. Para el procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS, versión 15 para Microsoft Windows.

### **Establecimiento del experimento:**

#### **1) Cultivar.**

Clon: Blanca.

#### **2) Preparación del área.**

En los dos primeros días del mes de Noviembre del 2008 se realizó la limpieza y surcado del terreno de forma manual con machete y azadón. Se realizó el trazado del experimento, ubicando las hileras de plantas (surcos) en curvas a contorno de forma transversal a la pendiente. Los surcos forman terrazas en contornos, lo cual es recomendable como medida de conservación de suelos en terrenos en pendiente como es el caso del área del experimento (Figura 2.14).



Figura 2.14. Preparación y plantación en curvas de contorno

### 3) Material de plantación.

Se seleccionaron las plantas para semilla atendiendo al vigor. El material de plantación empleado fueron los cormos principales seccionados de entre plantas vigorosas, según se muestra en la figura 2.15. Se cortan los pecíolos y el cormo en su mitad, dejando un propágulo con yemas capaces de dar continuidad al crecimiento vegetativo y la formación del sistema de raíces de la planta.



Figura 2.15 Características del material de plantación

### 4) Plantación, abonado y labores iniciales.

El día miércoles 5 de noviembre se realizó la plantación y aplicación de los diferentes abonos en cada parcela experimental de forma manual seguida del tapado del abono con una pequeña cantidad de tierra suelta. En el cultivo a los 15 días de la siembra se realizó el primer control de malezas de forma manual, posteriormente a los dos meses se realizó el segundo control de malezas y el aporque en todas las 15 unidades experimentales.

# ral

## RESULTADOS Y DISCUSI*m*

### 3.1 Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mayz L.*) a la aplicación de abonos orgánicos.

#### 3.1.1 Crecimiento y desarrollo.

La figura 3.1 muestra la curva de crecimiento de la planta durante su ciclo de vida expresada por su altura en centímetros. El gran período de crecimiento vegetativo se manifestó en todos los tratamientos realizados entre los 30 y los 75 días, en las condiciones del experimento 1, en la colonia Allishungo.

Para la altura de las plantas solamente existieron diferencias significativas entre los tratamientos, a los 60 y los 75 días posteriores a la siembra (tabla 3.1). En ambos momentos el tratamiento con los fertilizantes químicos Urea y Kristalón presentó una altura media superior a los demás tratamientos, evidenciándose una respuesta temporal del tratamiento en este aspecto del crecimiento vegetativo.

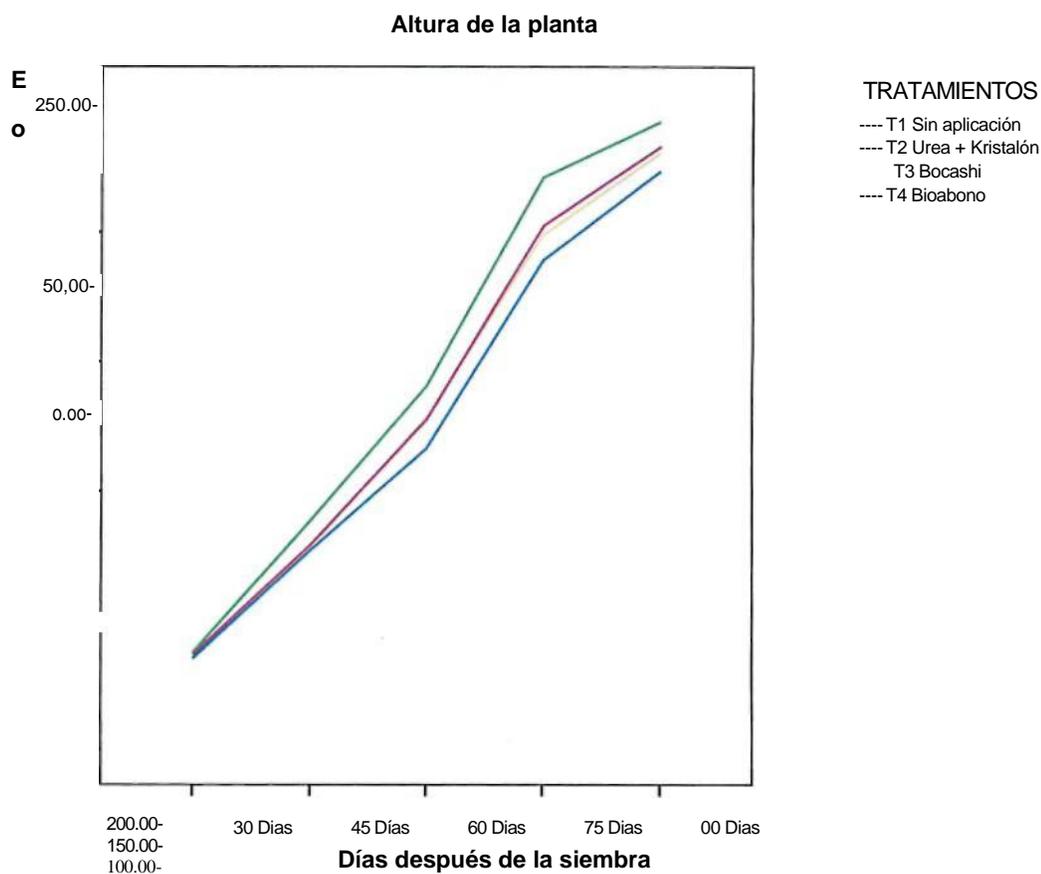


Tabla 3.1 Altura de las plantas de maíz (cm).

Tratamiento	Días de la siembra				
	30	45	60	75	90
T1	35,24	77,02	116,37 c	i8y,n c	223,37
T2	37,56	88,46	140,39 a	221,02 a	242,43
T3	36,91	78,33	128,48 b	198,80 b	230,49
T4	36,72	79,07	127,63 b	202,41 b	232,92
X	36,61	80,72	128,22	202,83	232,30
ES	11,12	25,32	37,18	52,07	50,14
P	0,702	0,078	0,012 *	0,015*	0,265
CV	30,37	31,36	29,00	25,67	21,58

Letras iguales no difieren estadísticamente para el 5 % de probabilidad del error

La duración del área foliar expresada indirectamente por la cantidad de hojas activas, comenzó a declinar en todos los tratamientos sin diferencias estadísticas significativas entre ellos a partir de los 75 días, según se puede apreciar en la figura 3.2. A los 120 días de la siembra el tratamiento con la aplicación de Bocashi presentó una cantidad de hojas activas superior que la aplicación de Bioabono y la aplicación de Urea y Kristalón, pero ninguno de los tratamientos presentó diferencias con el tratamiento sin aplicaciones (Tabla 3.2), por lo que se puede comprobar que no existe una respuesta de las aplicaciones de los abonos y los fertilizantes químicos para las condiciones de la experiencia en la colonia Allishungo.

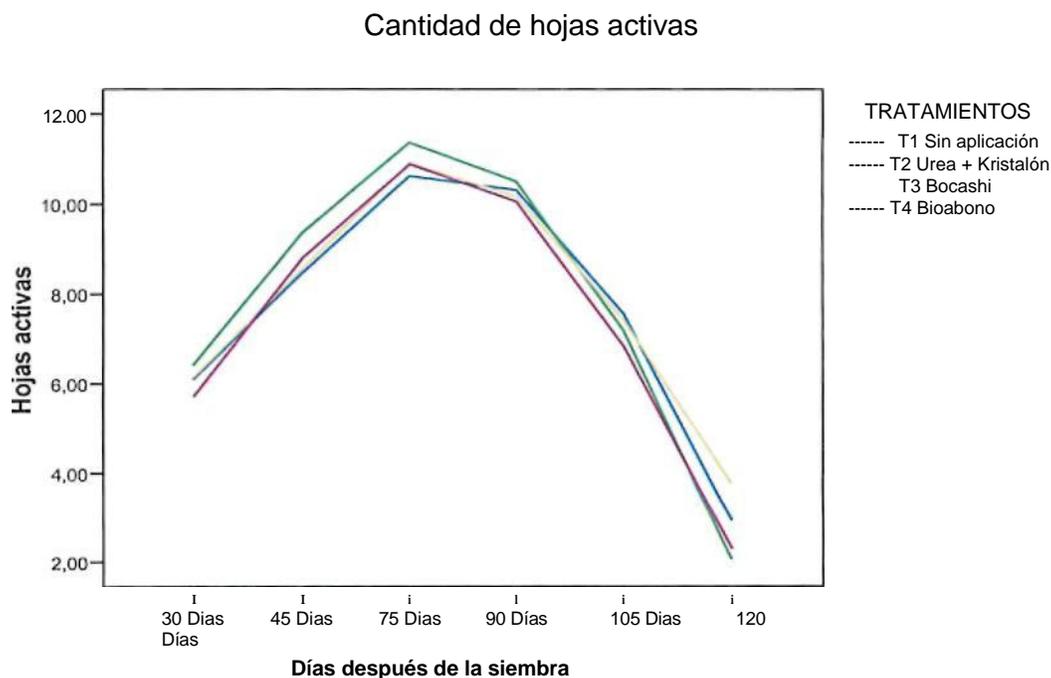


Figura 3.2 Declinación del área foliar

**Tabla 3.2 Cantidad de hojas activas por tratamiento.**

Tratamiento	Días de a siembra					
	30	45	75	90	105	120
T1	6,09 ab	8,46	10,61	10,29	7,55	2,92 ab
T2	6,41 a	9,35	11,35	10,49	7,18	2,04b
T3	6,13 ab	8,56	10,91	10,16	7,41	3,76 a
T4	5,70 b	8,80	10,87	10,04	6,82	2,27 b
X	6,08	8,79	10,94	10,25	7,24	2,75
ES	1,22	1,85	1,87	1,59	2,22	2,77
P	0,021 *	0,055	0,193	0,499	0,328	0,003 **

**Letras iguales no difieren estadísticamente para el 5 % de probabilidad del error**

En los resultados del procesamiento de los datos de la variable diámetro del tallo, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que no se encuentra una respuesta de la aplicación de abonos, respecto al testigo sin aplicación.

Para el caso de la altura de las plantas, el análisis de varianza de clasificación doble, comparando los efectos principales y estudiando las posibles interacciones, se obtuvo como resultado que existe un efecto de los tratamientos y los bloques sobre la altura de las plantas, sin interacciones. Esto se atribuye a las condiciones de suelos diferentes a un nivel de franja en el sentido de la pendiente, lo cual se correspondió con los bloques I al III en el sentido de la ladera. Las plantas del bloque III presentaron una altura significativamente mayor que las del II y el I. Esto se pudo apreciar en las mediciones correspondientes a los 60 y los 75 días. A los 90 y los 105 días se pierden las diferencias estadísticas entre los tratamientos pero se mantienen las diferencias entre los bloques.

La variable altura de la planta presenta coeficientes de variación relativamente altos para una variedad comercial en el cultivo del maíz (Tabla 3.1), pero precisamente esta variabilidad puede atribuirse a factores genéticos del cultivar empleado en el ensayo, lo cual coincide con la gran variabilidad de las características de las mazorcas empleadas para los granos de semilla en el experimento, así como a las diferencias probables de suelos entre los bloques experimentales.

A pesar de las desventajas que esta variabilidad puede representar para una variedad con relación a la fitotecnia del cultivo. Bergvinson et al. (2007), señalan el valor de las variedades locales, los maíces criollos locales, que han sido desarrollados durante varias generaciones, siguen siendo los más apropiados, por su adaptación y sus características de producción y consumo.

Las consecuencias de la pérdida de diversidad genética en cultivos requieren una discusión más amplia. Esto es la vulnerabilidad genética, o a la susceptibilidad del reducido "pool" genético de las plantas y animales por el ataque de plagas o enfermedades, o las pérdidas causadas por cambios extremos en el ambiente. El problema básico es que cuando en un área amplia el cultivo es genéticamente uniforme, se mantiene las condiciones ideales para el crecimiento explosivo de la población de una plaga o enfermedad (Gliessman, 2002).

En las condiciones de la experiencia, se determinó que a los 75 días de la siembra el 76,39 % de las plantas se encontró en fase de emisión de la inflorescencia masculina y el 53,24 % de las plantas emitiendo la inflorescencia femenina, lo cual a pesar de que no se reportan los porcentajes, coincide con lo reportado por el INIAP, según cita el ECORAE (2001), para la variedad Tusilla que enmarca los 75 días como fecha de floración. Aunque para las condiciones del Ñapo, se refiere un nuevo cultivar liberado por el INIAP (INIAP -526), que florece más rápido, a unos 69 días de la siembra.

Otros materiales obtenidos, presentan incluso ciclos más cortos para las condiciones del litoral. El híbrido H-553, con excelente comportamiento productivo en los diversos nichos ecológicos que caracterizan al trópico ecuatoriano; tiene una altura de planta de 235 cm, y una altura de mazorca de 121 cm. Registra 55 días a la floración, tiene buena mazorca al superar los 17 cm de longitud, resistencia a la pudrición de mazorca, y un tiempo de 115 días para la cosecha (INIAP, 2009).

La cosecha del maíz para grano se realizó a los 120 días después de la siembra, lo cual coincide con la recomendación del INIAP de realizarla cuando la planta haya cumplido su madurez fisiológica y tenga por lo menos 110 días de edad (INIAP, 1999) citado por SICA (2001).

### **3.1.2 Rendimientos y sus componentes.**

Tanto para las localidades de Jatun Paccha y Allishungo, no se encontró respuesta a los componentes del rendimiento cantidad de mazorcas por planta, cantidad total de mazorcas y su masa por parcela, tampoco para la cantidad de mazorcas comerciales y su masa por parcela (figuras 3.3 - 3.7).

La longitud de las mazorcas mostró diferencias significativas entre los tratamientos, en la localidad de Jatun paccha, encontrándose que las mazorcas del tratamiento con Urea +

Kristalón superaron en largo a las del tratamiento sin aplicación, siendo esta la única respuesta encontrada entre los componentes del rendimiento evaluados (figura 3.8). El diámetro de la mazorca fue similar estadísticamente en todos los tratamientos (figura 3.9). La longitud de las mazorcas fue diferente entre las dos localidades. En la localidad de Allishungo las mazorcas llegaron a obtener valores entre los 14,19 y 16,35 cm y en Jatun Paccha entre los 11,05 y 13,56 cm (figura 3.8).

