



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ANGEL



TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

“Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*tropaeolium tuberosum*)
a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”,

AUTOR:

Klever Orlando Chamorro Melo

TUTOR:

Ing. Agr. Segundo Rafael Vásquez Msc

Espejo – Carchi – Ecuador
2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ANGEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

“Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*tropaeolium tuberosum*)
a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”,

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Agr. Oscar Wellington Mora Castro
PRESIDENTE

Ing. Agr. Guillermo Eduardo Cevallos Arauz
VOCAL

Ing. Agr. MSC. Edgar Raúl Castro Proaño
VOCAL

Dedicatoria

Primeramente a dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A mi hermana por ser el ejemplo de una hermana menor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles y a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento

A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por su apoyo ofrecido en este trabajo, por haberme transmitidos los conocimientos obtenidos y haberme llevado pasó a paso en el aprendizaje de mis estudios.

Klever Orlando Chamorro Melo

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de un trabajo investigativo es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término.

Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este trabajo, sino también en mi formación como investigador. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación.

Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de este trabajo investigativo. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia que hizo que nuestras siempre acaloradas discusiones redundaran benéficamente tanto a nivel científico como personal.

Klever Orlando Chamorro

ÍNDICE

I.INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivos General	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. cultivo de mashua	3
2.1.1. Características generales.....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.3. Morfología de la Mashua.....	4
2.1.4. Problemas fitosanitarios.....	4
2.1.5. Manejo del cultivo.....	4
2.2. La fertilización química.....	5
2.2.1. Clasificación de los fertilizantes químicos.	6
2.2.2. Ventajas de los fertilizantes químicos.	7
2.3. Bioestimulantes	7
2.3.1. Características de los bioestimulantes	7
2.3.2. Clasificación de los bioestimulantes	8
2.3.3. Ventajas de los bioestimulantes.	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Ubicación y descripción del área experimental.....	10

3.2.	Material genético	10
3.3.	Factores estudiados.....	10
3.4.	Métodos	10
3.5.	Tratamientos	10
3.6.	Diseño experimental	11
3.6.1.	Esquema de análisis de varianza	12
3.6.2.	Características del sitio experimental.	12
3.7.	Manejo del experimento	12
3.7.1.	Preparación del campo experimental.....	12
3.7.2.	Delimitación de las parcelas	12
3.7.3.	Siembra	12
3.7.4.	Fertilización.....	13
3.7.5.	Control de malezas y aporque.	13
3.7.6.	Aplicación foliar de los bioestimulantes.....	13
3.7.7.	Riego.....	13
3.7.8.	Control de plagas	13
3.7.9.	Cosecha.	13
3.8.	Datos evaluados.....	14
3.8.1.	Porcentaje de germinación.....	14
3.8.2.	Días a la floración.....	14
3.8.3.	Longitud de planta.....	14

3.8.4. Días a la maduración	14
3.8.5. Rendimiento por categoría.....	14
3.8.6. Análisis económico	14
IV. RESULTADOS.....	15
4.1. Porcentaje de germinación	15
4.2. Días a floración.....	15
4.3. Días a maduración	15
4.4. Longitud de planta	18
4.5. Rendimiento.....	20
4.6. Análisis económico.....	21
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
VII. RESUMEN	26
VIII. SUMMARY.....	28
IX. LITERATURA CITADA	29
ANEXOS	31

I. INTRODUCCIÓN

La Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es al parecer originaria de los andes centrales, su cultivo se habría extendido por migraciones del hombre precolombino hasta Colombia y el norte de Argentina y Chile, no existe referencia de introducción en otros países de América, posiblemente porque el sabor del tubérculo resulte poco agradable para quienes lo prueban por primera vez.

La Mashua es nativa en los Andes del Ecuador, el tubérculo se cultiva actualmente en las pequeñas parcelas de indígenas y campesinos asociada con melloco, oca y papas nativas por lo que resulta difícil conocer su área cultivada y producción de este importante tubérculo andino, este cultivo prefiere suelos francos y profundos con un buen contenido de materia orgánica por tanto los sectores más adecuados para el cultivo de la Mashua se encuentra desde los 2400 a 3700 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas extremas, radiación y vientos fuertes, compete muy bien con las malezas y crece rápidamente. Además la Mashua tiene propiedades bactericidas, nematocidas, fungicidas, insecticidas, y repelente de insectos, también posee un alto contenido de proteínas, carbohidratos, fibras y calorías.¹

En nuestra serranía en la cual se siembra este cultivo, se lo maneja aun de manera ancestral sin ningún tipo de tecnología siendo las zonas andinas en donde los campesinos lo siembran con más frecuencia.

La producción intensiva permite una explotación de este cultivo, por lo que la demanda de nutrientes es necesaria dentro de un programa de fertilización. El aporte de nutrientes al suelo permite a los cultivos masificar el rendimiento con índices de calidad de acuerdo a la demanda de mercado.

Tanto las enmiendas orgánicas como las fuentes edáficas de los fertilizantes sólidos, compensan los requerimientos de los cultivos, por lo tanto se hace necesario estudiar la dosis adecuada que se ajuste a la necesidad del cultivo de la Mashua. Este requerimiento no ha sido estudiado en este cultivo por considerarse rustico; sin embargo, la necesidad de aumentar el

¹ Espín, C. 1993. Rescate y la Revalorización de La Mashua embargo

rendimiento por cuestiones de mala calidad de los suelos y la erosión que presentan hoy en día, hace necesario realizar una compensación que permita mejorar su comportamiento agronómico y rendimiento.

Existen fórmulas de fertilizantes edáficos tanto simples como complejos las cuales hay que saber formularlas de acuerdo al tipo de suelo, demanda del cultivo y el potencial de rendimiento al cual hay que alcanzar con las diferentes especies vegetales.

El desarrollo tecnológico dentro de la producción de cultivos ha permitido desarrollar bioestimulantes que intensifican aún más el rendimiento de cultivos; además con esta tecnología existe una posibilidad de lograr la calidad en demanda de mercados internos y externos. Estos bioestimulantes lo constituyen las hormonas, los aminoácidos, los elementos compensatorios de donde se pueden alcanzar excelentes resultados en calidad de producción.

Por lo que la presente investigación pretende alcanzar el óptimo de compensación nutricional edáfica y bioestimulación adecuada con resultados que permitan un mejor rendimiento de la mashua en suelos de la zona de Bolívar, provincia del Carchi. Ecuador

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivos General

Determinar el rendimiento en el cultivo de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) mediante la aplicación de tres fertilizantes edáficos con diferente fórmula y la aplicación de bioestimulantes foliar en la zona de Bolívar, provincia del Carchi.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la fertilización edáfica y bioestimulantes en el comportamiento agronómico del cultivo de mashua.

- Determinar la dosis adecuada de fertilizante para el cultivo.

- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de mashua

2.1.1. Características generales.

Al hablar del cultivo de La mashua (Giannoni, Peru ecologico, s.f.) afirma lo siguiente:

La MASHUA es una planta originaria de los Andes centrales, probablemente en las mismas zonas donde se originó la papa. En el Perú ha sido cultivada desde épocas preincáicas y numerosas culturas la han representado en sus ceramios. Crece en forma silvestre o cultivada en la cordillera de los Andes desde Colombia hasta Argentina, en altitudes que van desde 2400 hasta los 4,000 msnm. Hoy ha sido introducida con éxito a Nueva Zelanda.

Cerca de los 3000 msnm. se encuentran especies silvestres de mashua que podrían ser los ancestros de las variedades que hoy se conocen. La mashua es una planta de fácil cultivo que puede ser cosechada a los 6 meses es resistente a las heladas, y en estado natural es capaz de repeler insectos y nemátodos.

Los tubérculos pueden ser almacenados hasta seis meses en lugares fríos y ventilados, inclusive pueden ser guardados bajo el suelo para ser extraído cuando se necesiten. El cultivo de la mashua es muy productivo, pudiendo llegar a rendir hasta 25 t/ha.

2.1.2. Clasificación taxonómica.

(Giannoni, Cultivos Andinos, 2002) dice que la mashua presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
Filo:	Angiospermae
Clase:	Dicotiledoneae
Orden:	Brassicales
Familia:	Tropaeolaceae
Género:	<i>Tropaeolum</i>
Especie:	<i>Tuberosum</i>

2.1.3. Morfología de la Mashua.

Según (Giannoni, Peru ecologico, s.f.) Menciona que el cultivo de la mashua presenta las siguientes características morfológicas:

- Tallos: es una planta herbácea erecta o semiprostrada, de tallos cilíndricos y hábitos rastreros.
- Hojas: esta planta posee un follaje compacto, con hojas de color verde oscuro en el haz y más claras en el envés. Las hojas tienen lámina redondeada y el peciolo inserto en el centro.
- Flores: la mashua posee flores solitarias de distintos colores que van desde el anaranjado hasta el rojo oscuro. El número de estambres varía de 8 a 13, y el tiempo que permanece abierta oscila entre 9 y 15 días.
- Tubérculos: los tubérculos que produce la mashua miden de 5 a 15 cm de largo, tienen forma cónica alargada, yemas profundas, y variados colores como el amarillo, blanco, rojizo, morado, gris y negro, con jaspes oscuros en la piel. El tubérculo posee una textura arenosa y contiene 15 % de proteínas, con alto porcentaje de carbohidratos y 80 % de agua. Debido a la presencia de isotiocianatos, que también se encuentran en la mostaza y los rabanitos, la mashua tiene un sabor acre y picante, pero que desaparece con la cocción volviéndose dulce.

2.1.4. Problemas fitosanitarios.

Según Cortés en el año 1981 citado por la (FAO, 2014) menciona que “la mashua, ñu o isaño, aún se mantiene debido a que es apreciado por ser tolerante a bajas temperaturas y al ataque de insectos y plagas. Se produce a menudo en mezcla con los otros tubérculos”.

2.1.5. Manejo del cultivo.

Estudios realizados por Mujica *et al.* en el año de 1997 (FAO, 2014) aducen que:

En general, los tubérculos andinos son cultivados en conjunto, razón por la cual las prácticas agrícolas son bastante semejantes al de la papa por tanto para la fertilización del cultivo de la mashua nos guiaremos en el cultivo de la papa ya que la fertilización en el cultivo de la mashua hasta el momento no ha sido estudiado el requerimiento óptimo para este tubérculo andino considerado rustico.

Es común que los campos donde se cosechó papa (3500 a 3800 msnm) sean cultivados al siguiente año con estos tubérculos cuando las condiciones de fertilidad son apropiadas, sobre todo en suelos oscuros con alto contenido de materia orgánica.

En Cajamarca, Perú, se acostumbra sembrar melgas separadas con cada una de estas especies, sobre todo en terrenos de laderas. En el sur del Perú y Bolivia es frecuente observar campos de mezclas o con surcos intercalados de cada una de estas especies. Esta práctica está también relacionada al control de plagas; su efectividad se confirmó en un ensayo de siembra de una franja de oca alrededor del campo de papa, reduciendo sustancialmente el ataque del gorgojo de los Andes.

El distanciamiento entre surcos se encontró que 70 a 75 cm entre surcos y 20 a 25 cm entre plantas es lo más apropiado para obtener mayores rendimientos en un ciclo vegetativo de 6 meses. Aparentemente este distanciamiento sería el más aconsejable para los otros tubérculos.

2.2. La fertilización química

Según (Nutrimon Abonos, 2004), la fertilización química tiene como particularidad lo siguiente:

La condición del Medio Ambiente y Desarrollo estima que los países en vías de desarrollo han mostrado un tremendo incremento en el uso de fertilizantes químicos en las últimas décadas y que ello explica, en gran parte, el también notable aumento en su producción de alimentos. En el comienzo del tercer milenio, la agricultura tecnificada mundial sigue utilizando a la fertilización o abonamiento como una de las herramientas claves para el manejo adecuado de la nutrición vegetal y la obtención de altos rendimientos y máximas utilidades en el negocio agrícola. Sin embargo, en los sistemas agrícolas contemporáneos, el uso adecuado y eficaz de fertilizantes debe estar encaminado también a la obtención de:

- Óptima calidad de los alimentos y materias primas.
- Tolerancia de las especies cultivadas a la incidencia de plagas y enfermedades, al igual que a otras condiciones adversas.
- Mantenimiento del suelo como recurso natural, en general, y de su fertilidad, en particular, como factores claves de la agricultura sostenible.

Además, sigue siendo primordial la búsqueda de una mayor eficiencia en la fertilización. En nuestros sistemas agrícolas se sigue obteniendo una baja eficacia en el abonamiento, lo cual repercute en limitaciones de la productividad y mayores costos.

La obtención de los objetivos señalados exige, de entrada, conocer muy bien y entender el significado agronómico de las características físicas y químicas de los materiales fertilizantes.

Un fertilizante químico edáfico es un producto manufacturado que contiene cantidades sustanciales de uno o más de los elementos esenciales primarios. El proceso de producción industrial suele involucrar reacciones químicas, pero también puede consistir simplemente en la refinación de las fuentes fertilizantes naturales. Existen abonos compuestos resultantes de la reacción química de ingredientes o materias primas, normalmente, la producción de este tipo de abonos requiere de un montaje industrial relativamente complicado que recibe el producto resultante. En esencia, el fertilizante complejo difiere del mezclado en que cada una de sus partículas presentará la misma composición de N, P y K. Por el contrario, la composición de una partícula en un fertilizante compuesto producido mediante mezcla física será la del ingrediente de la mezcla al cual pertenece.

En el presente proyecto se aplicará un Fertilizante Granulado Edáfico, este material fertilizante en el cual las partículas están constituidas por gránulos de diámetro variable que oscilan generalmente entre 2 y 4 mm. En general, el término granular no implica un proceso específico para obtener la granulación, ya que esta puede lograrse mediante la agregación de partículas pequeñas, fraccionamiento y tamizado de fragmentos grandes y control del tamaño del cristal en los procesos de cristalización (Nutrimon Abonos, 2004).

