



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
Facultad en Ciencias Agropecuarias
Escuela de Ingeniería Agronómica

TESIS DE GRADO

Presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
como requisito previo para optar el título de:

Ingeniero Agrónomo

TEMA:

“RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES FERTILIZANTES QUÍMICOS Y UN
ABONO ORGÁNICO EN LA PRODUCCIÓN DE JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*
Rob.) EN LA ZONA DE OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA”

AUTOR:

JAIME ROBERTO MUENALA ANRANGO

DIRECTOR:

ING. AGR. RAÚL ARÉVALO VALLEJO

El Ángel – Carchi – Ecuador

-2014-

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
Facultad en Ciencias Agropecuarias
Escuela de Ingeniería Agronómica

Tesis de grado presentado al CITTE, como requisito previo a la obtención del
título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES FERTILIZANTES QUÍMICOS Y UN
ABONO ORGÁNICO EN LA PRODUCCIÓN DE JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*
Rob.) EN LA ZONA DE OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA”

APROBADO POR EL TRIBUNAL:

Ing. Agr. Msc. Oscar Mora Castro
PRESIDENTE

Ing. Agr. Msc. Joffre León Paredes
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Msc. Dalton Cadena Piedrahita
VOCAL PRINCIPAL

El Ángel – Carchi – Ecuador

2014

El contenido del presente documento de investigación, conceptos, cuadros estadísticos, resultados, conclusiones y recomendaciones es exclusiva responsabilidad de su autor

Jaime Roberto Muenala Anrango

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con amor y cariño a mi esposa, mi madre, mis suegros, quienes con su esfuerzo, consejos y dedicación me motivan todo emprendimiento en mi existir; junto a Dios que siempre me guía por el camino del bien concediéndome las fuerzas suficientes para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

De manera especial dedico a mi esposa Janneth Yacelga, que ha depositado en mí toda su confianza brindándome su apoyo moral, espiritual de manera incondicional a mi hijo Justin Muenala, quienes sabrán valorar y apreciar los logros alcanzados, donde estoy plenamente seguro de contar con las cualidades y diferencias para enfrentar en el futuro.

Jaime Roberto Muenala Anrango

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a Dios por darme salud y vida

A la Universidad Técnica de Babahoyo - Facultad de Ciencias Agropecuarias y la Escuela de Ingeniería agronómica por ser parte de la oportunidad de formación académica y culminar con éxito la carrera profesional.

Por otra parte brindo mi sincero agradecimiento al Ing. Agr. Raúl Arévalo Vallejo, y al Ing. Agr. Joffre León Paredes, por su apoyo acertadas sugerencias y valiosa colaboración que término llevar a la culminación del presente documento por ser el conductor de la tesis de grado.

Por el valioso aporte del recurso humano y económico debo agradecer a mi esposa: Sr. Janneth Yacelga y mi madre: Sr Juana Anrango, quienes son personas con valores humanos y de total confianza lo que significa el inmenso apoyado al desarrollo de la investigación.

Jaime Roberto Muenala Anrango

CONTENIDO

CAPÍTULO	PAG.
INTRODUCCIÓN	I
REVISIÓN DE LITERATURA	II
MATERIALES Y MÉTODOS	III
RESULTADOS	IV
DISCUSIÓN	V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	VI
RESUMEN - SUMMARY	VII
LITERATURA CITADA	VIII
ANEXOS	

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	9
1.1.	Objetivo General.....	11
1.2.	Objetivos Específicos.....	11
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1.	El cultivo de jícama	12
2.1.1.	Características generales del cultivo.....	12
2.1.3.	Composición nutricional de la jícama	13
2.1.2.	Requerimientos técnicos para el cultivo de jícama.....	14
2.1.3.	Manejo del cultivo de la jícama	15
2.1.4.	La fertilización.....	17
2.1.5.	Fertilización orgánica.....	22
2.2.1.	Productos en estudio	26
2.2.2.	Aplicación de la abonadura orgánica en cultivo de jícama	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1.	Ubicación y descripción del área experimental.....	31
3.2.	Material de siembra.....	31
3.3.	Factores estudiados.....	31
3.4.	Métodos	32
3.5.	Tratamientos estudiados	32
3.6.	Diseño experimental (análisis de varianza)	32
3.7.	Características del área de investigación	33
3.8.	Manejo del experimento.....	33
3.8.1.	Análisis de suelos	33
3.8.2.	Preparación del terreno.....	33
3.8.4.	Aplicación de la abonadura orgánica.....	34
3.8.5.	Fertilización complementaria con abono químico.....	34
3.8.6.	Surcado	34
3.8.7.	Trasplante	34
3.8.8.	Labores culturales	35
3.9.	Datos evaluados.....	35
3.9.1.	Días a la emergencia.....	35
3.9.2.	Altura de planta (cm).....	36
3.9.3.	Diámetro del follaje (cm).....	36
3.9.4.	Diámetro del tallo.....	36
3.9.5.	Días a la cosecha.....	36
3.9.6.	Clasificación de los tubérculos por categorías.....	36
3.9.7.	Peso de tubérculos.....	37
3.9.8.	Número de tubérculos por planta.....	37
3.9.9.	Rendimiento kg/ha.....	37
3.9.10.	Análisis económico.....	37
IV.	RESULTADOS	38
4.1.	Días a la emergencia.....	38
4.1.	Altura de planta.....	38
4.3.	Diámetro de tallo.....	42
4.4.	Días a la cosecha.....	44
4.5.	Clasificación por categorías los tubérculos.....	46

4.6.	Número de tubérculos/planta.....	48
4.7.	Rendimiento kg/ha.....	48
4.8.	Rendimiento.....	49
4.9.	Análisis económico.....	50
V.	DISCUSION.....	52
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
VII.	RESUMEN.....	56
VII.	SUMMARY.....	58
VIII.	LITERATURA CITADA.....	60

I. INTRODUCCIÓN

La jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) es una planta anual arbustiva que pertenece a la familia de las compuestas, su origen se destaca en las zonas andinas de Perú, Ecuador, Bolivia y México, y fue domesticada por la población prehispánica que hizo parte del Tahuantinsuyo y en la actualidad muy conocida por la población indígena y campesina de la sierra, por el dulzor de sus raíces engrosadas que se consumen como “fruta” fresca, o después de exponerla al sol por unos días para aumentar su dulzura.

La jícama posee la importancia en los derivados nutricionales, sus propiedades son de uso medicinal para controlar la presión sanguínea, previene la hiperglicemia, controla el peso corporal, promueve el buen funcionamiento intestinal, etc. Además es una fuente de energía y proteínas en la dieta alimenticia. Esta especie es utilizada como fuente en la producción industrial de harina, almidón y alcohol.

En el Ecuador, la jícama es un cultivo rústico que se adapta muy bien en todas las regiones del país, puede adaptarse fácilmente entre los 2000 m.s.n.m., en los valles interandinos y en las altas montañas hasta los 3000 m.s.n.m. Las zonas con mayor tradición en su cultivo se hallan en la sierra norte y central del Ecuador, sus requerimientos agronómicos pretende principalmente de suelos fértiles, profundos ricos en materia orgánica, con adecuadas distancias de siembra lo que conlleva a obtener un buen desenvolvimiento en su comportamiento y alcanza rendimientos significativos.