El rendimiento en granos por parcela y su expresión por hectárea no presentaron diferencias estadísticas en ninguno de los dos experimentos 1 y 2, pero si mostraron diferencias significativas entre las dos localidades, lo cual puede atribuirse a sus condiciones de agroproductividad del suelo y climáticas diferentes, según se muestra en las figuras 3.10 y 3.11

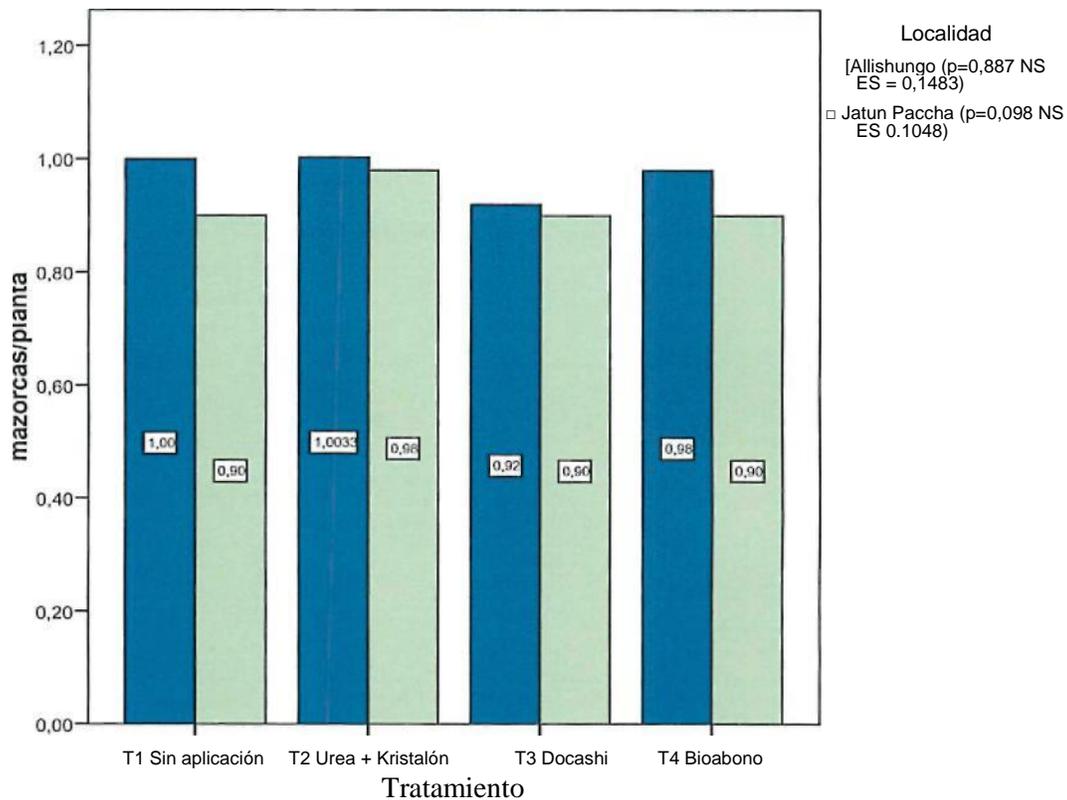


Figura 3.3 Cantidad de mazorcas por planta

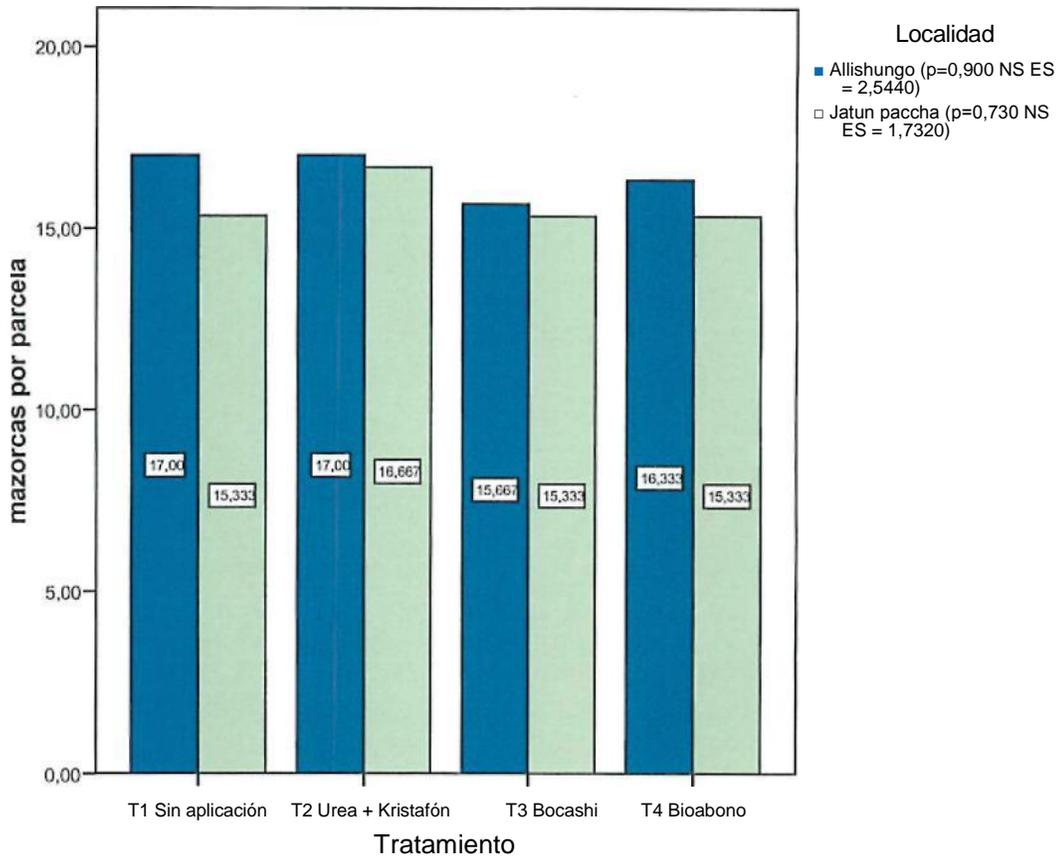


Figura 3.4 Cantidad de mazorcas por parcela

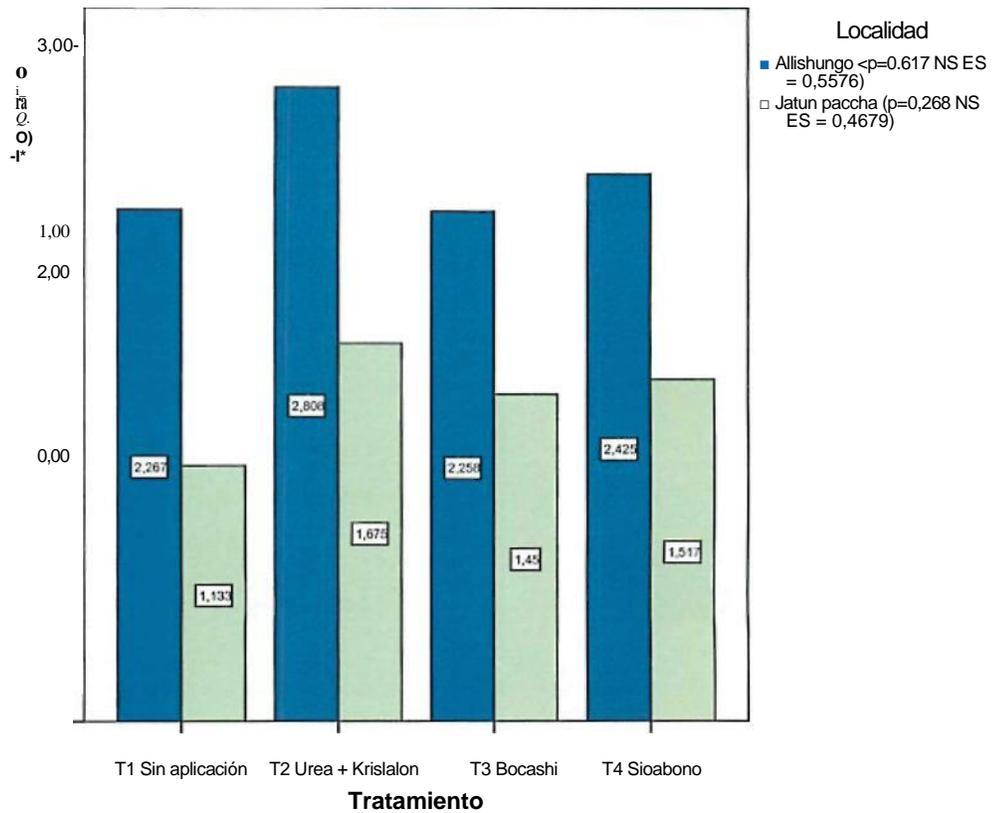


Figura 3.5 Masa total de mazorcas por parcela.