2.2.1. Clasificación de los fertilizantes químicos.

(Infoagro.com, s.f.) Indica que los fertilizantes químicos se clasifican en los siguientes grupos principales:

- Abonos minerales con elementos principales (sólidos).
- Abonos minerales con elementos principales (líquidos).
- Abonos minerales con elementos secundarios (abonos que contienen calcio, magnesio o azufre como elemento fundamental).
- Abonos minerales con micro elementos.

- Enmiendas minerales.
- Abonos orgánicos, organominerales y enmiendas orgánicas.
- Otros fertilizantes y afines.

2.2.2. Ventajas de los fertilizantes químicos.

(PROCAFE, 2010) Menciona que los fertilizantes en formulas físicas nos genera las siguientes ventajas:

- Permite una nutrición balanceada de N, P y K y/o combinaciones, según el requerimiento o necesidad del cultivo.
- Puede prepararse artesanal y mecánicamente.
- Tiene menor volumen y peso, con respecto a una formula química.
- Puede utilizarse para fertilizar vivero, plantía, cafetal adulto, frutales y otros cultivos.

2.3. Bioestimulantes

2.3.1. Características de los bioestimulantes

Los bioestimulantes son productos innovadores que justifican una mirada distinta al mundo de las plantas, como organismos vivos inteligentes; son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo, esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la agricultura convencional y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción (Villa, 2013).

(Agrobeta.com, 2013) indica que dentro de las características fundamentales que poseen los bioestimulantes son las siguientes:

Los bioestimulantes son moléculas con una amplia gama de estructuras, pueden estar compuestos por hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, tales como aminoácidos y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento de plantas, así como para superar períodos de estrés. Las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y que se trasladan hasta otra zona donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy bajas dosis. Las estimuladoras o reguladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, gibelinas y citoquininas. Otros dos grupos hormonales son el etileno y el ácido abcísico.

Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en nuestra agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas. También en menor medida, se comercializan productos equivalentes derivados de extractos vegetales terrestres. La bioestimulación es la entrega en pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, de tal forma que ahorra a las plantas gastos energéticos innecesarios en momentos de estrés tales como trasplantes, falta de agua, etc.

(Infojardin, 2010) señalan que “en general la fertilización foliar reúne una serie de estrategias para el aporte de sustancias o soluciones de elementos esenciales en la planta vía aérea encaminadas a mejorar directamente los procesos de absorción, transporte y transformación de los nutrientes en la hoja, tallos o frutos, donde se aprovecha los mecanismos de toma pasiva y activa que ocurren en estos órganos. El uso de bioestimulantes foliar se refiere a la aplicación externa de sustancias en baja concentración generalmente menor al 0,25 % bien sea para activar o retardar procesos fisiológicas específicos principalmente en el crecimiento o para contrarrestar demandas energéticas o activación puntual de procesos en el desarrollo y sostenimiento de estructuras”.

2.3.2. Clasificación de los bioestimulantes

La hormonas resulta ser el “derivado del conocimiento de las hormonas naturales o sustancias inductoras producidas por las plantas y sus efectos sobre el desarrollo y productividad de las mismas, han surgido en el mercado un sin número de bioestimulantes (productos sintéticos y/o complejos que emulan a dichas hormonas química y funcionalmente), así como algunos extractos de origen vegetal y marino que contienen algunas de esas hormonas naturales y los cuales son empleados en aplicaciones exógenas, con fines de lograr alguna ventaja comercial o competitiva. Los grupos de compuestos hormonales descubiertos y reportados hasta el momento y que tienen un impacto significativo sobre el desarrollo y manejo en los cultivos son los siguientes: Auxinas, Gibelinas, Citocininas, Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Salicilatos, Jasmonatos. En la actualidad las técnicas de nutrición y fertilización edáfica o fertirriego tienden a ser específicas, en el caso de la nutrición foliar de nutrientes no es la excepción. La fertilización foliar específica debe complementar el manejo

edáfico y promover un adecuado crecimiento y desarrollo en las estructuras de la planta como herramienta que promueva la optimización de la producción y calidad en cultivos” (Infojardin, 2010).

2.3.3. Ventajas de los bioestimulantes.

(Ainia, 2013) indica que dentro de las ventajas que aportan los bioestimulantes son las siguientes:

- Menor costo. La materia prima de la que se obtiene, suelen ser subproductos o con productos de la industria alimentaria.
- Alternativa a los compuestos químicos.
- Mejora del rendimiento de los cultivos.
- Bioestimulantes a la carta. Diseño en función de las características de los cultivos y las mejoras que se quieren obtener.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental.

La presente investigación se realizó en la comunidad de Puntales Bajo, parroquia Bolívar, Cantón Bolívar de la provincia del Carchi. Ecuador. El área se encuentra localizada a 0°8'29" de latitud norte, 77°42'35" de longitud oeste y a una altitud de 2600 msnm.

La zona presenta características climatológicas con promedios anuales de: clima templado húmedo con temperatura promedio anual de 14 °C, humedad relativa de 81 %, Los vientos son moderados con velocidad media de 3.00m/seg, suelos son poco profundos, bien drenados de textura franco arcillosa, con un pH ligeramente alcalino.

3.2. Material genético

Se utilizó tubérculos de semilla de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) variedad amarilla proveniente de la área de estudio.

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: cultivo de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) variedad amarilla.

Variable independiente: dosis de fertilizantes edáficos (N, P, K) y aplicación de bioestimulantes (Bio-Stim, Bio-Zime y Bio-Energía).

3.4. Métodos

Se emplearon los métodos teóricos: Inductivo-deductivo, análisis síntesis y el empírico llamado experimental.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por dosis de fertilizantes químicos edáficos a base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y bioestimulantes Bio-Stim, Bio-Zime y Bio-Energía, tal como se detalla a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes
T1	120-300-240	Bio-Stim
T2	120-300-240	Bio-Zime
T3	120-300-240	Bio-Energía
T4	80-200-160	Bio-Stim
T5	80-200-160	Bio-Zime
T6	80-200-160	Bio-Energía
T7	40-100-160	Bio-Stim
T8	40-100-160	Bio-Zime
T9	40-100-160	Bio-Energía
T10 (Testigo)	-	-

3.6. Diseño experimental

La presente investigación se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con diez tratamientos y tres repeticiones.

Las comparaciones de los promedios se efectuaron mediante la prueba de rangos mínimos de Duncan al 5 % de probabilidad.

3.6.1. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)
Total	29
Tratamientos	9
Bloques	2
Error experimental	18

3.6.2. Características del sitio experimental.

Descripción	Medidas
Área total	598,00 m ²
Área de cada unidad experimental	3,5 x 3 = 10,5 m ²
Área neta de cada unidad experimental	2,0 x 2,1 = 4,2 m ²
Distancia entre plantas	0,25 m
Distancia entre líneas de siembra	0,70 m
Distancia entre bloques	1 m
Número de plantas unidad experimental	60

3.7. Manejo del experimento

Para el desarrollo del cultivo se efectuaron las labores siguientes:

3.7.1. Preparación del campo experimental.

Se utilizó tractor para efectuar un pase de arada y dos de rastrada. Una vez preparado el suelo se procedió a la realización de toma de muestras de suelo para el análisis respectivo, para esto se recolectó diez sub muestras tomadas en zigzag se mezcló y se envió una sola muestra para el análisis desuelo en laboratorio del INIAP en Santa Catalina.