El cultivar de jícama en nuestro país ha atravesado un agotamiento como cultivo que de a poco se ha aislado del área de producción, encontrándose en las zonas productoras de pequeños agricultores y huertos, debido al cambio con cultivos alternativos exóticos han hecho que esta especie se desaparezca paulatinamente, existe la escases de semillas

(tubérculos) y material genético para la reproducción, además existe poco conocimientos en el manejo agronómico especialmente en las prácticas culturales que son básicos para la producción.

En la provincia de Imbabura el cultivo de jícama últimamente ha generado el valor de la importancia productiva, debido a la utilización en los aspectos de nutrición y medicina, de tal manera los pequeños productores pretende reintroducir el cultivo, al igual que los trabajos de investigación establecidos por parte del INIAP, Departamento de Leguminosas y Tubérculos, crean los espacios de producción de este tubérculo. Se estima que existen alrededor de 50 hectáreas cultivadas de jícama en todo el país con producciones entre las 7,5 toneladas y más /ha. La revalorización de la jícama se debe a que los productores están tomando conciencia de cultivar una especie olvidada y sacada de área productiva.

El cultivo de la jícama responde bien a los programas de fertilización, lo que es importante establecer las prácticas culturales como la abonadura orgánica y fertilización química con fórmulas básicas como el superfosfato triple 10-30-10, abono completo 8-20-20 y fosfato de amonio 18-46-00. Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan haciendo que generen mayor rendimiento con productos de mejor calidad. Además la incorporación de la materia orgánica aparte de nutrir a los cultivos aporta elementos que puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobre explotados.

Por lo expuesto en la presente investigación, se justifica el estudio de la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura.

1.1. Objetivo General.

Determinar la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura.

1.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de jícama a la aplicación de los fertilizantes y la abonadura orgánica.
- Identificar el mejor tratamiento químico y orgánico en el rendimiento del cultivo de la jícama.
- Analizar económicamente los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de jícama

2.1.1. Características generales del cultivo.

Según Icochoa (1997), la jícama es una planta perenne, originario de los Andes, se encuentra desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina, entre los pisos altitudinales de 1800 – 3500 m.s.n.m., presenta un sistema radical muy ramificado, los tallos son aéreos, cilíndricos, crece hasta los 2.00 m de alto, las hojas son de forma variable, pinnatífidas en la base de los tallos, triangulares en la parte apical, las flores aparecen en ramos terminales y tienen cinco brácteas verdes, triangulares y agudas amarillas y los tubérculos son irregulares o fusiformes, externamente son de color púrpura, la parte interna es carnosa y anaranjada llegando a pesar hasta 3 kg. Además se renueva por vástagos desprendidos del cuello de la planta.

2.1.2. Clasificación taxonómica

Álvarez *et. al.* (2012), describen la clasificación taxonómica de la jícama de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Smallanthus*

Especie: *sonchifolius*

Nombre científico: *Smallanthus sonchifolius* Rob

Nombre común: jícama, yacón, jiquima, jiquimilla

2.1.3. Composición nutricional de la jícama

Según Manrique (2004), la raíz de la jícama, contiene de 85 a 90% de agua; vitamina C, calcio, fósforo, potasio, hierro y trazas de proteína y lípidos. Su sabor dulce proviene de la oligofructosa inulina (carbohidrato que por medio de la cocción se transforma en fructosa, también llamado fructo-oligosacarina), que no es metabolizada por el organismo humano y resulta ideal para consumo de los diabéticos. Composición nutricional parcial de la raíz de la jícama (en 100 g de peso fresco)

Componente	Cantidad
Agua	86,6 Gr
Proteína	0,3 Gr
Grasa	0,3 Gr
Carbohidratos	10,5 Gr
Fibra	0,5 Gr
Ceniza	0,3 Gr
Calorías	69 Cal
Caroteno	0,08 Gr
Tiamina	0,01 Gr
Rivoflavina	0,1 Gr
Ácido ascórbico	3,1 Gr
Calcio	23 Mg
Fosforo	21 Mg
Hierro	0,3 Mg

2.1.4. Formas de consumo

Suquilanda (2010), menciona que el consumo de la jícama, es muy recomendado para personas que padecen diabetes, así como para aquellas que no desean engordar. A la jícama se la consume en forma cruda como fruta refrescante en la época calurosa, se consume la parte interior blanca que es jugosa y de sabor moderadamente dulce a bien dulce, de la raíz rallada y cernida de la jícama se obtiene una refrescante bebida. Las hojas son comestibles y contienen grandes cantidades de proteínas (entre 11 y el 17 % aproximadamente), también pueden ser utilizadas como forraje para los animales.

En medicina, el emplasto de las hojas calientes es empleado para combatir el reumatismo y algunos dolores musculares. En los últimos tiempos la jícama ha adquirido gran importancia para la industria alimentaria y medicinal, pues es una de las pocas plantas de las que se puede obtener cantidades industriales como el componente de la fructosa, que no es metabolizado por el organismo humano, la cual puede reemplazar a la sacarosa, presente en el azúcar de mesa y que afecta la salud humana al producir diabetes, enfermedad considerada un flagelo para la humanidad.

2.1.2. Requerimientos técnicos para el cultivo de jícama

Suelos.-

Álvarez (2007), aduce que la jícama se adapta a una gran variedad de suelos, pero prefiere terrenos ricos en materia orgánica, moderadamente profundos y sueltos (franco, arenosos). Se debe tomar en cuenta no sembrar en suelos arcillosos ya que estos acumulan mucha humedad y causan enfermedades radicales y afectan la producción. En terrenos planos y época lluviosa los “colinos” deben sembrarse en el lomó del surco para evitar pudriciones por encharcamiento de agua lo que permite el escurrimiento del exceso de lluvia. Sin

embargo si la siembra es en época de verano debe sembrarse en un costado del surco de riego.

Propagación.

Este mismo autor destaca que la propagación de jícama se realiza mediante partes vegetativas, llamadas “colinos, coronas o cepas”, las mismas que se seleccionan después de la cosecha, a estas se cortan en trozos cada una con varias yemas, brotadas o sin brotar. También se puede utilizar estacas o esquejes del tallo que se toman antes de que entren a la floración, estos se cortan en pedazos con 2 a 3 nudos y se ponen a enraizar en arena o tierra.

Preparación y desinfección de colinos.

Sánchez *et. el.* (2010), Indica que para la preparación de los “colinos” se selecciona los que estén en buen estado, y que hayan tenido un periodo de 30 días de reposo, luego de esto se realiza una desinfección con Vitavax 300 en una solución de 3 g en un litro de agua, en un tiempo de 10 a 15 minutos hasta que los colinos obtengan la coloración del desinfectante. Luego se deja reposar por unas 12 horas disperso en el suelo y bajo sombra.

2.1.3. Manejo del cultivo de la jícama

Trasplante.-

Icochoa (1997), aduce que la siembra de jícama se hace en líneas o surcos de 0,80 m entre planta y a 1,0 m entre surco, donde se coloca un rizoma o “colino” a una profundidad de 0,15 m, tapando el rizoma en lo posible con compost o tierra orgánica para evitar que el sol lo deshidrate y seque. Se recomienda sembrar en el lomo del surco ya que en época lluviosa ayuda al escurrimiento del agua, así evitando que los “colinos” se pudran.