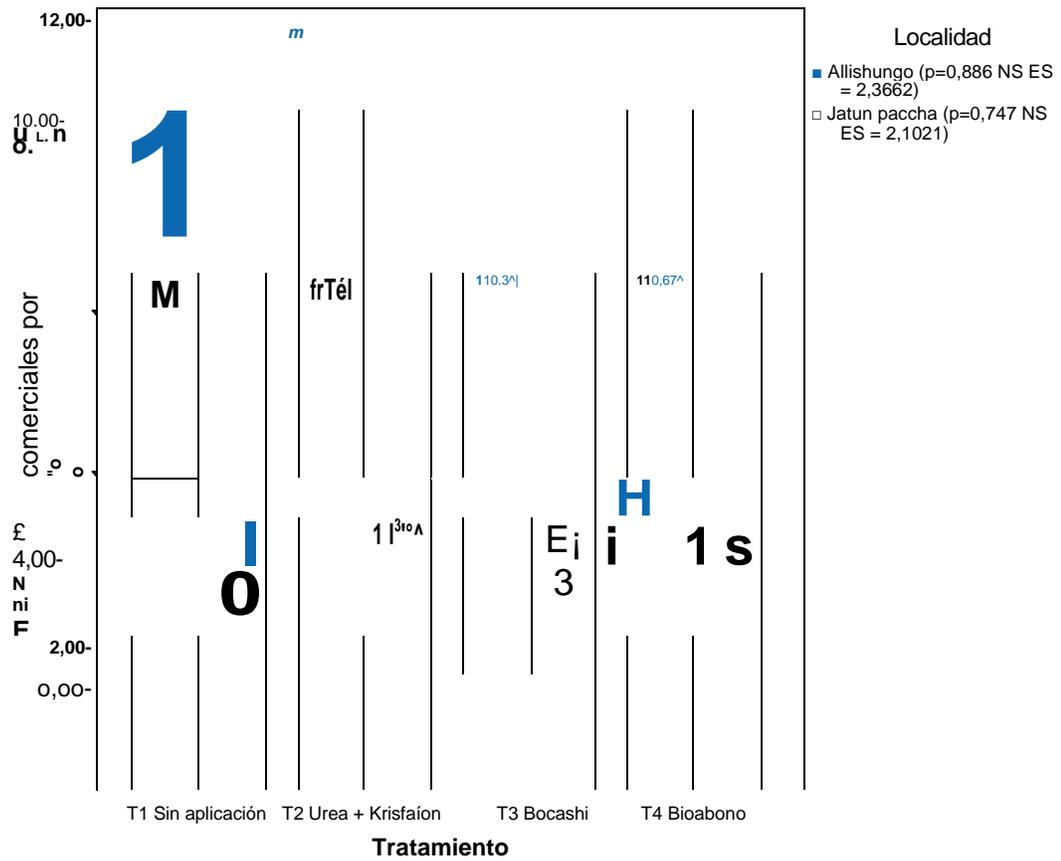


Figura 3.6 Cantidad de mazorcas comerciales por parcela

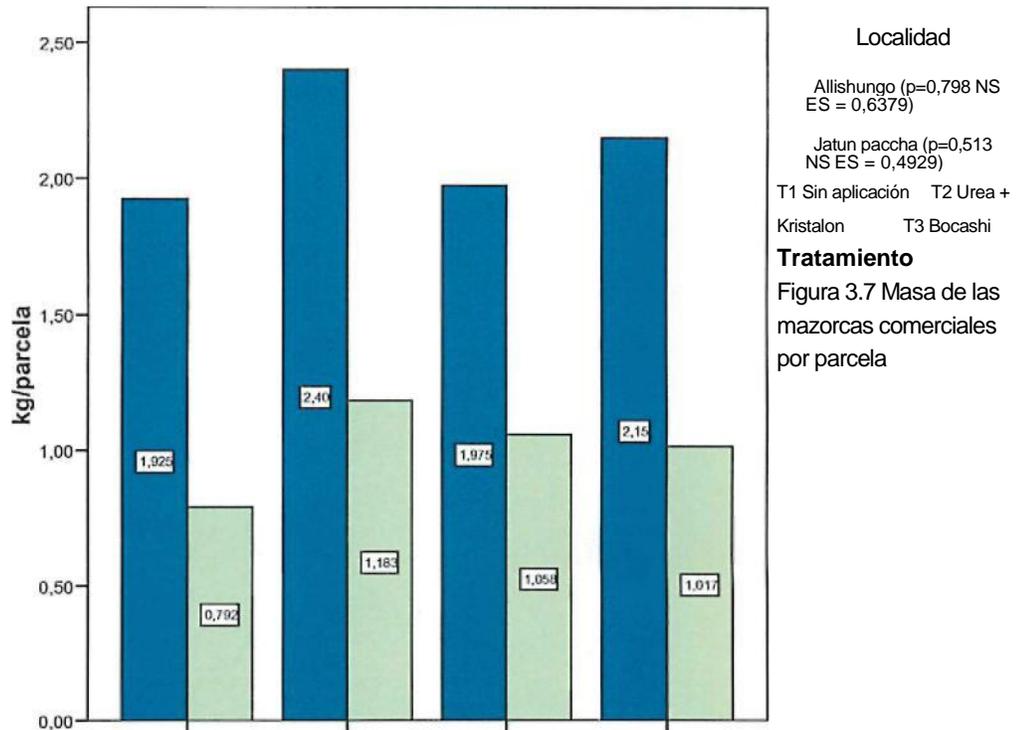


Figura 3.7 Masa de las mazorcas comerciales por parcela

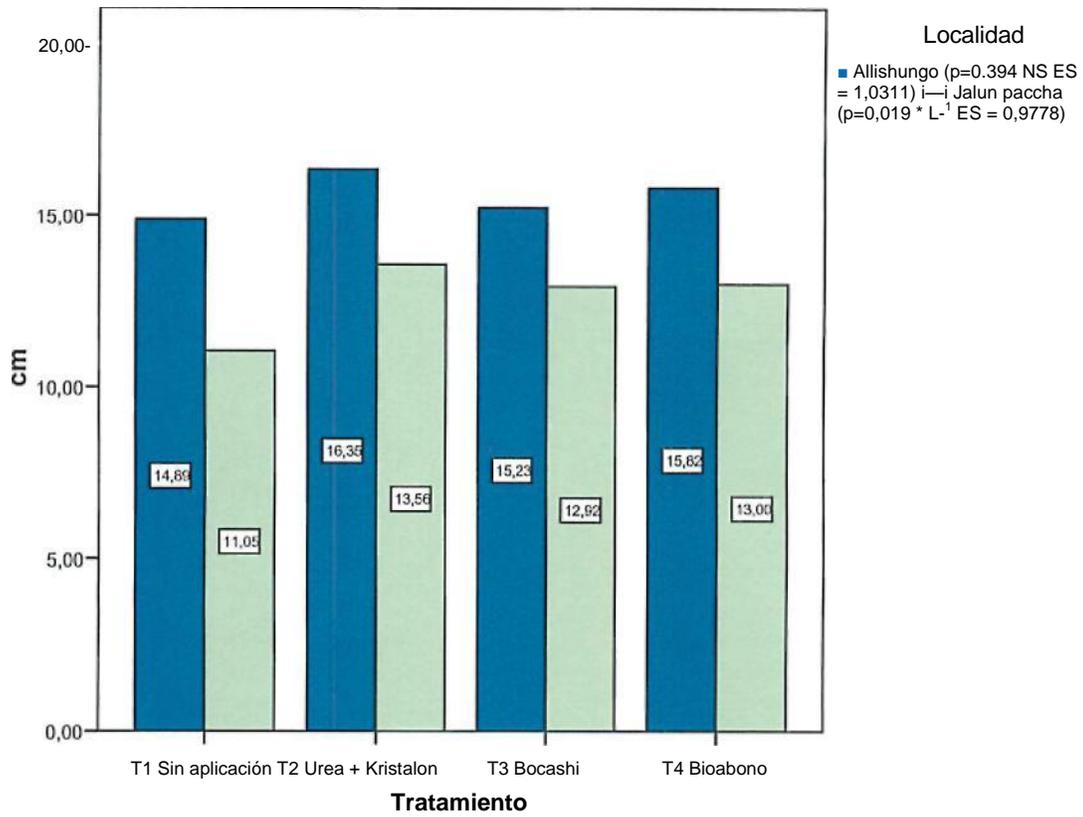


Figura 3.8 Longitud de las mazorcas

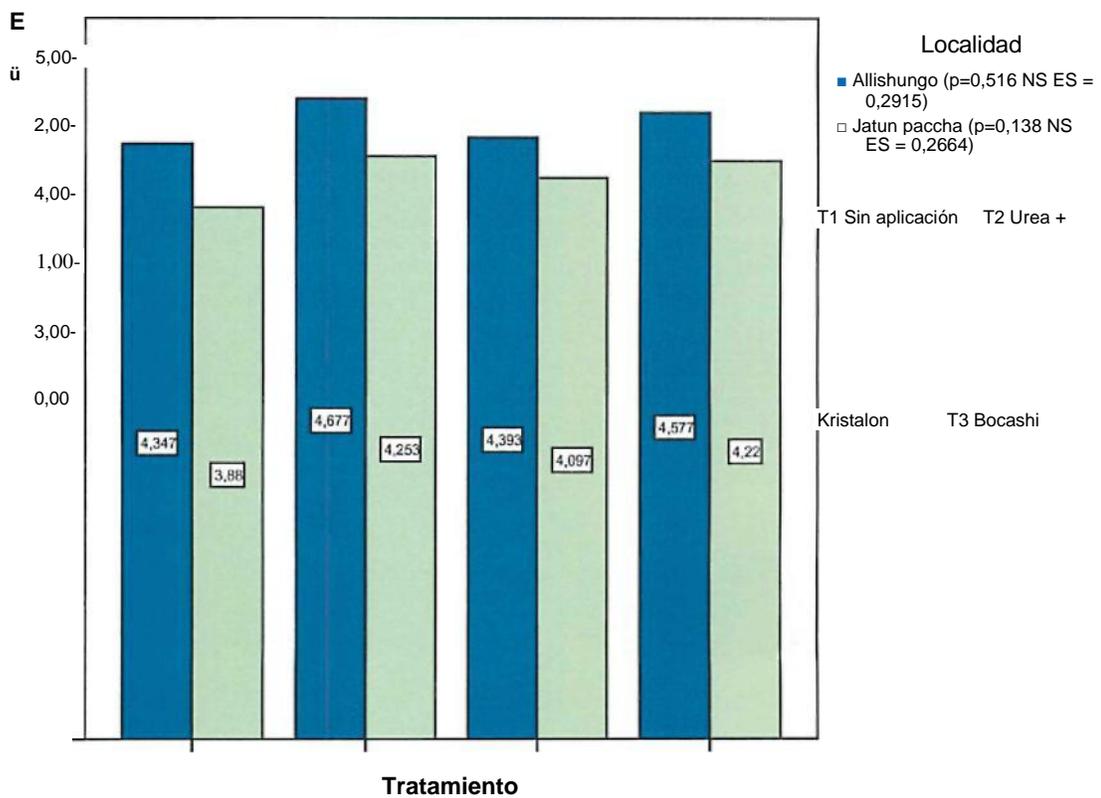


Figura 3.9 Diámetro de las mazorcas

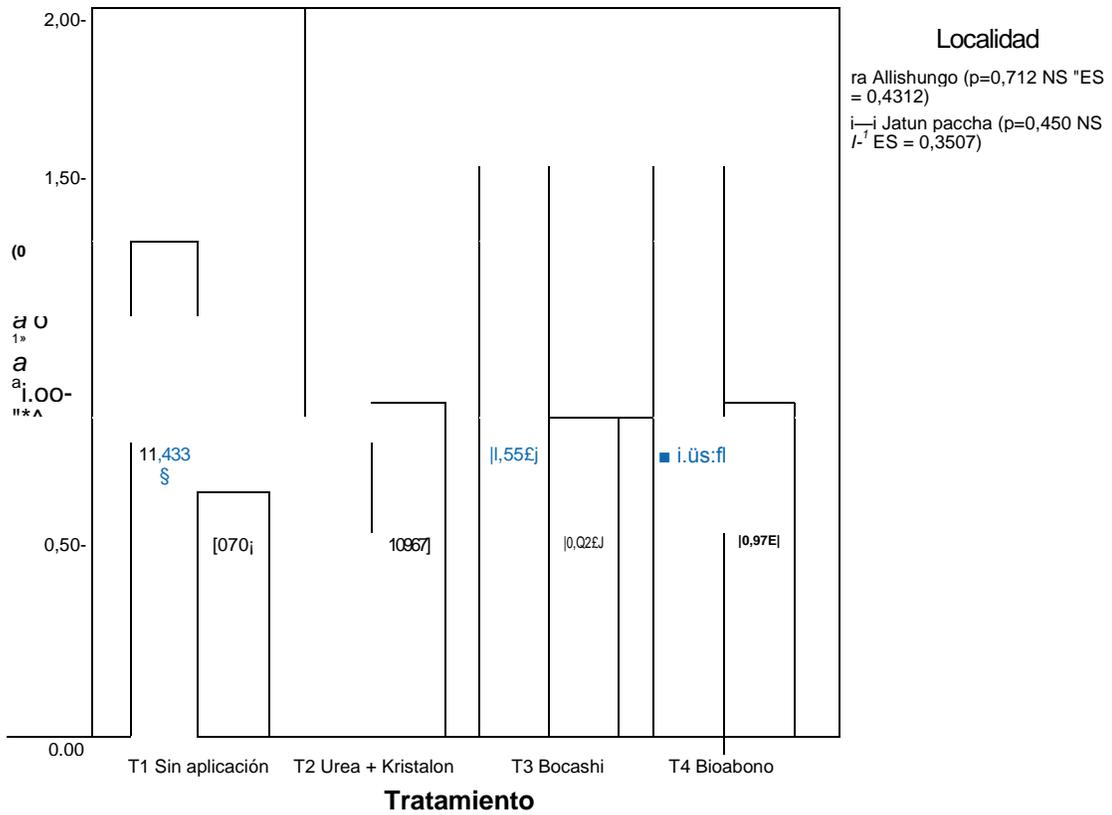


Figura 3.10 Rendimiento de maíz en granos

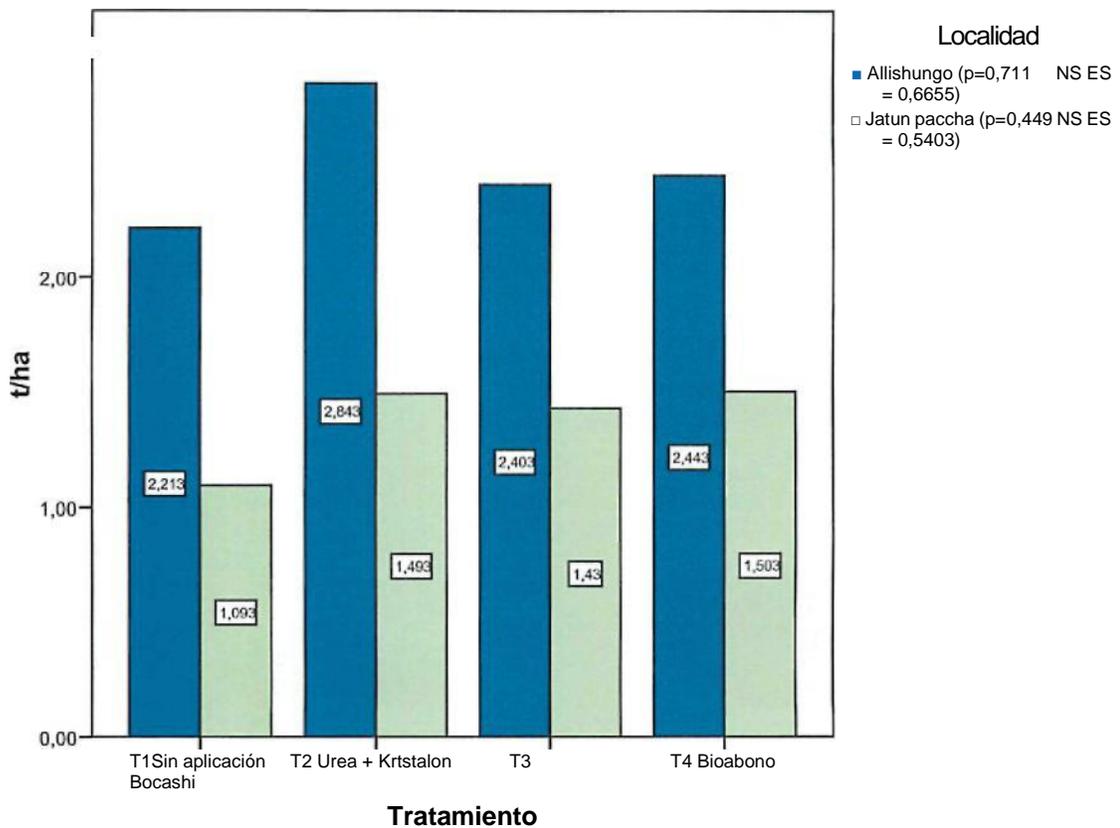


Figura 3.11 Rendimiento t/ha

Según se puede apreciar en las condiciones de la experiencia no se aprecia una respuesta del cultivo a las aplicaciones de los abonos y fertilizante químico para los componentes del rendimiento y su expresión en t/ha.

Los resultados de este tipo de experimentos son muy controvertidos, pues en ocasiones no se aprecian respuestas debido a la incidencia de otros factores edafoclimáticos y de la fitotecnia del cultivo. Se han reportado situaciones similares en experimentos de campo que están en dependencia del nutriente del que se trate, por ejemplo, Galeana *et al* (2000) encontraron respuesta significativa a la aplicación de nitrógeno sin fósforo, de 2.39 con 0 kg N/ ha a 3.06 t/ha con 120 kg N/ ha, en los rendimientos medios totales por efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada, sin embargo con la aplicación de fósforo hubo un ligero incremento de rendimiento de 2.791 t/ha sin P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 2.91 t /ha con 80 kg/ ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> cuya diferencia no fue significativa estadísticamente.

Por otro lado en pruebas de campo comparando la fertilización tradicional con la fertilización balanceada en una localidad de Jalisco (México), mostraron un incremento en las utilidades generadas cuando se utilizó más K, Mg y S. La fertilización tradicional consistió en 220 kg/ha de N, 69 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 kg/ha de K<sub>2</sub>O, con lo cual obtuvieron un rendimiento de grano de 8500 kg/ha. Mientras que la fertilización Balanceada consistió en: 239 kg/ha de N, 69 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 92 kg/ha de K<sub>2</sub>O, 22 kg/ha de Mg y 44 kg/ha de S, con la cual el rendimiento fue de 12 500 kg/ha de grano de maíz. En otras pruebas, en localidades de agricultura de temporal del Sur de México, en donde predominan los suelos ácidos y arenosos, los rendimientos sin fertilización balanceada normalmente fluctúan entre 800 kg y 1500 kg por hectárea de grano. Adiciones de cal agrícola dos meses antes de la siembra y una fertilización balanceada con K, Mg y S aplicada a la siembra o en la primera escarda, logró incrementar los rendimientos hasta en 4 000 kg/ha (International Plant Nutrition Institute, 2008).

Los rendimientos obtenidos en la experiencia se encuentran entre 2,2 y 2,8 t/ha para la localidad de Allishungo, lo cual está por encima de la media nacional que es de 2,07 t/ha. La media nacional es mayor que lo que alcanza Colombia (1,5 t/ha), pero mucho menor respecto a otros países: EE.UU. 8,0 t/ha; Argentina 4,5 t/ha; Brasil 2,4 t/ha y México 2,2 t/ha, según estadísticas de la USDA (CONSEJO CONSULTIVO DE MAÍZ Y AVICULTURA, 2003) citado por SICA (2003).

El rendimiento promedio de maíz duro, en tres provincias de la costa ecuatoriana (Guayas, Los Ríos y Manabí) fue de 2, 37 t/ha (51 qq /ha), según se expresa por el Consejo Consultivo del Maíz, citado por SICA (2004).

En las condiciones de la Estación Experimental Ñapo del INIAP, se han obtenido rendimientos de 1, 57 t/ha (35 qq/ha) en la variedad mejorada INIAP-526 y un rendimiento de 1, 15 t/ha (25 qq/ha) en la variedad criolla (Tusilla), pero los rendimientos promedios obtenidos en la Región Amazónica con las variedades INIAP-526 son de 45 quintales/ha (ECORAE, 2001).

### **3.2 Respuesta del cultivo de la papa china a la aplicación de abonos orgánicos.**

#### **3.2.1 Crecimiento y desarrollo.**

El crecimiento en altura de las plantas mostró un período de crecimiento inicial acelerado con los tratamientos con aplicación de distintas alternativas de abonos orgánicos, los primeros 90 días, disminuyendo el ritmo a partir de esa fecha y hasta los 150 días después de la plantación (figura 3.12).

En este aspecto se pueden apreciar las diferencias que se presentaron de todas las alternativas con el tratamiento sin aplicación, lo cual fue comprobado estadísticamente.

La cantidad de hojas por planta tuvo algunas fluctuaciones debidas a la emisión foliar y muerte de las hojas en la parte baja del plantón probablemente atendiendo al autosombreo que se fue presentando a medida en que se incrementó su área foliar, existieron diferencias significativas de las variantes con aplicación con respecto a la variante sin aplicación, lo que se demuestra en las curvas de la figura 3.13.

Coincidiendo con la altura de las plantas, la emisión foliar fue acelerada en los primeros 90 días después de la plantación, en los tratamientos con aplicación de los abonos orgánicos.