3.7.2. Delimitación de las parcelas

Se realizó con estacas y piola y el surcado en forma manual utilizando azadón.

3.7.3. Siembra

Se utilizó semillas clasificadas en tamaño uniformes y de peso promedio a 35 g/tubérculo, la

densidad de siembra fue 25 x 70 cm entre plantas y surco respectivamente.

3.7.4. Fertilización.

La incorporación de los fertilizantes se realizó de acuerdo a la dosis planteada en los tratamientos y calculado por el área de cada unidad experimental. Se efectuó la fertilización durante el establecimiento y desarrollo del cultivo: al momento de la siembra con fósforo y potasio, luego con nitrógeno a los treinta días y sesenta días.

3.7.5. Control de malezas y aporque.

El control de malezas se lo realizó mediante escardas manuales entre los veinte cincuenta y ochenta días después de emergencia del cultivo, con esta labor se procedió a un aporque de tierra para fortalecer mejor el desarrollo de tubérculos.

3.7.6. Aplicación foliar de los bioestimulantes.

Se realizaron tres aplicaciones foliares a partir de los 30, 60 y 90 días después de la emergencia (dde) del cultivo; para esta labor se utilizó una bomba de mochila manual con capacidad de 20 litros.

3.7.7. Riego.

El riego a partir de la siembra se realizó cada diez días dependiendo el requerimiento y las condiciones medioambientales que se presentaron durante el desarrollo del cultivo.

3.7.8. Control de plagas

Antes de la siembra se desinfectaron los tubérculos con Vitavax, en dosis de 5 g/l de agua posteriormente se aplicó Avamectina en dosis de 0.30 ml/l a los 40 días después de la emergencia. Para prevenir otras plagas se utilizó Acefato, en dosis de .4 g/l de agua a los 50 días después de la emergencia del cultivo

3.7.9. Cosecha.

Se realizó en forma manual cuando el cultivo presentó madurez comercial es decir entre los 157 a 169 días después de la emergencia.

3.8. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos se evaluaron los datos siguientes:

3.8.1. Porcentaje de germinación.

Se anotó el porcentaje de germinación a partir de las tres semanas después de la siembra en las diferentes unidades experimentales.

3.8.2. Días a la floración.

Se determinó, contando los días transcurrido en el momento que el cultivo tuvo el 50% de floración en cada una de las unidades experimentales.

3.8.3. Longitud de planta.

Se registró en cm, desde la base del tallo hasta la parte apical a partir de los 30, 60 y noventa días después de la germinación.

3.8.4. Días a la maduración

Se identificó los días a la maduración a partir de la caída de hojas y de haber cumplido el ciclo vegetativo.

3.8.5. Rendimiento por categoría

Se cosechó en forma manual cuando el cultivo cumplió su periodo de maduración y se lo realizó considerando la clasificación por categorías de primera, segunda y tercera. El rendimiento se lo registró en kg de la parcela neta de cada unidad experimental, los resultados se expresaran en kg/ha.

3.8.6. Análisis económico

Se realizó de conformidad con la metodología del presupuesto parcial considerando la producción, la venta, costos fijos y variables para calcular el beneficio neto.

IV. RESULTADOS

4.1. Porcentaje de germinación

En el cuadro 2, se registran los valores promedios de porcentaje de germinación, donde se observó que el análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas, el promedio general 99,75 y el coeficiente de variación 0,42 %.

El mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos que se aplicó 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio - Zime, Bio – Energía; 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim; 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio - Zime, Bio – Energía, igual estadísticamente a 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Zime, Bio – Energía y todos ellos superiores estadísticamente al testigo absoluto sin aplicación de fertilizantes y bioestimulantes con 98,0 %

4.2. Días a floración

La variable días a floración reportó diferencias altamente significativas, según el análisis de varianza (Cuadro 3).

El testigo absoluto floreció a los 122 días, siendo superior estadísticamente al resto de tratamientos. El tratamiento que se aplicó 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Stim tardó en florecer a los 110 días.

El promedio general fue 114 días y el coeficiente de variación 1,90 %.

4.3. Días a maduración

En la variable días a maduración, el cultivo de mashua maduró con un promedio de 163 días. El testigo absoluto sin aplicación de fertilizantes y bioestimulantes maduró a los 168 días, con superioridad estadística al resto de tratamientos, reportándose el tratamiento que se aplicó 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Energía con maduración precoz con 159 días.

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 0,94 %.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Porcentaje de germinación
T1	120-300-240	Bio-Stim	100,0 a
T2	120-300-240	Bio-Zime	100,0 a
T3	120-300-240	Bio-Energía	100,0 a
T4	80-200-160	Bio-Stim	100,0 a
T5	80-200-160	Bio-Zime	99,3 a
T6	80-200-160	Bio-Energía	99,7 a
T7	40-100-160	Bio-Stim	100,0 a
T8	40-100-160	Bio-Zime	100,0 a
T9	40-100-160	Bio-Energía	100,0 a
T10 (Testigo)	-	-	98,0 b
Promedio general			99,7
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			0,42 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

Cuadro 3. Días a floración y maduración, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Días a floración	Días a maduración
T1	120-300-240	Bio-Stim	110 e	160 de
T2	120-300-240	Bio-Zime	113 cde	162 cde
T3	120-300-240	Bio-Energía	112 de	159 e
T4	80-200-160	Bio-Stim	112 de	161 cde
T5	80-200-160	Bio-Zime	114 bcd	164 bc
T6	80-200-160	Bio-Energía	114 bcde	162 bcd
T7	40-100-160	Bio-Stim	115 bcd	165 b
T8	40-100-160	Bio-Zime	116 bc	161 de
T9	40-100-160	Bio-Energía	118 b	165 b
T10 (Testigo)	-	-	122 a	168 a
Promedio general			114	163
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación			1,90 %	0,94 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

4.4. Longitud de planta

La variable longitud de la planta a los 30, 60 y 90 días obtuvo diferencias altamente significativas, los promedios generales fueron 7,1; 51,5 y 89,4 cm y los coeficientes de variación 3,99; 2,55 y 0,98 % (Cuadro 4).

A los 30 días, la mayor longitud de planta (7,7 cm) se presentó con la aplicación de 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Energía, estadísticamente igual a los tratamientos que se usó 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio – Zime; 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio - Zime, Bio – Energía y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el testigo absoluto el de menor longitud de planta (5,0 cm).

A los 60 días, el uso de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio - Zime, registró 54,6 cm de longitud de planta, estadísticamente igual a los tratamientos que se empleó 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Stim; 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio - Zime, Bio – Energía; 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio – Energía y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El testigo absoluto presentó 38,4 cm.