Deshierbas y aporques.-

Suquilanda (2010), señala que después de la siembra a los 60 días se debe realizar una primera deshierba, ya que los colinos tardan en brotar y se ven cubiertos por malezas

existentes en el terreno, de esta manera ayudándolos a que tengan espacio y nutrientes para su desarrollo; además el aporque alrededor de la planta en los primeros meses favorece la estimulación y salida del colino brotado. La deshierba del cultivo, se debe hacer en luna menguante, es decir cuando las hierbas indeseadas han agotado sus reservas que se encontraban concentradas en las raíces, al cortarlas, tardarán en recuperarse en este período. En climas fríos y templados, es recomendable hacer dos deshierbas seguidas, la primera en luna creciente y la segunda en luna menguante, con el propósito de acelerar su agotamiento.

Fenología del cultivo.-

Según Álvarez (2007), la etapa de desarrollo del cultivo se presentan dos fases; la fase vegetativa que va desde la brotación, hasta la formación de botones florales y la fase reproductiva a partir de esta; amarillamiento del follaje; marchitamiento, secamiento del planta; maduración y cosecha de tubérculos con un desarrollo de 305 días durante el ciclo.

Cosecha.-

Sánchez *et. A*, (2010), manifiestan que en el estado fisiológico de la planta los tubérculos alcanzan su madurez a los 9 meses, dependiendo la zona donde se cultiva. La cosecha se realiza cuando la planta está completamente marchita y sus hojas amarillas o resacas con tendencia a desprenderse, además se debe tener en cuenta la hora de extraer los tubérculos, preferiblemente se lo debe realizar en horas de la tarde en donde los azúcares se encuentran concentrados (contenido de azúcar alto). Respecto a la postcosecha; es importante tomar en cuenta la selección y clasificación de los tubérculos de jícama de buena calidad deben ser lisos y firmes, con una forma y tamaño uniforme (0,5 a 1 kg de peso), la cáscara o epidermis debe estar libre de daño mecánico y la pulpa debe ser quebradiza, succulenta con un sabor dulce. Para la distribución a los mercados se ha establecido categorías diferenciadas por tamaño y calidad, sin embargo es importante señalar que debe evitarse la

presentación de un producto sucio, mala coloración, trisados y sin daños mecánicos. Para almacenar los tubérculos comerciales se recomienda el mantenimiento de los tubérculos a bajas temperaturas y secas. Los tubérculos de jícama son altamente susceptibles a daño por frío y deben ser almacenadas entre 12,5° C a 15o C, y a moderada humedad relativa (70-80 %). Bajo estas condiciones, los tubérculos pueden resistir de 2 a 4 meses.

2.1.4. La fertilización.

INIA-Ururi (s.f.), manifiesta que la fertilización o abonado consiste en aplicar fertilizantes o elementos nutritivos que necesita la planta, incorporados de forma directa al suelo, o también disueltos en el agua de riego. Debido a que las plantas extraen minerales del suelo para su nutrición, el suelo se va agotando y necesita reponer los minerales que son extraídos para cada cultivo y etapa de desarrollo.

Tipos de fertilización.

Mosquera, (2010), establece que con frecuencia se usan indistintamente dos términos para expresar la aportación externa de nutrientes al suelo: fertilización o abonado.

- Desde un punto de vista estricto fertilización es el aporte mineral realizado con fertilizantes químicos, cuyo efecto consiste en mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Abonado es el aporte de productos orgánicos (como estiércol otro) que además de aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejora así mismo importantes características de fertilidad, como la estructura, la textura y el contenido de la materia orgánica al suelo.

Ventajas con la fertilización

Blog and web (2008), menciona que la fertilización adecuada aumenta la cantidad y calidad de los tubérculos, y por consiguiente, una producción alta. Para obtener una buena respuesta a la fertilización, es necesario tener en cuenta varios factores relacionados con el suelo, el clima y la planta. Además, se debe considerar la cantidad y clase de fertilizante, frecuencia, dosis, método y época de aplicación.

Las recomendaciones de fertilización se deben hacer con base en los análisis químicos del suelo y en los requerimientos de la planta.

Los principales factores del suelo que deben considerarse en la fertilización son:

- Nivel de fertilidad
- Reacción del suelo o pH
- La textura del suelo
- La estructura del suelo

Las cantidades de enmiendas que se aplican al suelo dependen de las condiciones iniciales y de la pureza de los materiales disponibles.

Debe fertilizarse con las fórmulas que señale el análisis de suelo, el empleo de fertilizantes es conveniente efectuarlo antes del pre siembra para con ello lograr el vigor y desarrollo deseado de la planta, recomendándose por lo menos una aplicación de 80kgs. De nitrógeno para su desarrollo.

Forma de incorporación.

Rodríguez (2009), recomienda que las técnicas se deben considerar aspectos tales como:

1. Las necesidades del cultivo a lo largo de su ciclo vegetativo; en estas dos iniciales se recomienda aplicar fertilizantes con altos contenidos de Fósforo y Nitrógeno, en cambio,

para períodos cercanos a la cosecha se recomienda incorporar fertilizantes que contengan un alto contenido de Potasio, para incrementar el llenado de frutos.

2. Determinar el grado en que el suelo es capaz de cubrir dichas necesidades.

3. La eficiencia en la fertilización se encuentra directamente relacionada con el sistema de riego utilizado y la forma de aplicación de los fertilizantes.

Es recomendable, que la dosis de fertilización se determine mediante la elaboración de un balance nutricional completo, el cual depende en gran medida de los antecedentes culturales: fertilización del cultivo anterior, enmiendas orgánicas, tipo de cultivo anterior y residuos del mismo, etc. Además del clima y su influencia sobre la mineralización del nitrógeno.

Fertilización Química.

Agronomía (s.f.), explica que los fertilizantes son sustancias, generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas.

Mercado libre. Com, (2011), establece que el fertilizante químico que contiene los tres macro nutrientes primarios, tienen en su composición exacta en cada granulo, ya que se trata de un fertilizante formulado químicamente y no de una mezcla física

Las plantas para su metabolismo necesitan del Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio, y en menor extensión de Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Además, necesita pequeñas cantidades de los siguientes nutrientes, denominados elementos traza: Hierro (Fe), cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), Manganeso (Mn) Cloro (Cl) y Molibdeno (Mo). El grado de

un fertilizante se mide de acuerdo a su porcentaje de N, P y K. Este se prepara en diferentes grados. Por ejemplo: un fertilizante de grado 10 – 30 – 10, significa que tiene 10% N, 30% de fósforo como $P_2 O_5$ y 10% de potasio como $K_2 O$; el porcentaje sobrante consiste de materiales de relleno (arcilla, arena, etc.), humedad y una porción de ácidos libres y sales provenientes de los procesos químicos envueltos. Generalmente, los fertilizantes compuestos se preparan añadiendo pequeñas cantidades de los elementos trazas.

Ecured. (s.f), indica que los fertilizantes simples, como los poli fosfatos, los superfosfatos, la urea, la cianamida cálcica, el amoníaco y el cloruro de potasio también se fabrican y se usan frecuentemente para fertilizar los suelos. Igualmente menciona que la importancia del Nitrógeno, Fosforo, Potasio, en las plantas para crecer necesitan de nutrientes en proporciones variables para completar su ciclo de vida y para su nutrición además cada tipo de nutriente ejerce una función en la planta y su deficiencia es detectable, a veces a simple vista.

Fertiberia, S.A. (2014), menciona que el nitrógeno da color verde oscuro a las plantas, y favorece el desarrollo vegetativo y la succulencia. Forma parte del protoplasma celular y constituye las proteínas, la clorofila, los nucleótidos, los alcaloides, las enzimas, las hormonas y las vitaminas. Es absorbido en forma de iones de amonio y nitrato. Interactúa con el fósforo, el potasio y el calcio.