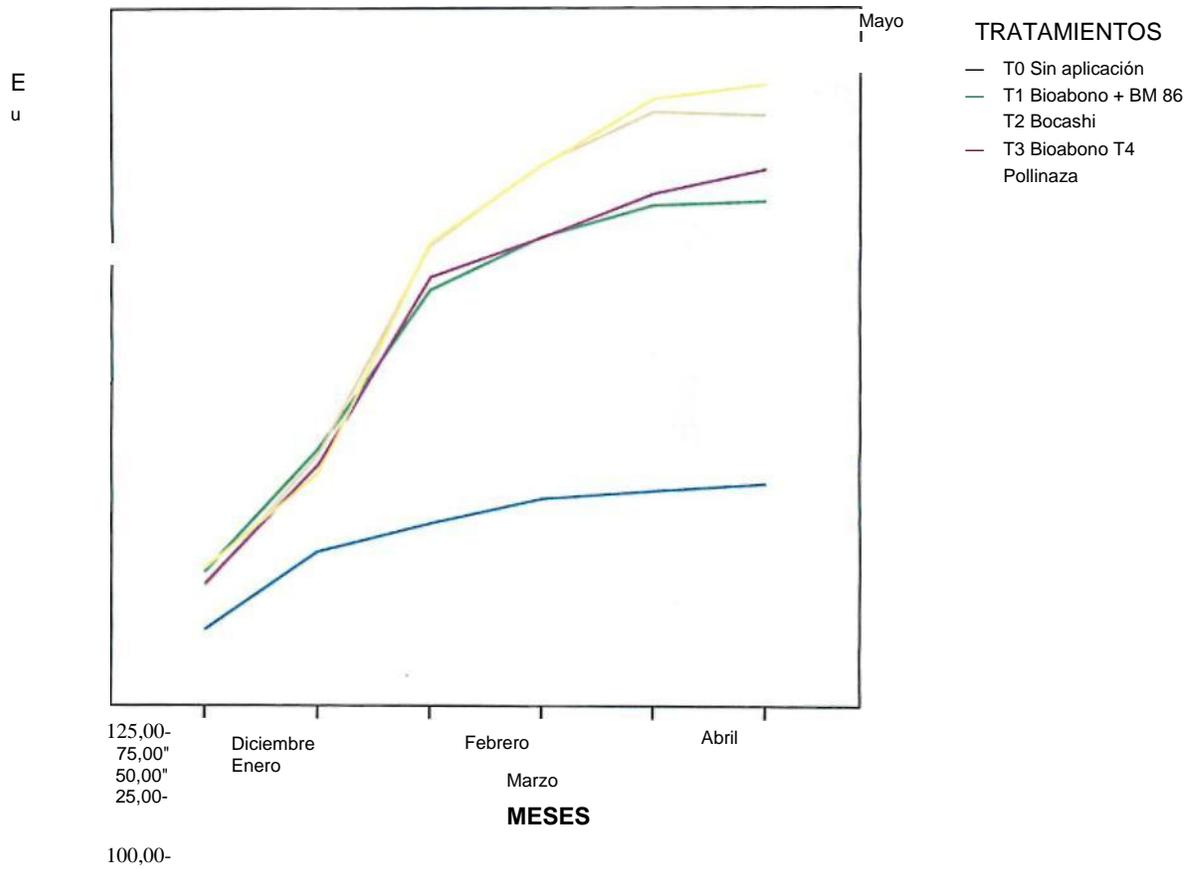


Figura 3.12 Curva de crecimiento  
Papa China

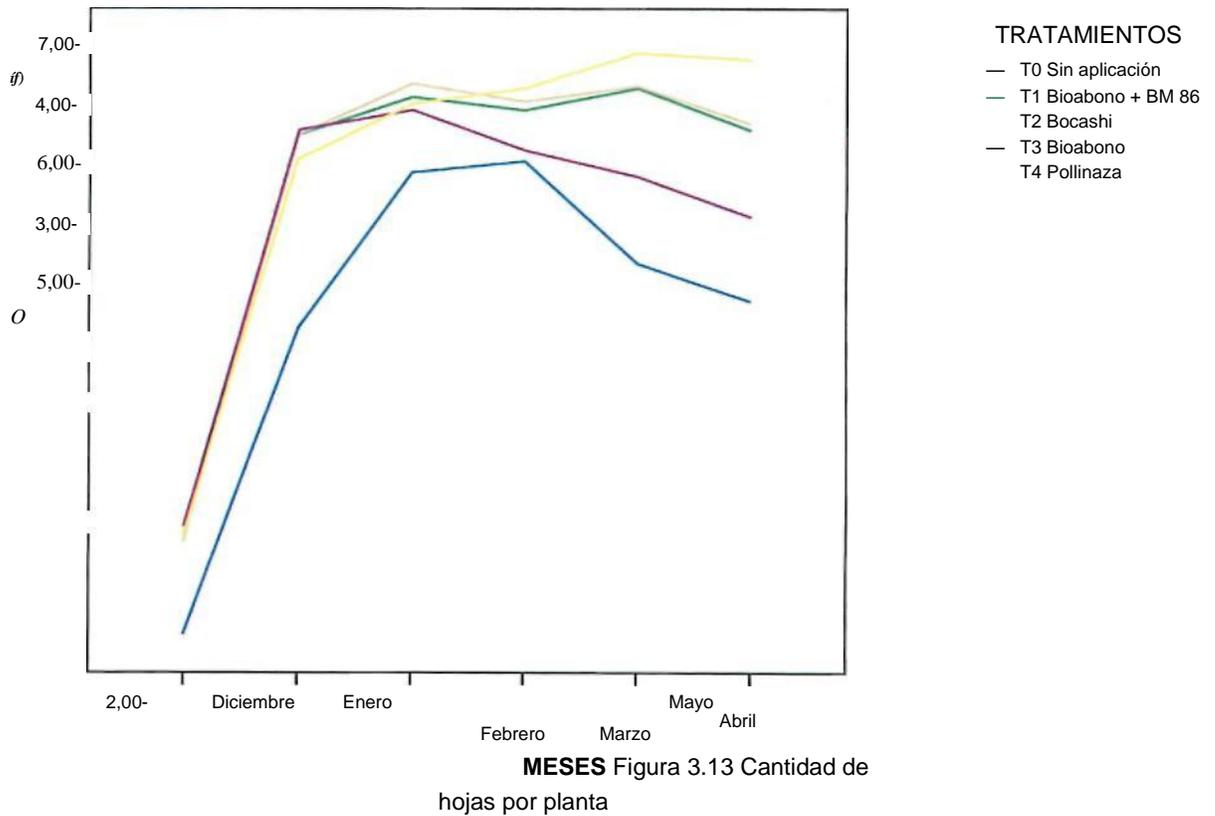


Figura 3.13 Cantidad de  
hojas por planta

Papa China

La cantidad de plantas hijas mostró un incremento en los primeros 90 días, lo cual coincide con las variables altura de la planta y la cantidad de hojas. Sin embargo, según se puede apreciar en la figura 3.14, a partir de los 120 días se detuvo el ritmo de brotación de hijos, existiendo fluctuaciones y un decrecimiento también intenso a partir de los 150 días de la siembra.

El diámetro del pseudotallo, el cual fue factible medir hasta los primeros 60 días después de la plantación, mostró un ritmo de crecimiento acelerado al igual que las variables anteriores (figura 3.15).

Las figuras 3.16 y 3.17, representan la cantidad de hojas amarillas en fase de madurez y el índice de Área Foliar. El amarillamiento de las hojas, expresión de madurez fisiológica del cultivo, presentó mayor intensidad a partir de los 180 días, en los cuales los tratamientos con la aplicación de abonos orgánicos tuvieron una mayor maduración en comparación con el tratamiento sin aplicación.

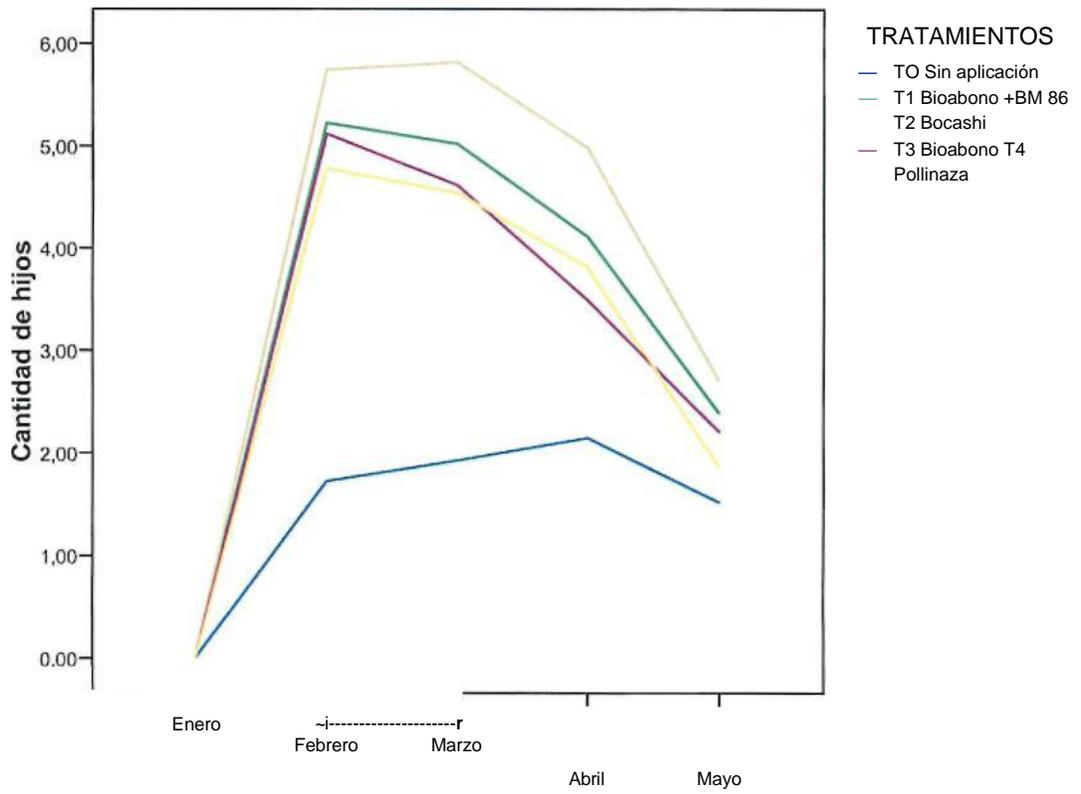
El índice de Área Foliar, de la misma manera que las demás variables del crecimiento vegetativo fue superior en las variantes con aplicación, en relación a la sin aplicación.

La Tasa de Asimilación Neta (TAN), mostró diferencias estadísticas de todos los tratamientos con la aplicación de abonos orgánicos con el testigo sin aplicación, pero fueron iguales estadísticamente entre ellos. Según se puede apreciar en la figura 3.18, la respuesta encontrada fue muy significativa, en algunos de los tratamientos incluso superó en más del doble de eficiencia de las plantas al valor del tratamiento sin aplicación.

En las condiciones de la experiencia, se obtuvieron valores de la TAN entre los 98,77 y 104,39 kg/ha/día, entre los 60 y los 90 días después de la plantación, para el caso de los tratamientos con aplicación de abonos orgánicos, contrastando significativamente con un valor muy bajo de la asimilación del tratamiento sin aplicación, en el cual se apreció un valor de 24,47 kg/ha/día. La TAN obtenida coincide con los valores reportados por Waaijenberg y Aguilar (1994), quienes obtuvieron un valor de la TAN de 107 kg/ha/día entre los 91 y los 123 días después del transplante en la zona Atlántica de Costa Rica.

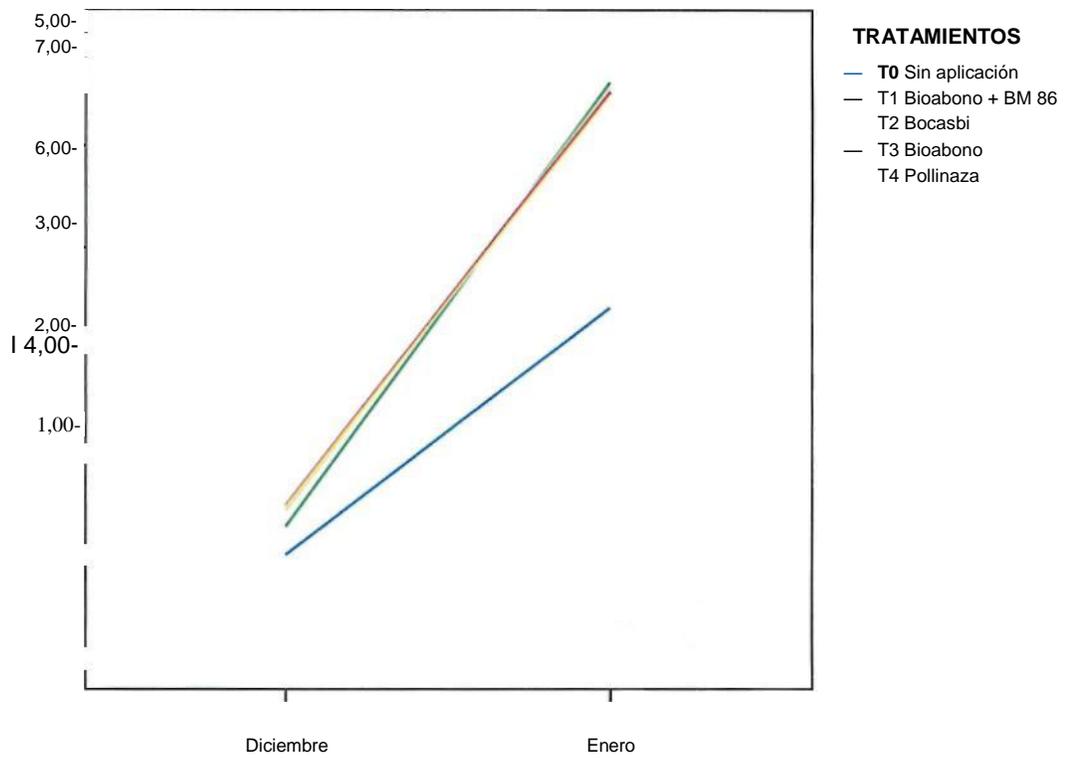
Tales datos expresan una respuesta de los tratamientos a este indicador del crecimiento y desarrollo de las plantas.

La masa de los cormelos por planta presentó una situación similar a la TAN (figura 3.19).