El uso de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Zime sobresalió con 93,9 cm a los 90 días, estadísticamente igual a las aplicaciones de 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Energía; 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio - Zime, Bio – Energía; 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio – Energía y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el testigo absoluto de menor valor con 59,3 cm.

Cuadro 4. Longitud de planta a los 30, 60 y 90 días, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Longitud de planta (cm)		
			30 días	60 días	90 días
T1	120-300-240	Bio-Stim	7,6 a	53,8 a	91,1 b
T2	120-300-240	Bio-Zime	7,4 ab	50,5 b	91,2 b
T3	120-300-240	Bio-Energía	7,7 a	50,6 b	93,6 a
T4	80-200-160	Bio-Stim	7,5 ab	52,6 ab	93,5 a
T5	80-200-160	Bio-Zime	7,3 ab	52,1 ab	92,4 ab
T6	80-200-160	Bio-Energía	7,3 ab	53,3 a	93,3 a
T7	40-100-160	Bio-Stim	7,0 b	54,2 a	92,5 ab
T8	40-100-160	Bio-Zime	7,0 b	54,6 a	93,9 a
T9	40-100-160	Bio-Energía	7,1 b	54,5 a	93,0 a
T10 (Testigo)	-	-	5,0 c	38,4 c	59,3 c
Promedio general			7,1	51,5	89,4
Significancia estadística			**	**	**
Coeficiente de variación			3,99 %	2,55 %	0,98 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

4.5. Rendimiento

En el Cuadro 5, se registran los valores de rendimiento en la primera, segunda y tercera categoría. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas en la primera y segunda categoría y no se presentaron diferencias significativas en la tercera categoría. Los promedios generales fueron 11233,3; 6066,7 y 4166,7 kg/ha y los coeficientes de variación 21,18; 13,94 y 23,14 %.

En la primera categoría, la aplicación de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Energía obtuvo 17333,3 kg/ha, estadísticamente igual a los tratamientos que se usó 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio – Zime, Bio – Energía; 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Zime y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el testigo absoluto el de menor rendimiento con 6333,3 kg/ha.

En la segunda categoría, el uso de 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio - Energía, alcanzó 7333,3 kg/ha, estadísticamente igual a los tratamientos que se empleó 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio - Zime, Bio – Energía; 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con los bioestimulantes Bio - Stim, Bio – Zime y el testigo absoluto y todos ellos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, reportando el menor rendimiento el uso de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Zime con 5000 kg/ha.

El empleo de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Zime y el testigo absoluto alcanzaron 5000,0 kg/ha y el uso de 120 kg/ha de N + 300 kg/ha de P + 240 kg/ha de K y 80 kg/ha de N + 200 kg/ha de P + 160 kg/ha de K, ambos con el bioestimulante Bio – Zime registraron 3666,7 kg/ha, esto en la tercera categoría.

Cuadro 5. Rendimiento en la primera, segunda y tercera categoría, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Rendimiento (kg/ha)		
			1° categoría	2° categoría	3° categoría
T1	120-300-240	Bio-Stim	12666,7 bc	6000,0 abc	4000,0
T2	120-300-240	Bio-Zime	6000,0 e	6000,0 abc	3666,7
T3	120-300-240	Bio-Energía	11333,3 cd	6666,7 ab	4000,0
T4	80-200-160	Bio-Stim	7666,7 de	6000,0 abc	4000,0
T5	80-200-160	Bio-Zime	13666,7 abc	6000,0 abc	3666,7
T6	80-200-160	Bio-Energía	13333,3 abc	7333,3 a	4333,3
T7	40-100-160	Bio-Stim	7666,7 de	5666,7 bc	4000,0
T8	40-100-160	Bio-Zime	16333,3 ab	5000,0 c	5000,0
T9	40-100-160	Bio-Energía	17333,3 a	5666,7 bc	4000,0
T10 (Testigo)	-	-	6333,3 e	6333,3 abc	5000,0
Promedio general			11233,3	6066,7	4166,7
Significancia estadística			**	**	Ns
Coeficiente de variación			21,18 %	13,94 %	23,14 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

4.6. Análisis económico

El costo fijo y análisis económico/ha se observa en los Cuadros 6 y 7. Se observó una inversión (costos fijos) de \$ 1298,85 y según el cuadro de costos variables se presentó un beneficio neto de \$ 5603,89 con la aplicación de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Energía.

Cuadro 6. Costos fijos/ha, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”.
FACIAG - UTB. 2016

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Valor Total
Alquiler de terreno	Ha	1	150,00	150,00
Análisis de Suelo	Ha	1	50,00	50,00
Compra de materiales	U	10	5,00	50,00
Transportes	Fletes	2	15,00	30,00
Preparación de suelo				0,00
Rastra	U	3	20,00	60,00
Siembra manual	Jornales	4	15,00	60,00
Monitoreo	Jornales	1	15,00	15,00
Control de malezas				0,00
Primer control	Jornales	3	15,00	45,00
Segundo control	Jornales	3	15,00	45,00
Tercer control	Jornales	3	15,00	45,00
Cuarto control	Jornales	3	15,00	45,00
Control fitosanitario				0,00
Vitavax	gramos	800	9,00	9,00
Avamectina	ml	100	12,00	12,00
Acefato	Gramos	1	6,00	6,00
Aplicaciones	Jornales	3	15,00	45,00
Cosecha	Jornales	30	15,00	450,00
Riegos	Jornales	8	15	120,00
Subtotal				1237,00
Imprevistos (5%)				61,85
Total Costo Fijo				1298,85

Cuadro 7. Análisis económico/ha, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Rend. kg/ha (1°, 2° y 3° categoría)	qq/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)					Beneficio neto (USD)
						Fijos	Variables			Total	
							Costo de los fertilizantes	Costo de los bioestimulantes	Jornales para tratamientos		
T1	120-300-240	Bio-Stim	22666,7	498,7	6234,0	1298,85	646,00	30,00	180,00	2154,85	4079,11
T2	120-300-240	Bio-Zime	15666,7	344,7	4308,8	1298,85	646,00	33,00	180,00	2157,85	2150,91
T3	120-300-240	Bio-Energía	22000,0	484,0	6050,6	1298,85	646,00	30,00	180,00	2154,85	3895,76
T4	80-200-160	Bio-Stim	17666,7	388,7	4858,8	1298,85	455,00	30,00	180,00	1963,85	2894,97
T5	80-200-160	Bio-Zime	23333,3	513,4	6417,3	1298,85	455,00	33,00	180,00	1966,85	4450,46
T6	80-200-160	Bio-Energía	25000,0	550,1	6875,7	1298,85	455,00	30,00	180,00	1963,85	4911,84
T7	40-100-160	Bio-Stim	17333,3	381,4	4767,1	1298,85	313,00	30,00	180,00	1821,85	2945,29
T8	40-100-160	Bio-Zime	26333,3	579,4	7242,4	1298,85	313,00	33,00	180,00	1824,85	5417,54
T9	40-100-160	Bio-Energía	27000,0	594,1	7425,7	1298,85	313,00	30,00	180,00	1821,85	5603,89
T10 (Testigo)	-	-	17666,7	388,7	4858,8	1298,85	0,00	0,00	0,00	1298,85	3559,97