Según Infoagro, (2010), define que el fósforo es el segundo nutrimento en importancia, a juzgar por la frecuencia con que ocurre la deficiencia en el suelo. En cuanto a sus

funciones en la planta, forma parte de un gran número de compuestos orgánicos esenciales, incluyendo aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila.

El fósforo y el nitrógeno, constituye el contenido principal de los fertilizantes de máxima comercialización debido a la importancia de estos dos elementos. En su totalidad se encuentra en forma iónica y móvil dentro de la planta, participa en casi todos los procesos: respiración, fotosíntesis, aparición de clorofila, pero no tiene un papel específico. Se le confiere una participación muy activa en la regulación osmótica e hídrica de la planta, en el mantenimiento de la electro neutralidad celular y en la permeabilidad de las membranas. Actúa como activador de una gran cantidad de enzimas de la síntesis proteica y del metabolismo de carbohidratos, y está involucrado muy directamente en el transporte de azúcares vía floema.

El potasio da resistencia a las enfermedades, a las heladas y a la falta de agua. Participa en la fotosíntesis, en la producción de carbohidratos (azúcar, almidón), en el desarrollo de tubérculos y raíces, en la síntesis y activación de proteínas.

Entre los efectos que causa el potasio en las plantas están:

- Incrementa la eficacia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones
- Estimula el llenado de granos
- Mantiene la turgencia de la planta
- Evita los efectos severos de la sequía y de las heladas
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas
- Reduce el volcamiento
- Ayuda en la fijación simbiótica del nitrógeno

Las plantas requieren cantidades de potasio relativamente importantes y con frecuencia, son capaces de utilizar una provisión de este elemento mayor de la que el suelo puede suministrar. El potasio, por orden de probabilidad, es el tercero de los nutrientes que suelen limitar el crecimiento de las plantas y en consecuencia, es un componente muy común de los fertilizantes.

El mismo autor muestra que el síntoma general más característico de la deficiencia de potasio es la aparición de un moteado de manchas cloróticas, seguido por el desarrollo de zonas necróticas en la punta y los bordes de las hojas. Estos síntomas suelen aparecer primero en las hojas maduras debido a la gran movilidad dentro de la planta. En general una deficiencia de este elemento produce en la planta un aspecto achaparrado, debido al acortamiento de los entrenudos.

2.1.5. Fertilización orgánica.

Según Padilla (1996), el abono orgánico se obtiene de la descomposición de los residuos de cosecha de las plantas cultivadas (hojas, tallos, frutos, desperdicios de cocina, etc.) y excrementos de los animales (bovinaza, gallinaza, y otros). Estos residuos experimentan un proceso de descomposición, por la acción de numerosos organismos que transforman la materia orgánica en nutrientes asimilables para las plantas, dando un abono rico en macro y micronutrientes que se convierte en un fertilizante excelente, fácil y económico de producir, ya que todos sus componentes se obtienen de la misma finca.

Importancia de los abonos orgánicos.

Henríquez, *et. al.* (2008), explica que varias de las labores culturales y la explotación de los suelos disminuyen el contenido de materia orgánica y nutrimentos, lo que afecta las

propiedades físicas, químicas, biológicas y su potencial productivo. Por tal motivo se hace necesario la búsqueda de alternativas que compensen las necesidades nutrimentales de los cultivos, para obtener aceptables rendimientos sin llegar a agotar las reservas del suelo, esto es particularmente importante en el cultivo de plantas medicinales y hortalizas, donde el uso de fertilizantes químicos no es tan frecuente, ya que estos cultivos requieren estar libres de sustancias contaminantes; condiciones necesarias para obtener materias primas de calidad para el consumo humano. En este aspecto, los abonos orgánicos fueron durante muchos años la única fuente utilizada para mejorar y fertilizar los suelos primero en su forma simple: residuos de cosechas, rastrojos y residuos animales.

El abono orgánico mejora la eficiencia de los fertilizantes.-

Wikipedia, (2011) indica que antes de pensar en la aplicación de los fertilizantes, todas las fuentes disponibles deberían ser utilizadas, por ejemplo excrementos de vaca, de cerdos, de pollos, desperdicios vegetales, paja, estiba de maíz y otros materiales orgánicos. Sin embargo, éstos deberían ser convertidos en abono y ser descompuestos antes de su aplicación en el suelo. Con la descomposición del material orgánico fresco, por ejemplo paja de maíz, los nutrientes del suelo, particularmente el nitrógeno, serán fijados provisionalmente; de este modo no son disponibles para el cultivo posterior. A un cuando el contenido de nutriente del material orgánico sea bajo y variable, el abono orgánico es muy valioso porque mejora las condiciones del suelo en general.

El mismo autor define que la materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad. Además la materia orgánica es un alimento necesario para los organismos del suelo.

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales, la combinación de abono orgánico materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan.

García (2000), Clasifica las propiedades de los abonos orgánicos de la siguiente manera:

Propiedades físicas.

- La aplicación de materia orgánica disminuye la densidad aparente del suelo, debido a que sus componentes son menos densos que los componentes minerales; también el contenido de materia orgánica del suelo, disminuye al aumentar la profundidad y la densidad aparente tiende a aumentar con la profundidad.
- La materia orgánica mejora la retención de agua en suelos arenosos y en suelos arcillosos mejora la aireación.
- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y pueden absorber con mayor facilidad los nutrimentos.
- El abono orgánico mejora la estructura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación, disminuyen la erosión.
- Aumentan la retención de agua, por lo que reduce el escurrimiento superficial y la erosión; retienen agua en el suelo durante el verano (Henríquez y Cabalceta, 2008).

Propiedades químicas.-

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentan la fertilidad.
- Aportan macro y micronutrientes.
- La materia orgánica provee más del 90% del nitrógeno nativo del suelo. Sin embargo la mayoría de los suelos contienen poca materia orgánica, generalmente 2% o menos.

Propiedades biológicas.-

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los macro y microorganismos aeróbicos.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, que se multiplican rápidamente.
- Regula tanto la transformación como la preservación de nutrientes ya que es un componente lábil del suelo cuya fracción contiene del 1 al 3% del total de carbono del suelo y un máximo de 5% del total de Nitrógeno.

Suquilanda (2010), para la fertilización de fondo recomienda aplicar de 6 a 8 Toneladas de compost o estiércol debidamente descompuesto. El abono orgánico se esparce al voleo para incorporarlo luego al suelo mediante el paso de la rastra; también se lo puede aplicar al momento de la siembra a razón de dos puñados por sitio donde sea depositada la semilla.

También se pueden realizar aspersiones foliares a base de; New-fol-plus, a razón de 2.5 a 3 gramos por litro de agua, o Extracto de Algas en una dosis de 3 a 5 cc por litro de agua, con una frecuencia de cada 8 a 15 días.

Las aplicaciones de biofertilizantes (biol, purín, abono de frutas, vinagre de madera, extracto de algas) y harinas de rocas (roca fosfórica, sulphomag, cal agrícola, etc.), se deben hacer entre el tercer día de luna creciente y el tercer día de luna llena, pues en este espacio de tiempo las raíces de este cultivo son estimuladas por la luz de las fases lunares.

2.2.1. Productos en estudio

Cadahia, (2008), indica que, la jícama es un cultivo que puede responder en forma favorable a la aplicación de fertilizantes, es decir, es una planta muy sensible a los excesos o deficiencias de nutrientes los factores que incide acentuadamente en la dosis de fertilizantes requerido por el cultivo.