**MESES** Figura 3.14 Cantidad de hijos

Papa China



**MESES** Figura 3.15 Diámetro pseudotallo

Papa China



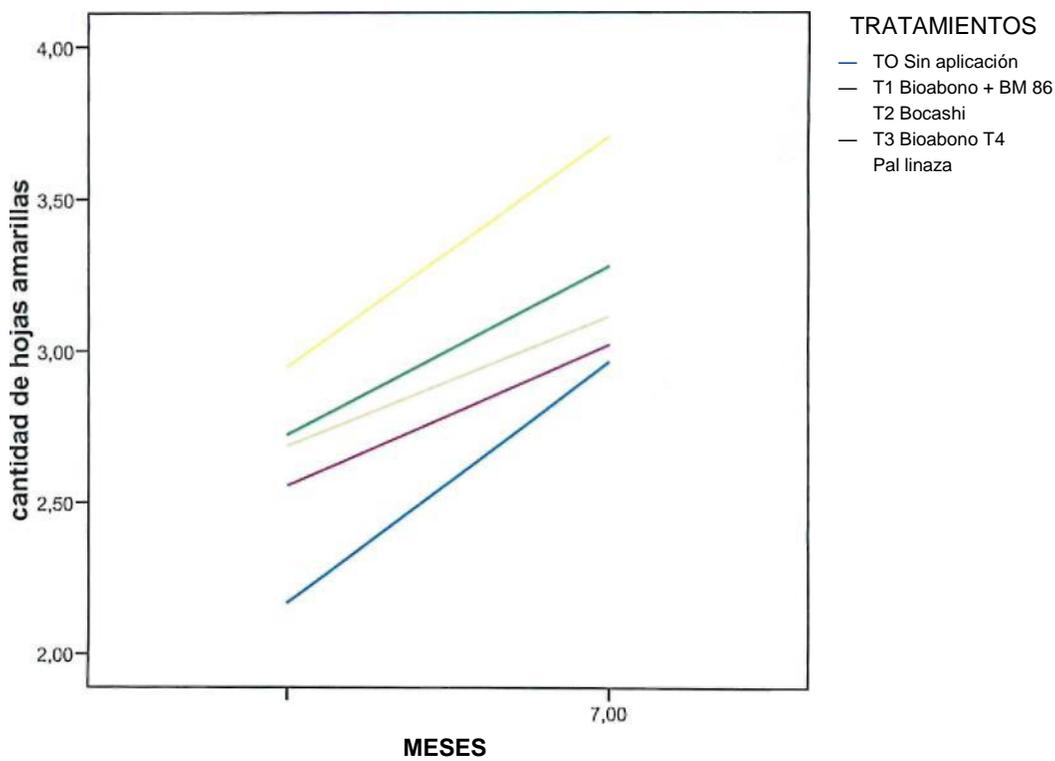


Figura 3.16 Amarillamiento de las hojas

Papa China

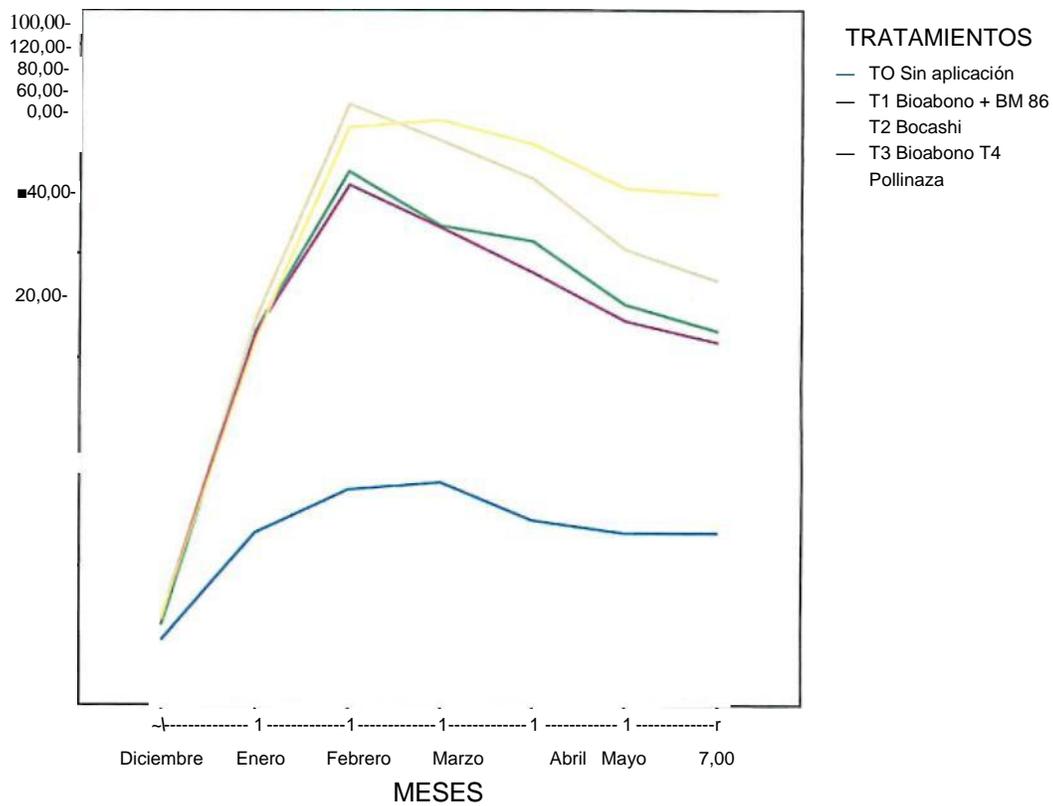


Figura 3.17 índice de Área foliar

Papa China

Es = 19,77 p=0,004

n  
1  
DI

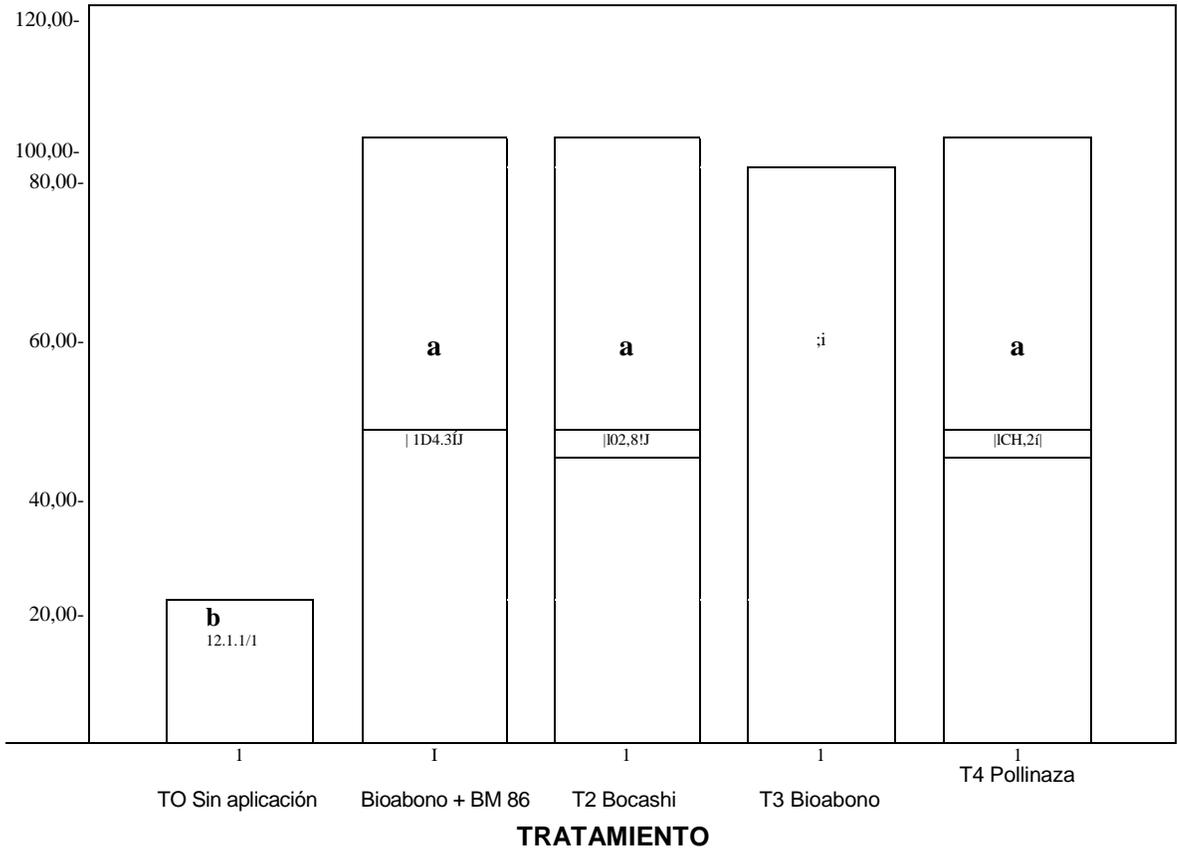


Figura 3.18 Tasa de asimilación neta

ES = 0,521 p= 0,000 \*\*

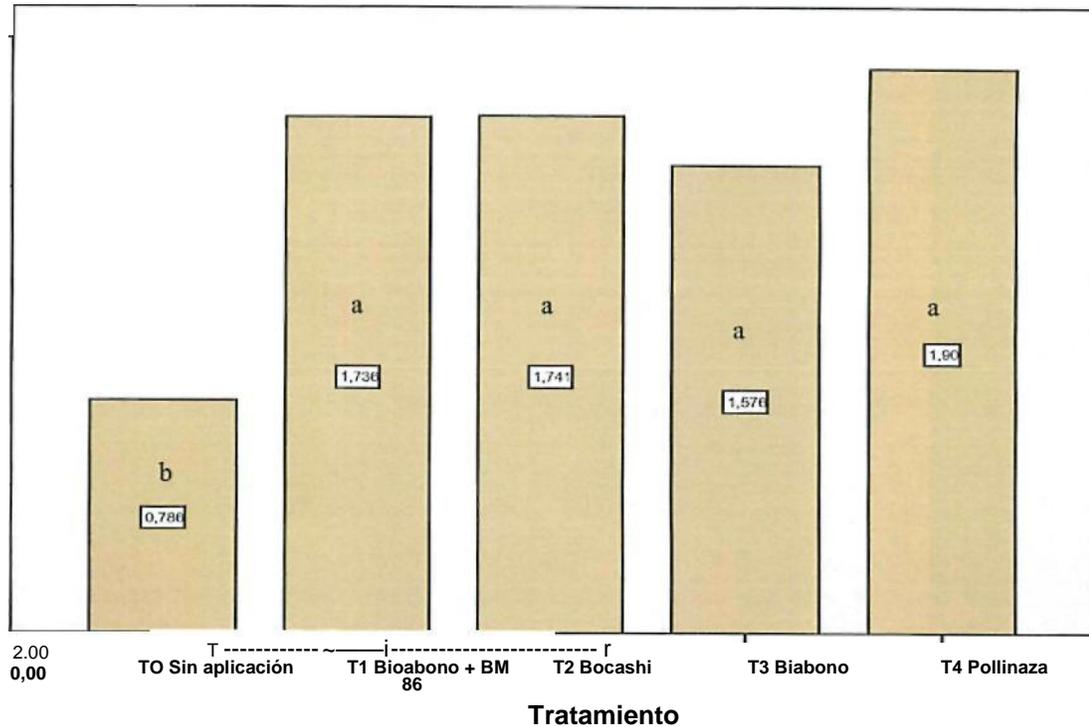


Figura 3.19 Masa de los cormos comerciales por planta

1,50-

0,50-



### 3.2.2 Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola.

En cuanto a los rendimientos en cormelos comercializables por planta las distintas variantes con el uso de alternativas orgánicas superaron estadísticamente al tratamiento sin aplicación. Esto se puede apreciar en las figuras 3.20, 3.21 y 3.22, en las que se muestran la cantidad y la masa media de cormelos por planta, así como el porcentaje que representa del total de cormelos y su masa por plantas.

Por otra parte, los distintos componentes de los rendimientos del cultivo expresados por unidad de superficie mostraron diferencias estadísticas altamente significativas entre las variantes experimentales (masa total de los cormelos, masa de los cormelos comerciales, cantidad de cormelos y el porcentaje comercializable, respecto a la parcela experimental).

El tratamiento con el empleo de la pollinaza mostró rendimientos más altos que el tratamiento con Bioabono, pero no fueron significativos, mientras que en relación al tratamiento sin aplicación si existieron diferencias significativas (tabla 3.3).

Los rendimientos agrícolas expresados en toneladas por hectárea para los cormelos totales, es decir comercializables y no comercializables (figura 3.23), muestran la respuesta del cultivo a las aplicaciones de diferentes alternativas de abonamiento orgánico, lo que corrobora el planteamiento de los agricultores de la región, de que no es factible la plantación de la papa china sin el uso del abono orgánico.

También se comprueba que desde el punto de vista de la respuesta del cultivo, además del tradicional empleo de la pollinaza, existen otras alternativas locales de abonos orgánicos que se pueden emplear como es el caso del Bocashi, que incluso pueden incrementar, a partir de la incorporación de otros residuos localmente disponibles, la cantidad de abono para utilizar en las plantaciones.

En el tratamiento control sin empleo de abonos, solo se obtuvieron 15,73 t/ha, los rendimientos agrícolas alcanzados con las alternativas de abono orgánico utilizadas en el experimento, oscilaron entre 31,58 y 38 t/ha, lo cual puede considerarse como un rendimiento alto si se comparan con los rendimientos obtenidos en otros experimentos de campo en otras condiciones agroecológicas con diferentes sistemas agroproductivos.

Coenaga y Chardon (1995) reportaron 20,2 t/ha como rendimiento promedio en dos variedades, con el empleo de fertilizantes químicos, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las distintas variantes.

Viloria, Padrón y Chaurán (2004), en condiciones de producción en el estado Mónagas, Venezuela, estimaron en 21,13 t/ha el rendimiento agrícola promedio de 20 productores, los cuales utilizaron la fertilización química pero ninguna alternativa de abonamiento orgánico.

Con el uso de biofertilizantes y la mitad de la dosis química de fósforo han sido reportados en la India un rendimiento de 17,23 t/ha en tierras altas (DARE/ICAR, 2008).

Preeti, Sau y Satapathy (1999), evaluaron la respuesta de distintos cultivares de Taro en la India, encontrando diferencias entre ellos con el uso de fertilizantes químicos, pero los rendimientos no superaron los 12,25 t/ha, en suelos de baja fertilidad natural.

Geetha, Pushpakumari y Krishnaprasad (2006), reportaron rendimientos del cultivo en la India de 14,93 t/ha, comparando distintos niveles de aportes NPK, encontrándose que entre los niveles de 69.86, 8.62 y 67.63 kg NPK/ha, 104.79,12.78 y 61.45 kg NPK/ha los 80, 50 y 100 kg NPK/ha, no presentaron diferencias significativas.

Se obtuvo un rendimiento en cormelos comercializables entre 16,54 y 18,71 t/ha en los distintos tratamientos con el empleo de abonos orgánicos, que superaron significativamente al tratamiento sin aplicación realizándose la cosecha a los 195 días de la plantación (figura 3.24).

Lo anterior corrobora, desde el punto de vista de la respuesta del cultivo, que es posible el empleo de alternativas de abonos orgánicos que se puedan obtener localmente como es el caso del Bocashi, el cual no presentó diferencias estadísticas significativas respecto a las demás variantes que constituyen insumos externos en las condiciones del experimento, en el cual se obtuvieron rendimientos altos y calidad de la cosecha, si se comparan con los resultados obtenidos en otras condiciones geográficas del cultivo a escala global.