Urea (50 kg) = \$ 23,00

DAP (50 kg) = \$ 24,00

Muriato de potasio (50 kg) = \$ 24,50

Jornal = \$ 15,00

Costo de mashua (50 kg) = \$ 12,50

Bio-Stim (L) = \$ 10,00

Bio-Zime (L) = \$ 11,00

Bio-Energía (L) = \$ 10,00

V. DISCUSIÓN

Los tratamientos combinados entre fertilizantes químicos y bioestimulantes obtuvieron buenos resultados, en porcentaje de germinación y características agronómicas, como días a floración, maduración, longitud de planta (PROCAFE, 2010) informa que las ventajas de los fertilizantes en formulas físicas permiten una nutrición balanceada de N, P y K y/o combinaciones, según el requerimiento o necesidad del cultivo, tiene menor volumen y peso. Con respecto a una formula química, puede utilizarse para fertilizar vivero, cafetal adulto, frutales y otros cultivos, conjuntamente con los bioestimulantes que son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además mejorar su metabolismo, esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la agricultura convencional y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción (Villa, 2013).

Los rendimientos se evidenciaron con la aplicación del producto bioestimulante Bio-Energía, ya que (Agrobeta.com, 2013) indica que dentro de las características fundamentales que poseen los bioestimulantes por ser moléculas con una amplia gama de estructuras pudiendo estar compuestos por hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, tales como aminoácidos y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento de plantas, así como para superar períodos de estrés. Las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y que se trasladan hasta otra zona donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy bajas dosis. Las estimuladoras o reguladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, gibelinas y cito quininas. Otros dos grupos hormonales son el etileno y el ácido abcísico.

En todas las aplicaciones se obtuvieron ganancia (beneficio neto) debido a que (Ainia, 2013) indica que dentro de las ventajas que aportan los bioestimulantes se presentan: Menor costo. La materia prima de la que se obtiene, suelen ser subproductos o con productos de la industria alimentaria; alternativa a los compuestos químicos; mejora del rendimiento de los cultivos y son bioestimulantes a la carta. Diseño en función de las características de los cultivos y las mejoras que se quieren obtener.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados expuestos, se concluye:

- Las dosis de fertilizantes químicos edáficos, combinadas con tres bioestimulantes presentaron resultados favorables en el rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*).
- Todos los tratamientos obtuvieron excelente porcentaje de germinación.
- El testigo absoluto fue el tratamiento que tardó en florecer y madurar.
- La aplicación de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio – Zime reportó mayor longitud de planta a los 60 y 90 días.
- El mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto lo consiguió la aplicación de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K utilizando el bioestimulante Bio-Energía con 17333,3 kg/ha y \$ 5603,89.

Entre las recomendaciones se citan las siguientes:

- Aplicar 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K utilizando el bioestimulante Bio-Energía para obtener excelentes rendimientos en el cultivo de la mashua.
- Efectuar investigaciones en cultivos de tubérculos no tradicionales.
- Realizar la misma investigación en otra zona, con la finalidad de comparar resultados.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad de Puntales Bajo, parroquia Bolívar, Cantón Bolívar de la provincia del Carchi. El área se encuentra localizada a 0°8'29" de latitud norte, 77°42'35" de latitud oeste y a una altitud de 2600 msnm. La zona presenta características climatológicas con promedios anuales de clima templado húmedo con temperatura promedio anual de 14 °C y una humedad relativa de 81 %.

Se utilizó tubérculos de semilla de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) variedad amarilla proveniente de la zona de estudio. Los objetivos planteados fueron evaluar el efecto de la fertilización edáfica y bioestimulantes en el comportamiento agronómico del cultivo de mashua, determinar la dosis adecuada de fertilizante para el cultivo y analizar económicamente los tratamientos.

Los tratamientos estuvieron conformados por dosis de fertilizantes edáficos a base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en dosis de 120-300-240; 80-200-160; 40-100-160 kg/ha y bioestimulantes Bio-Stim, Bio-Zime y Bio-Energía más un testigo absoluto. Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con diez tratamientos y tres repeticiones. Las comparaciones de los promedios se efectuaron mediante la prueba de rangos mínimos de Duncan al 5 % de probabilidad.

Para el desarrollo del cultivo se efectuaron las labores de preparación del campo experimental, delimitación de las parcelas, siembra, fertilización, control de malezas y aporque, aplicación foliar de los bioestimulantes, riego, control de plagas y enfermedades y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos se evaluaron los datos de porcentaje de germinación, días a la floración, longitud de planta, días a la maduración, rendimiento por categoría y análisis económico.

Por los resultados expuestos, se determinó que las dosis de fertilizantes edáficos, combinadas con tres bioestimulantes presentaron resultados favorables en el rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*); todos los tratamientos obtuvieron excelente porcentaje de germinación; el testigo absoluto fue el tratamiento que tardó en florecer y madurar; la aplicación de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K con el bioestimulante Bio –

Zime reportó mayor longitud de planta a los 60 y 90 días y el mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto lo consiguió la aplicación de 40 kg/ha de N + 100 kg/ha de P + 160 kg/ha de K utilizando el bioestimulante Bio-Energía con 17333,3 kg/ha y \$ 5603,89.

VIII.SUMMARY

This research was conducted in the Struts community Bajo, Canton Bolivar, Bolivar parish in the province of Carchi. The area is located 008'29,92 "north latitude, 77042'35" west latitude and at an altitude of 2600 meters. The area has climatic characteristics with annual averages of humid temperate climate with average annual temperature of 14 0C and a relative humidity of 81%.

Mashua seed tubers (*Tropaeolum tuberosum*) from black variety of the study area were used. The objectives were to evaluate the effect of soil and fertilization bioestimulantes agronomic performance culture mashua, determine the appropriate dose of fertilizer for growing and economically analyze treatments.

The treatments were composed by doses of soil based fertilizers Nitrogen, phosphorus and potassium in doses of 120-300-240; 80-200-160; 40-100-160 kg / ha and bioestimulantes Bio-Stim, Bio-Bio-Energy Zime and more an absolute control. Design Randomized Complete Block (DBCA) with ten treatments and three replications was used. Comparisons of averages were carried out by testing ranges Duncan minimum 5% probability.

Crop development for the preparatory work of the experimental field, delimitation of the plots, planting, fertilizing, weeding and hoeing, foliar application of bio-stimulants, irrigation, pest and disease control and harvesting were made. To estimate the effects of treatment data germination percentage, days to flowering, plant length, days to maturity, performance by category and economic analysis were evaluated.