Fertilizante edáfico 10-30-10

Villa (1999), aduce que la aplicación de N-P-K en los suelos con bajo contenido de fosforo, como los del altiplano andino, se sugiere aplicar hasta 200 kg /Ha de superfosfato triple o 10-30-10 en el sitio de siembra al prepararlo, con el fin de que esté disponible por un largo periodo de tiempo para la planta.

Composición Nutricional (10-30-10) Fertisa

Nitrógeno total.....	10%
Fosforo asimilable.....	30%
Potasio soluble.....	10%

Ventajas del uso de fertisa (10-30-10)

Nitrógeno (N): Provoca un rápido crecimiento, da un color verde intenso y mejora la calidad de las hojas, aumenta la cantidad de proteínas.

Fósforo (P): Estimula el desarrollo precoz de las raíces y el crecimiento de la planta.

Potasio (K): Le imparte a la planta vigor y resistencia a las enfermedades, ayuda a la planta a soportar condiciones adversas, como la falta de humedad del suelo, cambios bruscos de temperatura, el potasio es un nutriente que influye en la calidad del fruto.

Fertilizante edáfico completo 8-20-20

Abono completo 8 – 20 -20

Aplicación al suelo

Ingredientes:

Nitrógeno (N).....8

Fosforo (P₂O₅).....20

Potasio (K₂O).....20

Registro MAGAP No. 020002096.

Fertilizante edáfico fosfato de Amonio (18 – 46 – 00)

Fertisquisa (2007), explica que el Fosfato Diamónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46-00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación. Es una fórmula muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes (64%).

Nombre Químico: Fosfato de Amonio Dibásico

Otros Nombres: Fosfato Diamónico, Fosfato Dibásico de Amonio, Fosfato de Amonio Secundario, Fosfato de Amonio Monoácido, Fosfato de Amonio Grado Fertilizante, Ortofosfato de Amonio

Fórmula Química: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Peso Molecular (g/mol): 132.055

Contenido de Nitrógeno Total (N): 18% de Nitrógeno Amoniacal.

Contenido de Fósforo (P_2O_5):

Fósforo Total 46% de Pentóxido de Fósforo.

Fósforo Disponible 46% de Pentóxido de Fósforo.

Fósforo Soluble en Agua 42% de Pentóxido de Fósforo.

Presentación Física: Gránulos esféricos de color café oscuro, grisáceo o negro.

Tamaño de partícula: 1.18 a 4.00 mm.

Solubilidad en agua, a 20° C (100 g/100 ml): 58.0 g/100 ml. de agua.

pH en solución al 10%: 7.4 – 8.0 Unidades.

Densidad Aparente (Kg/m^3): 955 – 1,040 Kg/m^3 .

Índice de Salinidad: 29.2

Humedad Relativa Crítica (a 30° C): 83 %.

Acidez equivalente a Carbonato de Calcio: 69 partes de Carbonato de Calcio por 100 partes de DAP.

Así mismo indica que el Fosfato Diamónico (DAP), se clasifica primordialmente como una fuente de Fósforo y como complemento secundario de Nitrógeno, sin embargo, la presencia del 18% de Nitrógeno, influye favorablemente en la absorción y aprovechamiento del Fósforo, este efecto es debido que el Amonio (NH_4^+) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorción del Fósforo (P_2O_5). El Amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación del Fósforo, igualmente, la

absorción del Amonio ayuda a mantener condición de acidez en el contorno de la raíz, condición que mejora la absorción del Fósforo.

Fósforo: El P_2O_5 es un elemento que tiene muy poca movilidad en el suelo, y por consecuencia es un producto muy estable, por lo que las pérdidas por lixiviación son mínimas. El pH es un factor que influye enormemente sobre la solubilidad y disponibilidad del Fósforo, éste es más disponible en pH de 6 a 7. Nitrógeno. Los cultivos absorben la mayor parte del Nitrógeno como nitratos. En el proceso de Nitrificación al convertir (NH_4) en (NO_3) , se liberan iones H^+ , este proceso produce acidez en el suelo. Fósforo.

Nitrógeno: El N en las plantas, es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. Cantidades adecuadas de Nitrógeno producen hojas de color verde oscuro por su alta concentración de clorofila y esta participa en el proceso de conversión del Carbono, Hidrógeno y Oxígeno en azúcares simples que serán utilizados en el crecimiento y desarrollo de la planta. Por su alto aporte de nutrientes primarios, el Fosfato Diamónico (DAP) es un fertilizante complejo ideal para ser aplicado como monoproducto en presiembra o al momento de la siembra.

2.2.2. Aplicación de la abonadura orgánica en cultivo de jícama

Ediciones Ripalme (2009), indica que los abonos orgánicos de origen animal; son componentes importantes en su sistema sostenible de producción de jícama. La aplicación de abonos orgánicos a los cultivos para restaurar la fertilidad de los suelos es una de las prácticas más antiguas que se conocen para recuperar los nutrientes.

La aplicación de los abonos orgánicos es esencial en los sistemas agrícolas que no usan fertilizantes minerales, con la ventaja de que son subproductos de la explotación animal y de que, por lo general no requieren un desembolso. También son importantes en suelos con baja capacidad de intercambio de cationes en los cuales muchas de las cargas negativas están ubicadas en los radicales inorgánicos y en los suelos arenosos con una agregación deficiente siendo susceptibles a la compactación.

Dependiendo de las especies, aproximadamente del 70 al 80 % del nitrógeno, del 60 al 85 % de fósforo y del 80 al 90 % de potasio que toman como alimento los animales, son excretados en el estiércol. El alto retorno de los nutrientes en los abonos permite reciclar los nutrientes de las plantas. Sin embargo, la cantidad de nutrimentos contenidos en los abonos y su eventual absorción por las plantas es altamente variable.

UOCC (2007), describe que el abono orgánico es resultante de las deposiciones de ganado vacuno, el estiércol en la descomposición como abono, tiene la mayor capacidad de mejorar la fertilidad y estructura del suelo, retener la humedad, activar su capacidad biológica y mejorar la productividad de los cultivos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental.

La investigación se realizó en la zona de Quichinche, cantón Otavalo, provincia de Imbabura, localizada a 0° 13' 43" de latitud Norte y 78° 15' 49" longitud Oeste, a una altura de 2.530 m.s.n.m.

La zona de vida corresponde a bosque húmedo Montano Medio (bh. MM), con una precipitación anual de 1200- 1800 mm, temperatura media aproximada a 12 y 18 °C y humedad relativa de 80 %. Los suelos presenta de tipo franco areno- arcilloso profundo entre 45 a 60 cm.

3.2. Material de siembra.

Nombre común: Jícama

Nombre científico: (*Smallanthus sonchifolius* Rob.)

Ecotipo: Anaranjada forma redondo

Ciclo fenológico: Prendimiento a los 30 días, floración 220 días y cosecha a los 290 días.

3.3. Factores estudiados.

Factor A: Cultivo de jícama

Factor B: Fertilización química y un orgánico

b1. Formula: 10 - 30 - 10

b2. Formula: 8 - 20 - 20

b3. Formula: 18 - 46 - 00

b4. Abono orgánico Bovinaza

b5. Y testigo absoluto sin aplicaciones

3.4. Métodos

Se emplearon los métodos: Teóricos (inductivo y deductivo – análisis - síntesis), Empíricos (observación, experimento y medición) y Estadísticos.