ES = 1,937 p= 0,000

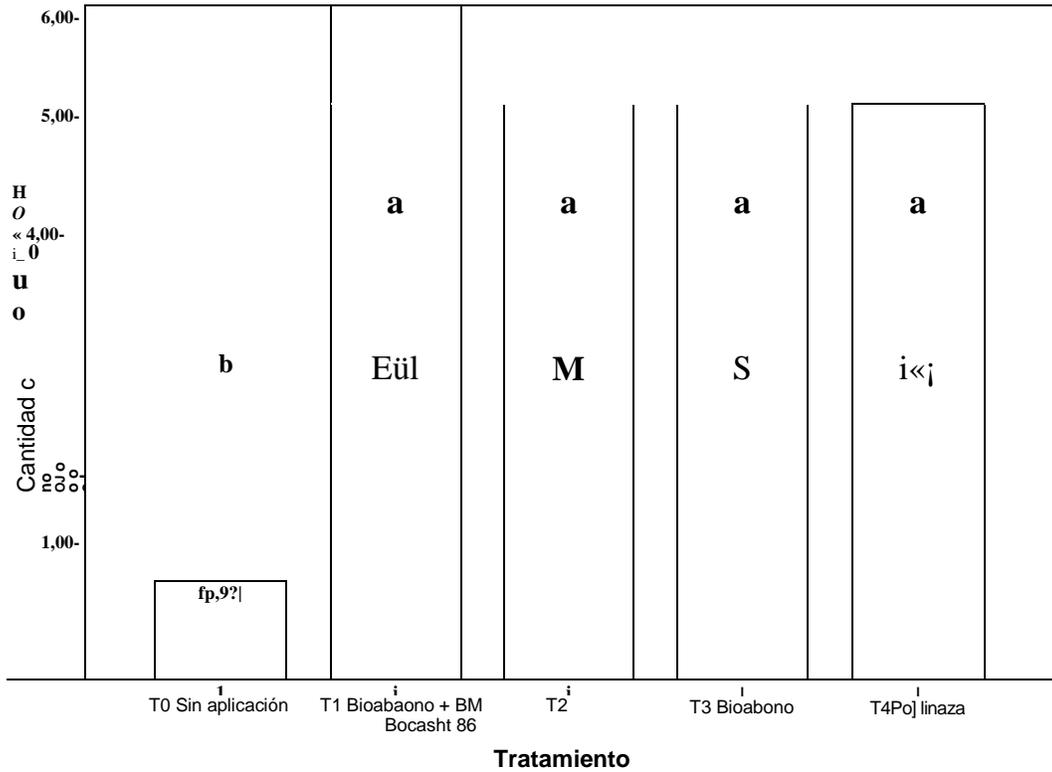


Figura 3. 20 Cantidad de cormelos comerciales Dor planta

ES = 0,336 p = 0.000

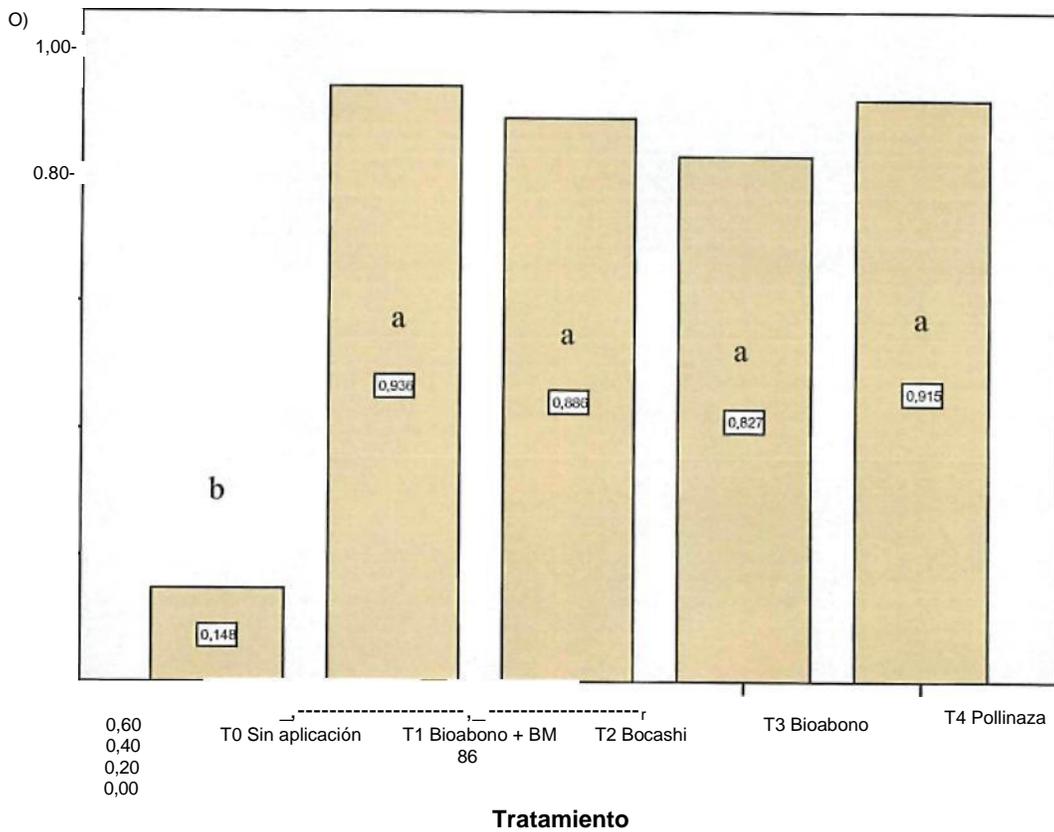


Figura 3. 21 Masa de los cormelos comerciales Dor planta



ES = 14,82 p = 0,000

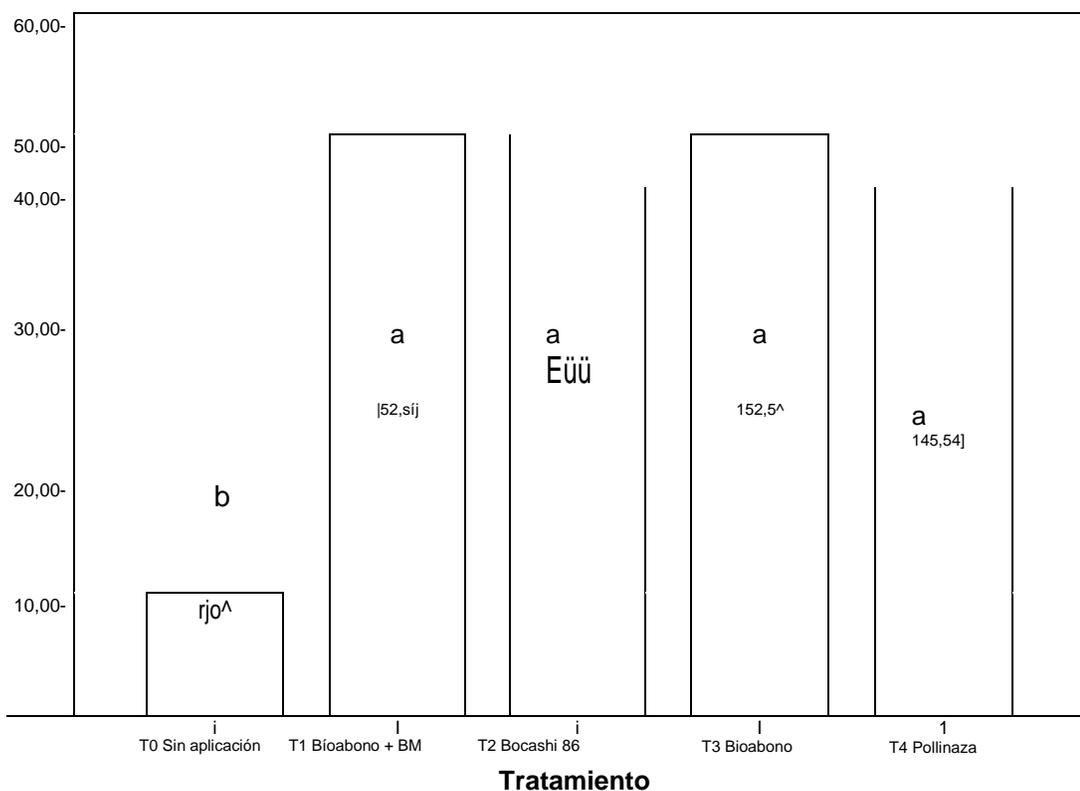


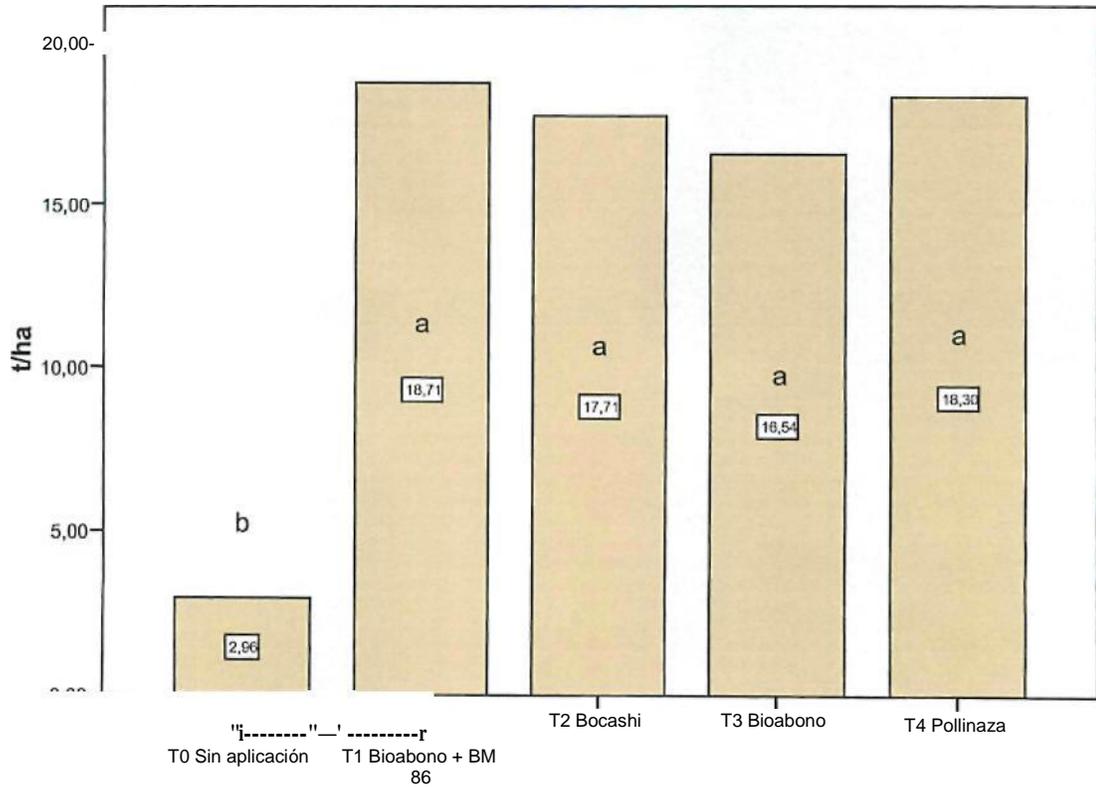
Figura 3. 22 Porcentaje de cormelos comerciales Dorolanta

Tabla 3.3. Componentes del rendimiento por parcela

Tratamiento	Masa cormelos por parcela (kg)	Cantidad de cormelos comerciales por parcela	Masa de cormelos comerciales por parcela (kg)	Porcentaje de cormelos comerciales por parcela
T0	14,1567 b	16,5000 b	2,6633 b	18,5300 b
T1	31,2667 a	104,5000 a	16,8667 a	53,8200 a
T2	31,3667 a	91,1667 a	15,9667 a	50,9167 a
T3	28,4000 a	95,3333 a	14,9000 a	52,5000 a
T4	34,2167 a	97,6667 a	16,4667 a	48,1100 a
X	27,8813	81,0333	13,3727	44,7753
ES	1,9421	8,9265	1.1	5,1816
P	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000**

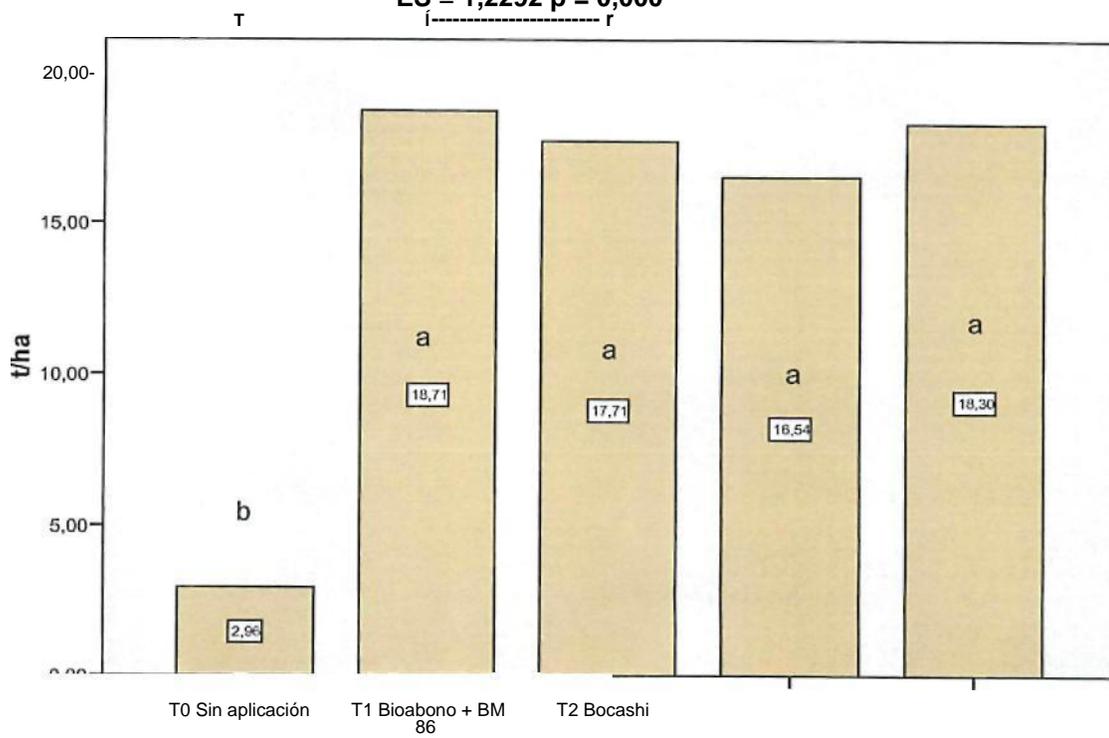
Letras iguales no difieren estadísticamente para el 5 % de probabilidad del error.

ES = 2,1723 p= 0,000\*\*



Tratamiento  
Figura 3. 23 Rendimiento agrícola

ES = 1,2292 p = 0,000\*\*



Tratamiento  
Figura 3. 24 Rendimiento de cormelos comerciales

### **3.3 Valoración económica**

#### **3.3.1 Cultivo del maíz.**

En el cultivo del maíz en las condiciones de la experiencia no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el 5 % de probabilidad del error.

Los rendimientos en t/ha de maíz en grano, oscilaron entre los 2,21 t/ha en el tratamiento control sin aplicación de abonos y de 2,84 t/ha en el tratamiento con la Urea y el Kristalón, en la localidad de Allishungo. El rendimiento medio en esta localidad fue de 2,48 t/ha. Sin embargo en la localidad de Jatun Paccha los rendimientos fueron entre 1,09 t/ha en el tratamiento sin aplicación y 1,50 en el tratamiento con Bioabono, según se puede apreciar en la tabla 3.4

Para el cultivo del maíz, en las condiciones de la experiencia, los rendimientos alcanzados hacen irrentable el cultivo en ambas localidades. El costo de los abonos, en el caso del Bocashi y el bioabono, según las cantidades aplicadas, así como el total de gastos incurridos, requerirían un rendimiento agrícola de 6, 4 t/ha y 7,75 t/ha respectivamente como punto de equilibrio.

#### **3.3.2 Cultivo de papa china**

En las condiciones de la experiencia, los rendimientos en cormelos comercializables, se encontraron entre los 16,54 y 18,71 t/ha para las alternativas de fertilización orgánica del cultivo, sin diferencias significativas entre ellos, lo cual contrastó significativamente con el rendimiento del tratamiento sin aplicación, en el cual el rendimiento comercial fue de solo 2,96 t/ha.

Las aplicaciones de bioabono y Bocashi como alternativas de fertilización orgánica fueron irrentables, en las condiciones de la experiencia, con precios de venta (304,35 USD/t) sin embargo el tratamiento con el uso de la Pollinaza, por sus precios mas bajos como insumo, permitió alcanzar resultados económicos favorables del orden de los 1.968,57 USD/ha.

El punto de equilibrio para el empleo del bioabono y el BM 86, a los precios de venta actuales del insumo, sería de 24,8 t/ha de cormelos comerciales, de 24,5 para el empleo del bioabono, así como de 19,7 t/ha para el Bocashi.