For the results presented, it was determined that the doses of soil fertilizer, combined with three bioestimulantes favorable results in crop yield mashua (*Tropaeolum tuberosum*); all treatments obtained excellent germination percentage; the absolute control was the treatment that took to blossom and mature; the application of 40 kg / ha of N + 100 kg / ha of P + 160 kg / ha of K with bioestimulante Bio - Zime reported longer plant at 60 and 90 days and the increased crop yield and net profit as got the application of 40 kg / ha of N + 100 kg / ha of P + 160 kg / ha of K using the Bio-Energy bioestimulante 17333.3 kg / ha and \$ 5603.89.

IX. LITERATURA CITADA

- Agrobeta.com. (11 de 09 de 2013). *http://www.agrobeta.com*. Recuperado el 13 de 10 de 2014, de Los Bioestimulantes: <http://www.agrobeta.com/agrobetablog/2013/09/los-bioestimulantes/#.VEgDAyKG8yc>
- Ainia. (23 de 01 de 2013). *Bioestimulantes, alternativa a los compuestos químicos*. Recuperado el 21 de 10 de 2014, de Bioestimulantes, alternativa a los compuestos químicos: <http://tecnoalimentalia.ainia.es/web/tecnoalimentalia/ultimas-tecnologias/-/articulos/rT64/content/bioestimulantes-alternativa-a-los-compuestos-quimicos>
- FAO. (2014). *FAO*. Recuperado el 09 de 10 de 2014, de Tubérculos Andinos: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_2.htm
- Giannoni, D. (2002). *Cultivos Andinos*. Quito: La Oveja.
- Giannoni, D. (s.f.). *Peru ecologico*. Recuperado el 09 de 10 de 2014, de Morfología de la mashua: http://www.peruecologico.com.pe/flo_mashua_1.htm
- Infoagro.com. (s.f.). *http://www.infoagro.com*. Recuperado el 13 de 10 de 2014, de <http://www.infoagro.com/abonos>:
http://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes.htm
- Infojardin. (13 de 01 de 2010). *http://www.infojardin.com*, Manuel Iván Gómez Sánchez y Hugo E. Castro Franco. Recuperado el 21 de 10 de 2014, de MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR Y BIOESTIMULANTES: <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=179040>
- Nutrimon Abonos. (2004). *PROPIEDADES GENERALES DE LOS FERTILIZANTES SÓLIDOS MANUAL TÉCNICO* (Cuarta edición ed.). BOGOTA - COLOMBIA: Justo L. García Noriega.
- PROCAFE. (2010). *Hoja tecnica*. Recuperado el 13 de 10 de 2014, de Que ess la fertilización química: <http://www.procafe.com.sv/menu/publicafe/MezclaFisicaFertiliza.pdf>
- Villa, M. (16 de Mayo de 2013). *Biotecnologia*. Recuperado el 13 de 10 de 2014, de Los

bioestimulantes: <http://comunidad.ainia.es/web/ainiacomunidad/blogs/biotecnologia/-/articulos/Dfu9/content/bioestimulantes-para-plantas-de-raices-inteligentes-1>

ANEXOS

Cuadros de resultados

Cuadro 8. Porcentaje de germinación, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	100,0	100,0	100,0	100,0
T2	120-300-240	Bio-Zime	100,0	100,0	100,0	100,0
T3	120-300-240	Bio-Energía	100,0	100,0	100,0	100,0
T4	80-200-160	Bio-Stim	100,0	100,0	100,0	100,0
T5	80-200-160	Bio-Zime	98,0	100,0	100,0	99,3
T6	80-200-160	Bio-Energía	100,0	99,0	100,0	99,7
T7	40-100-160	Bio-Stim	100,0	100,0	100,0	100,0
T8	40-100-160	Bio-Zime	100,0	100,0	100,0	100,0
T9	40-100-160	Bio-Energía	100,0	100,0	100,0	100,0
T10 (Testigo)	-	-	98,0	98,0	98,0	98,0

Cuadro 9. Análisis de varianza de porcentaje de germinación, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	10,97	9	1,22	7,00	
Repeticiones	0,20	2	0,10	0,57	
Error experimental	3,13	18	0,17		
Total	<u>14,30</u>	<u>29</u>			

Cuadro 10. Días a floración, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”.

FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	105	115	111	110
T2	120-300-240	Bio-Zime	113	112	116	113
T3	120-300-240	Bio-Energía	114	111	111	112
T4	80-200-160	Bio-Stim	113	112	111	112
T5	80-200-160	Bio-Zime	116	113	115	114
T6	80-200-160	Bio-Energía	115	114	113	114
T7	40-100-160	Bio-Stim	115	116	114	115
T8	40-100-160	Bio-Zime	114	117	118	116
T9	40-100-160	Bio-Energía	118	119	117	118
T10 (Testigo)	-	-	122	123	123	122

Cuadro 11. Análisis de varianza de días a floración, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	336,13	9	37,35	7,92	
Repeticiones	2,47	2	1,23	0,26	
Error experimental	84,87	18	4,71		
Total	<u>423,47</u>	<u>29</u>			

Cuadro 12. Días a maduración, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”.

FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	163	160	158	160
T2	120-300-240	Bio-Zime	161	161	163	162
T3	120-300-240	Bio-Energía	160	158	159	159
T4	80-200-160	Bio-Stim	162	164	158	161
T5	80-200-160	Bio-Zime	164	165	162	164
T6	80-200-160	Bio-Energía	162	163	161	162
T7	40-100-160	Bio-Stim	165	165	164	165
T8	40-100-160	Bio-Zime	163	159	160	161
T9	40-100-160	Bio-Energía	164	165	165	165
T10 (Testigo)	-	-	168	168	168	168

Cuadro 13. Análisis de varianza de días a maduración, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	190,53	9	21,17	9,02	
Repeticiones	10,40	2	5,20	2,21	
Error experimental	42,27	18	2,35		
Total	<u>243,20</u>	<u>29</u>			

Cuadro 14. Longitud de planta a los 30 días, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	7,3	7,7	7,9	7,6
T2	120-300-240	Bio-Zime	6,8	7,5	7,8	7,4
T3	120-300-240	Bio-Energía	7,7	7,7	7,6	7,7
T4	80-200-160	Bio-Stim	7,7	7,5	7,3	7,5
T5	80-200-160	Bio-Zime	7,6	7,1	7,1	7,3
T6	80-200-160	Bio-Energía	7,3	7,2	7,3	7,3
T7	40-100-160	Bio-Stim	7,0	7,1	7,0	7,0
T8	40-100-160	Bio-Zime	6,9	6,8	7,4	7,0
T9	40-100-160	Bio-Energía	7,0	7,1	7,1	7,1
T10 (Testigo)	-	-	5,3	5,1	4,6	5,0

Cuadro 15. Análisis de varianza de longitud de planta a los 30 días, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	15,93	9	1,77	22,11	
Repeticiones	0,01	2	0,01	0,08	
Error experimental	1,44	18	0,08		
Total	<u>17,38</u>	<u>29</u>			