3.5. Tratamientos estudiados

Cuadro 1. Tratamientos en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos	Fertilizantes	Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N	P	K
			80	60	80
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00
T4.	Bovinaza	2000 kg.			
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00

3.6. Diseño experimental (análisis de varianza)

Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones. El análisis estadístico de las variables se realizó mediante el análisis de varianza o ADEVA cuyo modelo matemático son los siguientes:

Cuadro 2. Análisis de varianza en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

<i>Factor Varianza.</i>	<i>Grados de Libertad.</i>
Repeticiones	3-1= 2
Tratamientos	5-1= 4
Error Experimental	8
Total	15-1= 14

Una vez obtenida la significancia estadística de la respuesta de tres tipos de abonos químicos, un orgánico y un testigo absoluto en el cultivo de jícama, se realizó el Análisis

Funcional; aplicando la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, obteniendo así la diferencia y clasificación estadística del mejor tratamiento.

3.7. Características del área de investigación

Tipo de diseño	DBCA
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	3
Número de parcelas	15
Distancia entre repeticiones	1,0 m
Distancias entre tratamientos	1,0 m
Área de la parcela	Rectangular :5,0 m x 5,0 m = 25,0 m ²
Área de la parcela neta	Rectangular: 3,00 m x 4,50 m = 13,50 m ²
Área del experimento	300 m ²
Área del ensayo	450 m ²

3.8. Manejo del experimento.

3.8.1. Análisis de suelos

Con la instalación del ensayo, se tomó una muestra de suelo para el respectivo análisis químico en el laboratorio LABONORT, donde se determinó el contenido nutricional del suelo (elementos primarios y secundarios y pH), con la finalidad de aplicar la fertilización química en el cultivo de jícama.

3.8.2. Preparación del terreno.

Se realizó un barbecho en la cual se eliminó las malezas, aflojamiento y desmenuzando los terrones del suelo a una profundidad de 30- 40 cm.

3.8.3. Delimitación de parcelas

Se trazó las parcelas experimentales con las dimensiones de 5 m de ancho por 5 m de largo, área total de 25 m².

3.8.4. Aplicación de la abonadura orgánica.

Se realizó manualmente a chorro continuo una semana antes de la siembra con la finalidad de mejorar la descomposición de la M.O, en las dosis de 25 kg, por parcela y por tratamiento 75 kg y 2000/kg/ha de Bovinaza en la fase inicial como fertilización de fondo en el tratamiento 4.

3.8.5. Fertilización complementaria con abono químico.

Se aplicó los fertilizantes 10 – 30 – 10; 18 -46 – 00 y 08 – 20 – 20 como fertilización de fondo en los tratamientos correspondientes a ser aplicados bajo las dosis recomendado en el cuadro 1.

3.8.6. Surcado

Se realizó los surcos de 20 cm de profundidad, con apertura de 30 cm y distancias de 1,00 m entre surcos.

3.8.7. Trasplante

Se utilizó los rizomas o “colino” colocando uno por golpe en el lomo del surco, enterrados entre 5 y 8 cm de profundidad, bajo los distanciamientos de siembra de 0,60 m planta y 1,0 m entre surcos.

3.8.8. Labores culturales

a. Deshierba

Se eliminó las malezas y al mismo tiempo una escarda del suelo con el apoyo de un (azadón).

b. Aporque

Para mejorar el desenvolvimiento del sistema radicular se realizó un medio aporque a los 40 días y un aporque final a los 90 días después de la siembra.

c. Control fitosanitario

Para el control de plagas (pulgones, agrotis sp, y cutzo), se aplicó Basudin en dosis de 250 cc /200 L, de agua, y para controlar enfermedades Rhizoctonia Sp, y Phytophthora infestan con aplicación de Forticol (extracto de vegetales) en dosis de 1 L/200 L de agua.

d. Cosecha

Se cosechó manualmente con la recolección de los tubérculos, cuando estos alcanzaron el período vegetativo necesario para su maduración fisiológica.

3.9. Datos evaluados.

Para determinar los resultados de la fertilización química y orgánica en el desarrollo y producción del cultivo de jícama se evaluó las siguientes variables:

3.9.1. Días a la emergencia.

Se tomó los datos de días a la emergencia en un 75 % de plantas germinadas de cada tratamiento en base al porcentaje de prendimiento.

3.9.2. Altura de planta (cm).

Se realizó a los 40; 80; 120; 160 y 180 días después del trasplante en 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela experimental. La medida fue desde la base del tallo hasta la parte apical de la planta.

3.9.3. Diámetro del follaje (cm).

Se tomó la medida del diámetro de la planta en la parte media del follaje, a los 120 días después del trasplante, utilizando la unidad de medida el metro y este dato fue expresado en cm.

3.9.4. Diámetro del tallo.

Las medidas fueron tomadas en mm, a los 40; 80; 120; 160 y 180 ddt, con la ayuda de un calibrador pie de rey.

3.9.5. Días a la cosecha.

Se evaluó los días a la cosecha, cuando las plantas se encontraban con presencia de hojas de color amarillo, el cultivo tenía una edad de 9 meses.

3.9.6. Clasificación de los tubérculos por categorías.

Se clasificó los tubérculos en tres categorías siendo los grandes de primera, los medianos de segunda y los pequeños de tercera en las plantas de cada área útil de cada tratamiento.

3.9.7. Peso de tubérculos.

Se pesaron los tubérculos frescos con una balanza, 10 tubérculos representativos sin malformaciones tomadas en las 10 plantas elegidas al azar por cada tratamiento durante la cosecha.

3.9.8. Número de tubérculos por planta.

Se determinó el número de tubérculos en 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela experimental.

3.9.9. Rendimiento kg/ha

Se tomó los datos de rendimiento de cada unidad experimental y de cada tratamiento, el resultado de la sumatoria de las cosechas se expresó en kilogramos por hectárea (kg/ha).

3.9.10. Análisis económico.

El análisis económico se realizó en función del rendimiento (kg /ha), los costos de producción de los tratamientos en estudio y las utilidades netas; luego se determinó la relación Costo-Beneficio (C/B) y se identificó el mejor tratamiento en términos económicos.

IV. RESULTADOS

4.1. Días a la emergencia.

Los valores promedios de días a la emergencia se presentan en el Cuadro 3. En el análisis de varianza en tratamientos no se observó diferencias significativas, el promedio general fue 20,73 días y el coeficiente de variación 6,71%.

En esta variable, el mayor valor con 21,0 días los presentaron las aplicaciones de 10 -30-10 de N – P – K y el testigo sin aplicación, mientras que el menor valor fue aplicando 18 -46- 00 de N – P – K con 20,33 días.

Cuadro 3. Días a la emergencia, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Días a la emergencia
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	21,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	20,67
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	20,33
T4.	Bovinaza	2000 kg.				20,67
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	21,00
X						20,73
F. Cal.						ns
CV. (%)						6,71

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.
ns= no significativo.

4.1. Altura de planta.

Los valores promedios de altura de planta a los 40; 80; 120; 160 y 180 días después del trasplante se observan en el Cuadro 4, donde el análisis de varianza en los tratamientos

reportó diferencias significativas en la evaluaciones a los 40 días, en tanto que se obtuvieron diferencias altamente significativas para las evaluaciones desde los 80 a 180 días después del trasplante. Los promedios generales altura de planta fueron 11,74; 25,49 cm; 51,49; 83,39 y 110,60 cm y los coeficientes de variación 2,50; 0,46; 0,54; 0,40 y 0,55 %, respectivamente.