Tabla 3.4 Análisis económico (maíz)

Gastos 1 ha	unidad	Allishungo				Jatun Paccha			
		T1 Sin aplicación	T2 Urea + Kristalon	T3 Bocashi	T4 Bioabono	T1 Sin aplicación	T2 Urea + Kristalon	T3 Bocashi	T4 Bioabono
<b>Total de gastos</b>	USD	709,50	989,50	1.669,50	2.029,50	709,50	989,50	1.669,50	2.029,50
<b>Gastos directos</b>	USD	609,50	889,50	1.569,50	1.929,50	609,50	889,50	1.569,50	1.929,50
<b>Insumos agrícolas</b>	USD	97,50	257,50	937,50	1.297,50	97,50	257,50	937,50	1.297,50
Semilla	USD	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Urea	USD	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00
Fertilizante foliar (Kristalon)	USD	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00
Bioabono	USD	0,00	0,00	0,00	1.200,00	0,00	0,00	0,00	1.200,00
Bocashi	USD	0,00	0,00	840,00	0,00	0,00	0,00	840,00	0,00
Insecticida	USD	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Glifosato	USD	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
<b>Fuerza de trabajo / labor</b>	USD	512,00	632,00	632,00	632,00	512,00	632,00	632,00	632,00
Limpieza manual terreno	USD	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Trazado de surcos	USD	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Siembra	USD	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Aplicación abono	USD	0,00	80,00	80,00	80,00	0,00	80,00	80,00	80,00
Tapado abono	USD	0,00	40,00	40,00	40,00	0,00	40,00	40,00	40,00
Control de malezas	USD	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Controles fitosanitarios	USD	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Aporque	USD	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Cosecha	USD	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00
<b>Gastos indirectos</b>	USD	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Rendimiento agrícola de maíz en grano	t/ha	2,21	2,84	2,4	2,44	1,09	1,49	1,43	1,5
Rendimiento agrícola de maíz en grano	qq/ha	48,04	61,74	52,17	53,04	23,70	32,39	31,09	32,61
Precio de venta	USD/qq	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
<b>Ingresos total</b>	USD	576,52	740,87	626,09	636,52	284,35	388,70	373,04	391,30
<b>Flujo de caja</b>	USD	-132,98	-248,63	-1.043,41	-1.392,98	-425,15	-600,80	-1.296,46	-1.638,20
<b>Relación beneficio costo</b>	USD	0,81	0,75	0,38	0,31	0,40	0,39	0,22	0,19

^

«,

d

Tabla 3.5 Análisis económico (papa china) Gastos 1 ha	unidad	T1 Sin aplicación	T1 Bioabono + BM86	Bocashi	Bioabono	Pollinaza
Total de gastos	USD	1.396,00	7.512,00	5.976,00	7.476,00	3.601,00
Gastos directos	USD	1.296,00	7.412,00	5.876,00	7.376,00	3.501,00
Insumos agrícolas	USD	224,00	6.260,00	4.724,00	6.224,00	2.349,00
Semilla	USD	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Fertilizante foliar (BM - 86)	USD	0,00	36,00	0,00	0,00	0,00
Bioabono	USD	0,00	6.000,00	0,00	6.000,00	0,00
Bocashi	USD	0,00	0,00	4.500,00	0,00	0,00
Pollinaza	USD	0,00	0,00	0,00	0,00	2.125,00
Glifosato	USD	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Fuerza de trabajo / labor	USD	1.072,00	1.152,00	1.152,00	1.152,00	1.152,00
Limpieza manual terreno	USD	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Hoyado	USD	160,00	160,00	160,00	160,00	160,00
Siembra	USD	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Aplicación abono	USD	0,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Tapado abono	USD	0,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Control de malezas	USD	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Aporque	USD	192,00	192,00	192,00	192,00	192,00
Cosecha	USD	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
Gastos indirectos	USD	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Rendimiento comercial	t/ha	2,96	18,71	17,71	16,54	18,3
Rendimiento comercial	qq/ha	64,35	406,74	385,00	359,57	397,83
Precio de venta	USD / qq	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Ingresos total	USD	900,87	5.694,35	5.390,00	5.033,91	5.569,57
Flujo de caja	USD	-495,13	-1.817,65	-586,00	-2.442,09	1.968,57
Relación beneficio costo	USD	0,65	0,76	0,90	0,67	1,55

SEN ES WIM

A

§ | *wmm*®

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Se evidenció una repuesta temporal del cultivo del maíz en cuanto a su crecimiento de las plantas al tratamiento con los fertilizantes Urea + Kristalón a los 60 y 75 días después de la siembra, sin respuesta para las distintas alternativas con el empleo del Bocashi y el Bioabono en la localidad de Allishungo.
2. La variable del crecimiento, altura de las plantas, en el cultivo del maíz mostró una alta variabilidad fenotípica que puede ser atribuida a las características genéticas de la variedad utilizada y la variabilidad de las condiciones de suelo existentes.
3. Para los componentes del rendimiento y el rendimiento agrícola por unidad de superficie, no se presentó respuesta del cultivo del maíz a ninguna de las alternativas de uso del fertilizante químico, el Bocashi y el Bioabono, con excepción de la longitud de la mazorca que fue superior en el tratamiento con Urea y Kristalón respecto al tratamiento sin aplicación en la localidad de Jatun paccha.
4. Se presentaron diferencias estadísticas para los componentes del rendimiento y el rendimiento agrícola entre las localidades de Allishungo y Jatun Paccha, lo cual evidencia la necesidad de considerar en este cultivo el estudio del factor interacción genotipo ambiente en las condiciones de la región.
5. El cultivo de la papa china, presentó una respuesta significativa al empleo de las distintas variantes de abonamiento orgánico, la cual se expresó en las distintas variables del crecimiento y desarrollo, entre ellas el IAF y la TAN que alcanzó valores entre los 98,7 y 104,4 kg/ha/día, entre los 60 y los 90 días después de la plantación.
6. El cultivo de la papa china presentó una respuesta significativa al empleo de las distintas alternativas de abonamiento orgánico con Bocashi, Bioabono, Bioabono más extracto de algas (BM 86) y Pollinaza, en cuanto al los distintos componentes del rendimiento y calidad de la cosecha, obteniéndose un incremento medio del rendimiento agrícola de 6,01 y 2,21 veces del rendimiento en cormelos comercializables respecto al tratamiento sin aplicación.

7. El cultivo del maíz resultó ser irrentable en todas las variantes ensayadas atendiendo a los costos y los niveles de rendimientos alcanzados en las dos localidades del estudio.
8. El cultivo de la papa china fue rentable en la variante con el uso de la Pollinaza aplicada en el momento de la siembra a razón de 4 kg por planta, mezclados e incorporados al suelo, obteniéndose un rendimiento de 38 t/ha, de ellos 18,30 t/ha de cormelos comercializables, para un beneficio económico equivalente de 1.968,57 USD por hectárea en un ciclo de 195 días después de la siembra.

## **RECOMENDACIONES Se**

recomienda:

1. Utilizar la Pollinaza como alternativa de abonamiento en el cultivo de la papa china y otras como el bioabono y el Bocashi, que según sus costos y precios produzcan beneficios económicos.
2. Realizar estudios similares de respuesta al empleo de los abonos orgánicos y otras alternativas viables en la región considerando distintos cultivares de maíz.
3. Realizar estudios fenológicos y de extracción de nutrientes para los cultivos del maíz y la papa china en distintas condiciones de suelos en las localidades representativas de los principales agroecosistemas del Cantón.

e-

**R | m | fi | VOGRÁFI | AS**  
| s/ | i® |  
SEGUNDO VALLE 2009

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALIAGA, Riña. Producción de Biol Supermagro. [En línea]. 2008. Disponible en: [http://www.siantsantacatalina.org.pe/files/Manual\\_de\\_Bioles\\_rina.pdf](http://www.siantsantacatalina.org.pe/files/Manual_de_Bioles_rina.pdf) [Consulta: 6 diciembre 2008].
2. ANÓNIMOi. Principios de la fertilización orgánica. [En línea]. 2009. Disponible en: [http://www.atlanticaagricolaenmexico.com/web/biocat\\_15.htm](http://www.atlanticaagricolaenmexico.com/web/biocat_15.htm). [Consulta: 25 mayo 2009].
3. ANÓNIMO2. El cultivo de maíz. [En línea]. 2008. Disponible en: <http://www.slhfarm.com/maizguia.html> [Consulta: 26 marzo 2009].
4. ARIAS, Ana. Suelos tropicales-Abonos orgánicos, [en línea]. Venezuela: EUNED, 2003. [Fecha de consulta: 8 junio 2009]. Disponible en: [http://books.google.com.ec/books?id=L6TaVpWk8goC&pg=PA77&lpg=PA77&dq=maiz%2Bfertilizacion%2Bbocashi&source=bl&ots=\\_Bzyqf6G9n&sig=aXwl7rSjvkkLfPj9Ev mNlf8WukO&hl=es&ei=b1MtSqu80aPKtgev1sXxBg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=3#PPA77,M1](http://books.google.com.ec/books?id=L6TaVpWk8goC&pg=PA77&lpg=PA77&dq=maiz%2Bfertilizacion%2Bbocashi&source=bl&ots=_Bzyqf6G9n&sig=aXwl7rSjvkkLfPj9Ev mNlf8WukO&hl=es&ei=b1MtSqu80aPKtgev1sXxBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3#PPA77,M1)
5. ARTEAGA, Evelin, TORRES, Luis, TOBALINA, Constantino. Análisis de la cadena productiva y comercializadora del maíz y como fuente de exportación, [en línea]. Guayaquil: ESPO; 2004. [Fecha de consulta: 11 mayo 2009]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/524/1/1013.pdf>
6. BARRACO, Mirian y DÍAZ, Martín. Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en hapludoles típicos. Cieñe. Suelo, [en línea]. ago./dic. 2005, vol.23, no.2. [Fecha de consulta: 3 junio 2009], p. 197-203. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185020672005000200010&script=scLartext>
7. BERGVINSON D, RAMÍREZ A, FLORES D, et al. Mejoramiento de maíces criollos por integración de alelos. [en línea]. México, D.F.: CIMMYT, 2007. [Fecha de consulta: 5 junio 2009]. Disponible en: [http://www.cimmyt.org/english/docs/field\\_guides/manualmaicescriollos.pdf](http://www.cimmyt.org/english/docs/field_guides/manualmaicescriollos.pdf)
8. CAIRO, Pedro, FUNDORA, Onelio. Edafología primera parte. 2ªed. La Habana: Félix Várela, 2002. 475 p.
9. CAMINOSRURALES. El Bokashi. [en línea]. 2008. Disponible en: <http://caminosrurales.blogspot.com/2008/06/qu-es-el-bokashi.html> [Consulta: 8 junio 2009].
10. CARVAJAL, Shayra. Guía practica cultivo de papa china (*Colocasia esculenta*). Puyo: MAGAP, 2009.
11. CASTRO, Luis. Biotecnología Agrocolombiana-Bioabono. [en línea]. 1999. Disponible en: [www.rds.org.co/aa/img\\_upload/c097f46103402dd56cd33eec3a10657d/proyectede\\_biotecnologia.ppt](http://www.rds.org.co/aa/img_upload/c097f46103402dd56cd33eec3a10657d/proyectede_biotecnologia.ppt) [Consulta: 10 febrero 2009].
12. CENTRO DE INFORMACIÓN SOBRE EL PARAQUAT. Manejo de malas hierbas en el taro (*Colocasia esculenta*). [En línea] 2009. Disponible en: <http://www.paraquat.com/Default.aspx?tabid=1198> [Consulta: 22 abril 2009].
13. CHAN, L.F.; LU, C.T.; Lu, H.Y. Seasonal variation in leaf área Índex dynamics for wetland taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA; 1997 24 v. no. 3. p.262-277.
14. CHEMONICS INTERNACIONAL INC. Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola- El cultivo de malanga coco (*colocasia esculenta*). [En línea]. 2004. Disponible en: <http://www.occidenteagricola.com/pdf/MANUALES%20TECNICOS%20YUCA/Cultivo%20de%20Malanga.pdf> [Consulta: 22 abril 2009].
15. CLAYTON J. Como se desarrolla una planta de maíz. Canadá: INPOFOS cono sur, 2002. 23 p.

16. COMISIÓN VERACRUZANA DE COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA. Monografía de la malanga, [en línea]. 2006. Disponible en: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCVIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAF%CDA%20DE%20MALANGA.PDF> [Consulta: 23 abril 2009].
17. COMPO. Maíz. [En línea]. 2009. Disponible en: <http://www.compo.es/compoAA/ebApp?Resource=IdealPortal.Page&Node=38600924> [Consulta: 2 junio 2009].
18. COSTA RICA UNIV., SAN JOSÉ (Costa Rica). Facultad de Agronomía. Escuela de Fitotecnia. San José (Costa Rica), 1989. 55p.
19. DARE/ICAR. Annual Report 2007 - 2008. Crop Management, 2008. 44-61 p.
20. DICYT. El INIAP de Ecuador busca nuevas variedades de maíz en la provincia de Loja. [En línea]. 2009. Disponible en: <http://www.dicyt.com/noticias/el-iniap-de-ecuador-busca-nuevas-variedades-de-maiz-en-la-provincia-de-loja> [Consulta: 11 mayo 2009].
21. ECORAE. Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonia ecuatoriana. [Pastaza]: ECORAE, 2001.171 p.
22. ECORAE. Clasificación de suelos de la región Amazónica. [En línea]. 2009. Disponible en: [http://www.ecorae.org.ec/web\\_zee/APLICATIVO%20ZEE/Pastaza/Pastaza.html](http://www.ecorae.org.ec/web_zee/APLICATIVO%20ZEE/Pastaza/Pastaza.html) [Consulta: 2 julio 2009].
23. FAO. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. [En línea]. 2001. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM> [Consulta: 20 mayo 2009].
24. FELIPE, Carmen, MORALES B. "Existe suficiente oferta de abonos orgánicos para la agricultura en el Perú", [en línea]. 2003. Disponible en: [http://www.sepiaperu.com/data/archivos/20081016044156\\_carmenfm.pdf](http://www.sepiaperu.com/data/archivos/20081016044156_carmenfm.pdf) [Consulta: 8 junio 2009].
25. FLORES, Nelson. Efecto de la Aplicación del Bioabono en el Rendimiento de Cultivos de Vigna. Agron. Mesoamericana [en línea]. 1991, vol.2. [Fecha de consulta: 10 febrero 2009], p. 75-79. Disponible en: <http://biopur.homestead.com/BioAbono.html>
26. FORSYTHE W, SANCHO F, VILLATORO M. Efecto de la compactación de suelos sobre el rendimiento del maíz en tres localidades de Costa Rica. Agro. Costarricense. [En línea]. 2005, vol.29, no.3. [Fecha de consulta: 4 junio 2009], p. 175-185. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v29n03\\_175.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n03_175.pdf)
27. GALEANA M, TRINIDAD A, GARCÍA, Norma, et al. Labranza de conservación y fertilización en el rendimiento de maíz y su efecto en el suelo. TERRA [en línea]. 2000, vol.17, no. 4. [Fecha de consulta: 5 junio 2009], p.225-235. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/4/art325-335.pdf>
28. GARCÍA, Víctor, VARNERO, María, ESPINOSA, Mauricio. Efecto de bioabono sobre el área fotosintéticamente activa, producción de cladodios y eficiencia de recuperación de N en un cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica* L.) en el primer año post-plantación. *J.PCD*. [en línea], sep.2000. [Fecha de consulta: 6 febrero 2009], p.93-104. Disponible en: <http://www.jpacd.org/JPACD01/garciafnl.pdf>
29. GEETHA, V., R, PUSHPAKUMARI, BT KRISHNAPRASAD. Response to taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) to light stress modulated nutrient levels CABI Abstract. College of Agriculture, Kerala Agricultural University, Vellayani, Thiruvananthapuram 695 522, Kerala, India, [en línea]. 2006. Disponible en: <http://www.cababstractsplus.org/Abstracts/Default.aspx> [Consulta: 12 mayo 2009].
30. GLIESSMAN S. Agroecología-Procesos ecológicos en Agricultura Sostenible. [en línea]. California; Instituto de Ecología de la Universidad de Georgia, 2002. [Fecha de consulta: 3 junio 2009], p. 3-349. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=rnqan8BOVNAC&pg=PA201&lpg=PA201&dq=influencia+variabilidad+genet;ca%2Brendimiento+maiz&source=bl&ots=AfDfLsvroB&sig>