Cuadro 16. Longitud de planta a los 60 días, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	55,7	52,9	52,8	53,8
T2	120-300-240	Bio-Zime	50,7	50,2	50,6	50,5
T3	120-300-240	Bio-Energía	50,8	50,3	50,8	50,6
T4	80-200-160	Bio-Stim	52,1	53,2	52,5	52,6
T5	80-200-160	Bio-Zime	50,7	50,5	55,1	52,1
T6	80-200-160	Bio-Energía	52,2	55,1	52,5	53,3
T7	40-100-160	Bio-Stim	55,4	54,5	52,8	54,2
T8	40-100-160	Bio-Zime	54,2	54,9	54,6	54,6
T9	40-100-160	Bio-Energía	55,5	54,5	53,4	54,5
T10 (Testigo)	-	-	38,7	38,6	37,8	38,4

Cuadro 17. Análisis de varianza de longitud de planta a los 60 días, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	629,61	9	69,96	40,76	
Repeticiones	0,48	2	0,24	0,14	
Error experimental	30,90	18	1,72		
Total	<u>660,99</u>	<u>29</u>			

Cuadro 18. Longitud de planta a los 90 días, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	92,9	90,3	90,2	91,1
T2	120-300-240	Bio-Zime	90,5	92,6	90,5	91,2
T3	120-300-240	Bio-Energía	93,6	93,6	93,5	93,6
T4	80-200-160	Bio-Stim	93,9	92,6	94,1	93,5
T5	80-200-160	Bio-Zime	91,7	91,9	93,6	92,4
T6	80-200-160	Bio-Energía	93,5	93,6	92,7	93,3
T7	40-100-160	Bio-Stim	92,2	92,4	92,8	92,5
T8	40-100-160	Bio-Zime	93,1	94,2	94,3	93,9
T9	40-100-160	Bio-Energía	93,8	92,5	92,8	93,0
T10 (Testigo)	-	-	59,6	58,8	59,6	59,3

Cuadro 19. Análisis de varianza de longitud de planta a los 90 días, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	3033,59	9	337,07	440,44	
Repeticiones	0,28	2	0,14	0,18	
Error experimental	13,78	18	0,77		
Total	<u>3047,65</u>	<u>29</u>			

Cuadro 20. Rendimiento primera categoría, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	13000,0	13000,0	12000,0	12666,7
T2	120-300-240	Bio-Zime	7000,0	5000,0	6000,0	6000,0
T3	120-300-240	Bio-Energía	16000,0	7000,0	11000,0	11333,3
T4	80-200-160	Bio-Stim	8000,0	8000,0	7000,0	7666,7
T5	80-200-160	Bio-Zime	11000,0	15000,0	15000,0	13666,7
T6	80-200-160	Bio-Energía	13000,0	14000,0	13000,0	13333,3
T7	40-100-160	Bio-Stim	11000,0	6000,0	6000,0	7666,7
T8	40-100-160	Bio-Zime	20000,0	11000,0	18000,0	16333,3
T9	40-100-160	Bio-Energía	16000,0	18000,0	18000,0	17333,3
T10 (Testigo)	-	-	7000,0	5000,0	7000,0	6333,3

Cuadro 21. Análisis de varianza de rendimiento primera categoría, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	457366666,67	9	50818518,52	8,97	
Repeticiones	20066666,67	2	10033333,33	1,77	
Error experimental	101933333,33	18	5662962,96		
Total	<u>579366666,67</u>	<u>29</u>			

Cuadro 22. Rendimiento segunda categoría, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	6000,0	5000,0	7000,0	6000,0
T2	120-300-240	Bio-Zime	6000,0	6000,0	6000,0	6000,0
T3	120-300-240	Bio-Energía	6000,0	7000,0	7000,0	6666,7
T4	80-200-160	Bio-Stim	7000,0	5000,0	6000,0	6000,0
T5	80-200-160	Bio-Zime	7000,0	6000,0	5000,0	6000,0
T6	80-200-160	Bio-Energía	8000,0	6000,0	8000,0	7333,3
T7	40-100-160	Bio-Stim	6000,0	5000,0	6000,0	5666,7
T8	40-100-160	Bio-Zime	4000,0	6000,0	5000,0	5000,0
T9	40-100-160	Bio-Energía	5000,0	6000,0	6000,0	5666,7
T10 (Testigo)	-	-	6000,0	7000,0	6000,0	6333,3

Cuadro 23. Análisis de varianza de rendimiento segunda categoría, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	10533333,33	9	1170370,37	1,64	
Repeticiones	466666,67	2	233333,33	0,33	
Error experimental	12866666,67	18	714814,81		
Total	<u>23866666,67</u>	<u>29</u>			

Cuadro 24. Rendimiento tercera categoría, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

Tratamientos	Dosis de fertilizantes edáficos N-P-K (Kg/ha)	Bioestimulantes	Repeticiones			Promedio
			I	II	III	
T1	120-300-240	Bio-Stim	3000,0	4000,0	5000,0	4000,0
T2	120-300-240	Bio-Zime	2000,0	5000,0	4000,0	3666,7
T3	120-300-240	Bio-Energía	3000,0	3000,0	6000,0	4000,0
T4	80-200-160	Bio-Stim	4000,0	4000,0	4000,0	4000,0
T5	80-200-160	Bio-Zime	3000,0	5000,0	3000,0	3666,7
T6	80-200-160	Bio-Energía	4000,0	5000,0	4000,0	4333,3
T7	40-100-160	Bio-Stim	3000,0	5000,0	4000,0	4000,0
T8	40-100-160	Bio-Zime	4000,0	6000,0	5000,0	5000,0
T9	40-100-160	Bio-Energía	3000,0	5000,0	4000,0	4000,0
T10 (Testigo)	-	-	4000,0	4000,0	7000,0	5000,0

Cuadro 25. Análisis de varianza de rendimiento tercera categoría, en el ensayo: “Evaluación del rendimiento del cultivo de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) a tres dosis de fertilizantes edáficos y tres bioestimulantes”. FACIAG - UTB. 2016

FV	SC	GL	CM	F. Cal	F. Tab 0,05 – 0,01
Tratamientos	6166666,67	9	685185,19	0,74	
Repeticiones	11266666,67	2	5633333,33	6,06	
Error experimental	16733333,33	18	929629,63		
Total	<u>34166666,67</u>	<u>29</u>			

Fotografías



Fig. 1. Recolección de muestras para análisis de suelo.



Fig. 2. Preparación del terreno.



Fig. 3. Medición del terreno



Fig. 4. Delimitación de las parcelas.



Fig. 5. Estaquillado del terreno.



Fig. 6. Siembra de tubérculos de mashua.



Fig. 7. Etiquetado de las parcelas.



Fig. 8. Dosificando los fertilizantes para aplicación en las parcelas.



Fig. 9. Aplicación de los fertilizantes.



Fig. 10. Aplicación de los bioestimulantes.



Fig. 11. Evaluación de longitud de planta a los 60 días.



Fig. 12. Variable longitud de planta a los 90 días.



Fig. 13. Dosificación de los bioestimulantes



Fig. 14. Aplicación de los bioestimulantes



Fig. 15. Días a la floración



Fig. 16. Días a la maduración



Fig. 17. Cosecha por unidad experimental



Fig. 18. Pesa por unidad experimental