En la variable altura de planta a los 40 días después del trasplante, el mayor valor (12,37 cm), lo consiguió la aplicación de 10 -30- 10 de N – P – K; estadísticamente igual a la utilización de 8 -20 – 20 y 18- 46 – 00 de N – P – K y estos superiores al testigo sin aplicación (10,63 cm).

A los 80 días después del trasplante se determinó que la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K con 26,17 cm, obtuvo el mayor valor; estadísticamente superior al resto de tratamientos, encontrándose el menor valor en el testigo sin aplicación con 24,50 cm.

En la evaluación de altura de planta a los 120 días después del trasplante, la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K con 52,63 cm superior; estadísticamente igual al uso de 10 – 30 - 10 de N – P – K y superiores estadísticamente a los demás tratamientos siendo el testigo sin aplicación, el que obtuvo el menor valor con 50,27 cm.

En altura de planta a los 160 días después del trasplante se consiguió que la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K (84,70 cm), mostró el mayor valor; estadísticamente igual a la aplicación de 10 – 30 - 10 de N – P – K y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, reportando el testigo sin aplicación el menor valor (81,37 cm).

En la variable de altura de planta a los 180 días después del trasplante, la aplicación de 18 - 46 - 00 de N - P - K con 112,50 cm detectó el mayor valor; estadísticamente igual al tratamiento que se aplicó el 10 - 30 - 10 de N - P - K y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el testigo sin aplicación el que obtuvo el menor valor con 108,60 cm.

Cuadro 4. Altura de planta a los 40, 80, 120, 160 y 180 días después del trasplante, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smilax sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes	Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Altura de planta (cm)					
					40 ddt	80 ddt	120 ddt	160 ddt	180 ddt	
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	12,37 a	25,70 b	52,43 a	84,63 a	111,77 ab
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	11,87 ab	25,60 b	51,23 b	83,37 b	110,30 bc
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	12,00 a	26,17 a	52,63 a	84,70 a	112,50 a
T4.	Bovinaza	2000 kg.				11,83 ab	25,47 b	50,87 bc	82,87 b	109,83 c
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	10,63 c	24,50 c	50,27 c	81,37 c	108,60 c
X						11,74	25,49	51,49	83,39	110,60
F. Cal.						*	**	**	**	**
CV. (%)						2,50	0,46	0,54	0,40	0,55

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

*= significativo.

**= altamente significativo.

4.2. Diámetro del follaje

En esta variable, la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K alcanzó el mayor diámetro del follaje de la planta con 99,97 cm, estadísticamente igual a las aplicaciones de 10 – 30 – 10; 8 – 20 – 20 de N – P – K y Bovinaza 2000 kg/ha y estas superiores estadísticamente al testigo sin aplicación con 92,33 cm.

El análisis de varianza de los tratamientos obtuvo diferencias significativas, el promedio general fue 97,03 cm y el coeficiente de variación 1,29 % (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetro del follaje, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Diámetro de follaje (cm)
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	98,77 a
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	96,93 a
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	99,97 a
T4.	Bovinaza	2000 kg.				97,13 a
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	92,33 b
X						97,03
F. Cal.						*
CV. (%)						1,29

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

*= significativo.

4.3. Diámetro de tallo.

En los valores promedios de diámetro de tallo a los 40; 80; 120; 160 y 180 días después del trasplante, el análisis de varianza en los tratamientos no mostró diferencias significativas en la evaluaciones a los 40; 80; 120 y 180 días, en tanto que se registró diferencias significativas a los 160 días después del trasplante. Los promedios generales fueron 78,00; 93,33; 105,33; 120,00 y 149,33 mm y los coeficientes de variación 6,82; 6,63; 7,15; 3,40 y 4,15 %, respectivamente (Cuadro 6).

En la evaluación a los 40 días después del trasplante, la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K con 83,33 mm registró el mayor diámetro del tallo y el testigo sin aplicación el menor valor con 73,33 mm.

A los 80 días después del trasplante se estimó que la aplicación de 18- 46 - 00 de N - P - K consiguió el mayor diámetro del tallo (100,00 mm), mientras que los tratamientos respondieron con la aplicación de 10-30-10 alcanzó (96,67 mm), aplicando el 8-20-20 con (93,33 mm) y con la aplicación de la bovinaza con (90,00 mm), y con el menor valor en el testigo sin aplicación (86,67 mm).

En la variable diámetro del tallo a los 120 días después del trasplante, el mayor valor (113,33cm), lo consiguió la aplicación de 18 -46- 00 de N – P – K y el menor valor (96,67 mm) el testigo sin aplicación.

A los 160 días después del trasplante, la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K con 126,67 mm detectó el mayor diámetro del tallo; estadísticamente igual al uso de 10 – 30 – 10; 8 – 20 – 20 de N – P – K y Bovinaza en dosis de 2000 kg/ha y superiores estadísticamente al testigo sin aplicación con 110,00 mm.

En diámetro del tallo a los 180 días después del trasplante se consiguió que la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K (156,67 cm), reportó el mayor valor y el testigo sin aplicación el menor valor (143,33 mm).

4.4. Días a la cosecha.

En días a la cosecha, la utilización de 8 – 20 - 20 de N – P – K y el testigo sin aplicación tardaron en cosecharse (291,00 días), en tanto que con el uso de Bovinaza en dosis de 2000 kg/ha se cosechó precozmente (290,00 días).

El análisis de varianza de los tratamientos no obtuvo diferencias significativas, el promedio general fue 290,67 días y el coeficiente de variación 0,37 % (Cuadro 7).

Cuadro 6. Diámetro del tallo a los 40; 80; 120; 160 y 180 días después del trasplante, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smilax tuberosa* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Diámetro del tallo (mm)				
						40 ddt	80 ddt	120 ddt	160 ddt	180 ddt
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	80,00	96,67	110,00	123,33 a	150,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	76,67	93,33	103,33	120,00 ab	146,67
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	83,33	100,00	113,33	126,67 a	156,67
T4.	Bovinaza	2000 kg.				76,67	90,00	103,33	120,00 ab	150,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	73,33	86,67	96,67	110,00 b	143,33
X						78,00	93,33	105,33	120,00	149,33
F. Cal.						ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)						6,82	6,63	7,15	3,40	4,15

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo.

*= significativo.

Cuadro 7. Días a la cosecha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N	P	K	Días a la cosecha
			80	60	80	
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	290,67
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	291,00
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	290,67
T4.	Bovinaza	2000 kg.				290,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	291,00
X						290,67
F. Cal.						ns
CV. (%)						0,37

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.
ns= no significativo.

4.5. Clasificación por categorías los tubérculos.

El análisis de varianza logró diferencias altamente significativas en la primera, segunda y tercera categoría de tubérculos, según lo refleja el Cuadro 8. Lo promedios generales son 9024,00; 4512,00 y 3008,00 kg/ha y los coeficientes de variación son 1,06; 1,06 y 1,06 %, respectivamente.

En la primera, segunda y tercera categoría sobresalieron los tubérculos que se aplicó 18 – 46 - 00 de N – P – K, estadísticamente superiores a los demás tratamientos, siendo el testigo sin aplicación el que registró menor peso de tubérculos por categoría.

Cuadro 8. Categorías de tubérculos, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Categorías de tubérculos (kg)/ha		
						1°	2°	3°
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	9240,00 b	4620,00 b	3080,00 b
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	8920,00 c	4460,00 c	2973,33 c
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	9560,00 a	4780,00 a	3186,67 a
T4.	Bovinaza	2000 kg.	|			8840,00 c	4420,00 c	2946,67 c
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	8560,00 d	4280,00 d	2853,33 d
X						9024,00	4512,00	3008,00
F. Cal.						**	**	**
CV. (%)						1,06	1,06	1,06

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo.