- =rEHuooA3Zxx1BIPvBicFRoTvE&hl=es&ei=c0ySpjCGoHKtgfwo6SzCQ&sa=X&oi=book\_result&ct=result&resnum=2#PPP1,M1
31. COENAGA, R. U CHARDON. Growth, yield and nutrient uptake of taro grown under upland conditions. *Tropical Agriculture*. [en línea]. 1995. Vol. 18. no.5. [fecha de consulta: 12 mayo 2009], p. 1037-1048. Disponible en: <http://cat.inist.fr>
  32. GOMERO L, VELÁSQUEZ H. Manejo ecológico de suelos, [en línea]. Perú: Editorial Gráfica Sttefany S.R. Ltda, 1999. [fecha de consulta: 08 de junio de 2009]. Disponible en: [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manejo\\_ecologico\\_de\\_suelos/manejo\\_ecologico\\_de\\_suelos-1.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manejo_ecologico_de_suelos/manejo_ecologico_de_suelos-1.pdf)
  33. GONZÁLEZ, A, ORTIZ, J. Yield and foliar concentration of nutrients of taro "Blanca" grown with two plant spacings and three fertilizer levéis. *The journal of agriculture of the University of Puerto Rico*. Vol.83.no. 1-2.1999.
  34. HERRERA, R. Conferencia: Biofertilizantes. [CD-ROM]. La Habana: Instituto de Ecología y Sistemática, 1993. 80 p.
  35. ICA. Ica establece requisitos para la producción de gallinaza y pollinaza. [En línea]. 2008. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/Noticias/Pecuaría/2008/Ica-establece-requisitos-para-la-produccion-de-gal.aspx> [Consulta: 4 junio 2009].
  36. INFOAGRO. El cultivo de maíz. [En línea]. 2008. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm> [Consulta: 20 marzo 2009].
  37. INFOAGRO. Morfología y taxonomía del maíz. [En línea]. 2002. Disponible en: <http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp> [Consulta: 30 mayo 2009].
  38. INFOJARDIN. Tipos de abonos orgánicos. [En línea]. 2008. Disponible en: <http://foroarchivo.infojardin.com/abonos/t-144898.html> [Consulta: 16 mayo 2009].
  39. INIAP. INIAP entregó nuevo híbrido al país, [en línea]. 12 junio 2009. Disponible en: [http://www.iniap.ecuador.gov.ec/noticia.php?id\\_noticia=428](http://www.iniap.ecuador.gov.ec/noticia.php?id_noticia=428) [Consulta: 12 junio 2009].
  40. INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI). El potasio, magnesio y azufre incrementan el rendimiento y las utilidades en el maíz, [en línea]. 2008. Disponible en: [http://www.ppippic.org/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/18E0019F4947CFE406256C15003C95A?opendocument&navigator=home+page](http://www.ppippic.org/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/18E0019F4947CFE406256C15003C95A?opendocument&navigator=home+page) [Consulta: 5 junio 2009].
  41. JABEEN, F. Influence of irrigation intervals and diammonium phosphate (DAP) levéis on the production of Colocasia (*Colocasia esculenta* L.). Pakistán: Agricultural University, Peshawar. 2001.
  42. LOBO M, DÍAZ O. Sistemas de pastoreo. [En línea] 2009. Disponible en: <http://www.uned.ac.cr/PMD/recursos/cursos/agrostologia/files/3-03.htm> [Consulta: 4 junio 2009].
  43. LÓPEZ J, DÍAZ A, MARTÍNEZ E, et al. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *TERRA* [en línea] 2001.vol. 19, no. 4. [fecha de consulta: 13 mayo 2009], p.293-299. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/19/4/art293-299.pdf>
  44. MANRIQUE A. Secuencia de labores agronómicas en el cultivo de maíz. [En línea] 2009. Disponible en: [http://www.lamolina.edu.pe/investigacion/programa/maiz/cul\\_maiz.htm](http://www.lamolina.edu.pe/investigacion/programa/maiz/cul_maiz.htm) [Consulta: 4 junio 2009].
  45. MARTÍN, Nelson, ABAD, Idaybis .Tomo I: Pedología de la Disciplina Ciencias del Suelo. La Habana: Universidad Agraria de La Habana, Facultad de agronomía-Departamento de Riego Drenaje y Ciencia del Suelo, 2006. 500 p.
  46. MATEHUS J, ROMAY G, SANTANA, María. Multiplicación *in vitro* de ocumo y taro. *Agron.Tropical*. [en línea]. 2006. vol.56, no.4. [fecha de consulta: 23 abril 2009], p. 607-613. Disponible en: [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at5604/pdf/matheusj.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5604/pdf/matheusj.pdf)

47. MAZA B, AGUIRRE Z. Diversidad de tubérculos andinos en el Ecuador. [En línea]. 2002. Disponible en: <http://www.funbotanica.org/10tubers.html> [Consulta: 22 abril 2009].
48. MINGA, Nancy, DELGADO D. Biofertilizantes: Una técnica que ayuda a producir Alimentos sanos. [En línea]. 2008. Disponible en: <http://www.ipes.org/au/pdfs/articulos/biofertilizantes%20Cuenca.pdf> [Consulta: 16 mayo 2009].
49. MOHÁN Das, P. N., P. SETHUMADHAVAN. Effect of NPK on corm yield, tuber yield and total yield of Colocasia (*Colocasia esculenta* (L) Schott) var. Thamarakkannon. National Seminar on Tuber Crops Production Technology, Nov. 1980, Tamil Nadu Agric. Univ. (India). College of Agriculture, Kerala Agricultural Univ., Vellayani, Kerala, India. [en línea]. 1980. Disponible en: <http://www.cababstractsplus.org/Abstracts/Default.aspx> [Consulta: 12 mayo 2009].
50. MONTALDO A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales: Taro o Malanga, [en línea]. Venezuela: Instituto, 1991. [Fecha de consulta: 22 abril 2009]. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=d7ipWA3VmLEc&phntsec=frontcover&dq=cultivo+de+taro#PPR6,M1>
51. MONTESSORO R. El Cultivo del Maíz, [en línea], México: MUNDI-PRENSA, 2008. [Fecha de consulta: 11 mayo 2009]. Disponible en: <http://www.uylibros.com.uy/verlibro.asp?xprod=0&id=36133&idcat=21&idsubcat=80&idarea=933>
52. MOSQUERA, Edison, CÁRDENAS Daniel. Programa tecnológico de la papa china (*Colocasia esculenta*) en la Provincia de Pastaza. Pastaza: Consejo Provincial de Pastaza, 2006. 103 p.
53. MURILLO, Teresa. Manejo de residuos en la industria avícola. [En línea]. 1996. Disponible en: [www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico/X/a50-2388-I\\_065.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico/X/a50-2388-I_065.pdf) [Consulta: 4 junio 2009].
54. NOGUERA P, DÍAZ, Luisa, CEA María. Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo de maíz. RCTA [En línea]. 2004. Vol.13, no. 2. [fecha de consulta: 4 junio 2009], p. 175-185. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=93213208&iCveNum=8753>
55. OROZCO J. Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano. En: Taller internacional sobre producción de banano orgánico y, o, ambientalmente amigable. [En línea]. México, 2000. [fecha de consulta: 21 noviembre 2008], p. 82-88. Disponible en: [http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/BancoMedios/Documentos%20PDF/in020006\\_spa.pdf](http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/BancoMedios/Documentos%20PDF/in020006_spa.pdf)
56. PANEQUE, Víctor, CALAÑA, Juan. La fertilización de los cultivos aspectos teóricos prácticos para su recomendación. La Habana: INCA, Instituto Nacional de Ciencias agrícolas, 2001. 10 p.
57. PÉREZ, Aridio, CÉSPEDES, Carlos, NÚÑEZ, Pedro. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. RC. Suelo Nutr. Veg. [en línea]. 2008, vol.8, no.3. [Fecha de consulta: 8 junio 2009]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27912008000300002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000300002&lng=es&nrm=iso)
58. PÉREZ, Guillermo. Conferencia: Ecofisiología, Genética, Mejoramiento y Propagación de la papa china. Pastaza: Universidad Estatal Amazónica, [2008]. 53 diapositivas.
59. PÉREZ R. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y poblaciones de plantas sobre los rendimientos en maíz (*Zea mays* L.). Agron. Tropical, [en línea]. 2000. Vol.27, no. 4. [fecha de consulta: 3 junio 2009], p. 451-459. Disponible en: [http://www.redpav.avepagro.org.ve/agrotrop/v27\\_4/v274a004.html](http://www.redpav.avepagro.org.ve/agrotrop/v27_4/v274a004.html)
60. PREETI Sau, MUKHERJEE A, SEN, H, SATAPATHY MR. Response of taro (*Colocasia esculenta*) cultivare to NK nutrition. Department of Agronomy, West

- Bengal, India. Journal of Root Crops. [en línea]. 1999. Disponible en: <http://www.cababstractsplus.org/Abstracts/Default.aspx> [Consulta: 12 mayo 2009].
61. PROYECTO CORREDOR CENTRAL. Plan de trabajo cadena de la papa china. [Pastaza]: Proyecto Corredor Central, 2009. 278 p.
  62. RIZZO, Pablo. El cultivo del maíz duro *Zea mays*. [En línea]. 2001. Disponible en: [http://www.sica.gov.ve/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/maiz/cultivo\\_maiz.htm](http://www.sica.gov.ve/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/maiz/cultivo_maiz.htm) [Consulta: 30 marzo 2009].
  63. ROMERO M. Alternativa de Manejo Integral de Desechos Sólidos no Peligrosos-bocashi. [en línea]. 2009. Disponible en: <http://www.cgpl.org.gt/downloads/Abono.pdf> [Consulta: 8 junio 2009].
  64. SESA. Boletín divulgativo: Medidas de prevención de riesgos fitosanitarios en el cultivo de Papa china. [Pastaza]: SESA, 2008. 2 p.
  65. SICA. Cultivo de maíz. [En línea]. 2008. Disponible en: [http://www.sica.gov.ve/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/maiz/cultivo\\_maiz.htm](http://www.sica.gov.ve/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/maiz/cultivo_maiz.htm) [Consulta: 30 marzo 2009].
  66. SICA. Ecuador: superficie, producción y rendimiento Maíz duro (Invierno 2004). [en línea]. 2004. Disponible en: [http://www.sica.gov.ve/cadenas/maiz/docs/sondeo\\_consejo\\_2004.htm](http://www.sica.gov.ve/cadenas/maiz/docs/sondeo_consejo_2004.htm) [Consulta: 5 junio 2009].
  67. SICA. Maíz duro amarillo, [en línea]. 2003. Disponible en: [http://www.sica.gov.ve/cadenas/maiz/docs/maiz\\_amarillo\\_duro.pdf](http://www.sica.gov.ve/cadenas/maiz/docs/maiz_amarillo_duro.pdf) [Consulta: 12 junio 2009].
  68. SICA. Maíz amarillo duro [en línea]. 2001. Disponible en: [http://www.sica.gov.ve/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IIICA/productos/maiz\\_mag.pdf](http://www.sica.gov.ve/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IIICA/productos/maiz_mag.pdf) [Consulta: 12 junio 2009].
  69. SOCORRO Alejandro, PADRÓN W, et al. Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola. Edición Especial para la Asignatura Práctica Agrícola. La Habana: Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos, 2005. 300 p.
  70. SUQUILANDA Manuel. Curso Taller Agricultura Orgánica: Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos. [Diapositivas]. Quito: Editor, [2007]. 171 diapositivas.
  71. TORRES S. Conferencia: índices de crecimiento vegetal. [Diapositivas]. La Habana: Universidad de Cienfuegos, [2008]. 11 Diapositivas.
  72. TRETO, Eolia, GARCÍA, Margarita, et al. Avances en el manejo de los suelos y la nutrición orgánica, [en línea]. 2005. Disponible en: [http://www.desal.org.mx/article.php3?id\\_article=29](http://www.desal.org.mx/article.php3?id_article=29) [Consulta: 20 mayo 2009].
  73. VALAREZO J. Manual de Fertilidad de Suelos. Loja: Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica, 2001. 84 p.
  74. VARGAS, A, LÓPEZ, CA. Effects of Nitrogen in Ñampi (*Colocasia esculenta* var. *Antiquorum*) and the seasonal variation of nutriments. ASBANA. Revista de la Corporación Bananera Nacional, vol.14, no. 33,1999.
  75. VARÓN Francia, SARRIA Greicy. Compendio Ilustrado- Enfermedades del maíz y su manejo. Colombia: Produmedios, 2007. 57 p.
  76. VIARURAL. Manual técnico del maíz-fertilización y fertilizantes, [en línea]. 2009. Disponible en: [http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/semilla\\_shibridas/cargill/manualmaiz/manualmaizcargilU6.htm](http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/semilla_shibridas/cargill/manualmaiz/manualmaizcargilU6.htm) [Consulta: 2 junio 2009].
  77. VILLACRÉS, Napoleón. Proyecto: Papa china orgánica (*Colocasia esculenta*). Pastaza: Consejo Provincial de Pastaza, 2009. 20 p.
  78. VILORIA, Hilmig. Sistemas de producción del ocumo chino (*Colocasia esculenta* L. Schott.) con financiamiento de FONCRAMO en el Municipio Bolívar del estado Monagas (ciclo 2001 - 2002). RC UDO A [en línea]. 2004. Vol. 4, no. 1. [fecha de consulta: 23 abril 2009], p. 91-100. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/request7cq04011>

79. VIVANCO Adrián. Elaboración de EM bokashi y su evaluación en el cultivar maíz, bajo riego en Zapotillo, [en línea]. Loja: Universidad Nacional de Loja, 2003 [Fecha de consulta: 21 noviembre 2008]. Disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos15/em-bokashi/em-bokashi.shtml>
80. WAAIJENBERG H, AGUILAR E. Production and partitioning of dry matter in eddoe (*Colocasia esculenta* var. *antiquorum*). TROPICAL AGRICULTURE, Ríos, R. 1987. Interacciones entre componentes tecnológicos del ñampi (*Colocasia esculenta* var. *antiquorum*) Schott: población 19. Tesis (licenciatura).Universidad de Costa Rica. vol. 71, no. p.49-56.1994
81. WIKIPEDIA. *Colocasia esculenta*. [En línea]. 2009. Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Colocasia\\_esculenta](http://es.wikipedia.org/wiki/Colocasia_esculenta) [Consulta: 23 abril 2009].
82. YÁNEZ Wilfrido (eds.). La papa china (*Colocasia esculenta* scoch). Pastaza: (Eds.). UEA.2009. 15 p.



# ANEXOS

## Anexo 1. Análisis del suelo de la Unidad de Transferencia de Tecnologías de Jatun Paccha.

**UNIVERSI**

DIRECCIÓN: PUYO

ATENCIÓN: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CANTÓN: PROVINCIA: \_\_\_\_\_

PARROQUIA: PUYO PUNTZAN

SECTOR: \_\_\_\_\_

LOTE: NARANJILLA

CULTIVO ANTERIOR: \_\_\_\_\_

CULTIVO A SEMBRAR: MAÍZ



**FACULTAD  
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Casilla: -18-01-334 Telf. 032 746151 - 032 746171

Fax: 032 746231

Correo: [lixmascayw@univt.edu.ec](mailto:lixmascayw@univt.edu.ec)

LAB. N°: 58

MUESTRA: SUELC S

COMPLETO: \_\_\_\_\_

ANÁLISIS: \_\_\_\_\_

Ingreso: \_\_\_\_\_

Salida: 15/09/2008

1

ANÁLISIS	Unidad	Valor	Nivel
pH extracto SUÉTÚ ?IL;Uil 1:2,5		6,1	LAc
CE. extracto suetaagua 1:2 5	us/cni	130.3	NS
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	2,51	A
N- TOTAL	%	1,07	M
P	ppm	17.05	A
K	meq/100 ml.	0,7	A
Ca	meqHOO	12.95	A
<b>m</b>	meq/100 ml]	2.0	A

INTERPRETACION	
MAc	Muy Acido
Ac	Acido
Ws Ac	Mc-dianamante Ac,do
LAc	Ligeramente Acido
PN	PracSlcamenie Neutro
LAL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Modio
A	Al[(:
T	TOTCO
NS	No Salina
LS	Ligeramente Salmo
S	Salino
MS	Muy Salino

Parámetro a analizar	Método	Equipo
PH	Electroquímico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.É	Eledroqutmico	PH/Conductimalro Oridr 55ÚA
Textura	Mecánico	Tamices ASTM
M.O	Wakoy y Black!	Espectrótomelro Geneays 20
N-Tolai	KJELDAHL	Espectrótometm Ginssys 20
rosfpfo	ülsen Mott.	Espectrofotometm Getr^vú 20
K.Ca.Mg	Oisen Itítod.	EBpeetrofotorsatfO de A.A pe>fíElmer 100
FeCu.Mn.Z.	Olsen Mod	Espectofótcwíet'o de XAFeiWir-Ei-pSr too

  
**RESPONSABLE DEL ANALISIS**