4.6. Número de tubérculos/planta.

En esta variable, la aplicación de 18 – 46 - 00 de N – P – K alcanzó el número de tubérculos/planta con 15,03 tubérculos, estadísticamente igual a la aplicación de 10 – 30 – 10 de N – P – K y estas superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el testigo sin aplicación el de menor valor con 11,93 tubérculos/planta.

Según el análisis de varianza de los tratamientos existió diferencias altamente significativas, el promedio general fue 13,70 tubérculos/planta y el coeficiente de variación 2,27 % (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de tubérculos/planta, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes	Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Número de tubérculos/planta
T1. 10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	14,77 a
T2. 8-20-20		4,80	1,44	1,44	13,87 b
T3. 18-46-00		2,13	0,62	0,00	15,03 a
T4. Bovinaza	2000 kg.				12,90 c
T5. Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	11,93 d
X					13,70
F. Cal.					**
CV. (%)					2,27

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo.

4.7. Rendimiento kg/ha.

Los valores promedios de peso de tubérculos se observan en el Cuadro 10. En el análisis de varianza en tratamientos presentó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 0,75 kg y el coeficiente de variación 1,06 %.

En esta variable, el mayor valor (0,80 kg) lo presentó las aplicaciones de 18 -46- 00 de N – P – K, superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el testigo sin aplicación el de menor valor (0,71 kg).

Cuadro 10. Peso de tubérculos, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Peso de tubérculos
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	0,77 b
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	0,74 c
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	0,80 a
T4.	Bovinaza	2000 kg.				0,74 c
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	0,71 d
X						0,75
F. Cal.						**
CV. (%)						1,06

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo.

4.8. Rendimiento.

La variable rendimiento, según el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en sus en sus resultados el promedio general fue 15040,00Kg/ha y el coeficiente de variacion1, 06%

El empleo de 18 -46- 00 de N – P – K consiguió mayor rendimiento con 15933,00 kg/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos, representando el testigo sin aplicación el menor valor con 14266,67 kg/ha (Cuadro 11).

Cuadro 11. Rendimiento (kg/ha), en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	Rendimiento kg/ha
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	15400,00 b
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	14866,67 c
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	15933,33 a
T4.	Bovinaza	2000 kg.				14733,33 c
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	14266,67 d
X						15040,00
F. Cal.						**
CV. (%)						1,06

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo.

4.9. Análisis económico.

En el cuadro 12, se presenta el análisis económico en donde se indica que el mayor costo de producción se registró el tratamiento que se aplicó la bovinaza con 2000 kg/ha con \$ 13546,67 y con el menor valor presentó el tratamiento aplicando 18-46-00 N-P-K con \$ 13379,33. En cuanto al beneficio neto el mayor valor lo presentó el tratamiento que se aplicó 18-46-00 N – P – K con \$ 10520,67 y con el menor beneficio económico lo alcanzó el tratamiento sin aplicación (testigo absoluto) con \$ 8103,34 debido a la menor inversión registrada en la presente investigación.

Cuadro 12. Análisis económico/ha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Trat.	Productos / Fertilizantes	Dosis de M.O. kg/ha	Requerimientos nutricionales kg/ha anual			Rend. (kg/ha)	Valor de producción	Costo de producción	Beneficio neto/ha (USD)
			N	P	K		/ha (USD)	/ha (USD)	
T1.	10-30-10	0	80	60	80	15400,00	23100,00	13441,33	9658,67
T2.	8-20-20	0	80	60	80	14866,67	22300,01	13450,33	8849,68
T3.	18-46-00	0	80	60	80	15933,33	23900,00	13379,33	10520,67
T4.	Bovinaza	2000	0	0	0	14733,33	22100,00	13546,67	8553,33
T5.	Sin aplicación	0	0	0	0	14266,67	21400,01	13296,67	8103,34
Valor de 1 kg de producto de jícama = 1,50 USD									
Valor de 1 kg de abono orgánico = 0,10 USD									
Valor de 1kg de fertilizante 10-30-10 = 0,50 USD									
Valor de 1 kg de fertilizante 8-20-20 = 0,60 USD									
Valor de 1 kg de fertilizante 18-46-00 = 0,90 USD									

V. DISCUSION

La presente investigación de respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura, los resultados determinaron que los fertilizantes químicos y el orgánico en comparación con testigo sin aplicación, obtuvieron resultados importantes en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de jícama, en donde se obtuvo buena germinación, crecimiento y desarrollo de la planta que en lo posterior alcanzó buen follaje con hojas grandes, un cultivo sano sin plagas y enfermedades y cantidad y calidad de tubérculos. La jícama presenta un sistema radical muy ramificado, los tallos son aéreos, cilíndricos crece hasta los 2.00 m de alto, las hojas son de forma variable, las flores aparecen en ramos terminales y tienen cinco brácteas verdes, triangulares y agudas amarillas y los tubérculos son irregulares o fusiformes, son de color púrpura, y llegan a pesar hasta 3 kg, así lo destaca el Icochoa (1997).

La fertilización y abonadura orgánica cumplieron la función de aportar los elementos necesarios para nutrir el desarrollo del cultivo por lo que fue importante el movimiento de los elementos y asimilación por la planta como indica Villa (1999), que la aplicación de N-P-K en los suelos con bajo contenido de fosforo, como los del altiplano andino, se sugiere aplicar hasta 200 kg /Ha de 10-30-10 en el sitio de siembra al prepararlo, con el fin de que esté disponible por un largo periodo de tiempo. Las plantas absorben la mayoría del Nitrógeno en forma de iones Amonio (NH_4) o Nitrato (NO_3) y en muy pequeña proporción lo obtienen de aminoácidos solubles en agua, el Fósforo (P_2O_5) es esencial para el crecimiento de las plantas, desempeña un papel importante en la fotosíntesis, el almacenamiento y transferencia de energía. Este fertilizante complejo es ideal para ser aplicado en presiembra o al momento de la siembra, así indica Fertisquisa (2007).

Durante el manejo agronómico de la jícama, fue importante la deshierba, aporque y el control fitosanitario, que ayudaron al desempeño normal del cultivo que presentó la vigorosidad, libre de plagas y enfermedades, a los 60 días después de la siembra se debe realizar una primera deshierba ya que los colinos tardan en brotar y se ven cubiertos por malezas existentes en el terreno, de esta manera ayudándolos a que tengan espacio y nutrientes para su desarrollo y el aporque debe ser alrededor de la planta en los primeros meses ya que favorece la estimulación y salida del colino brotado, así lo señala Suquilanda (2010).

En la variable días a la cosecha se realizó cuando alcanzó la madurez fisiológica del cultivo y durante la recolección de los tubérculos se pudo contabilizar los mismos que presentaron promedios de 9.024,00 unidades/ha de primera categoría, 4.512,00 unidades/ha de segunda categoría y 3.008,00 unidades/ha de tercera categoría y el peso de tubérculos alcanzó un promedio de 0,75 kg, la cosecha se realiza cuando la planta está completamente marchita y sus hojas amarillas. La selección y clasificación de los tubérculos de jícama de buena calidad deben ser lisos y firmes, con una forma y tamaño uniforme (0,5 a 1 kg de peso), así lo detalla Sánchez *et. al.* (2010).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y con los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. La fertilización edáfica en base al requerimiento anual de N 80 – P 60 – K 80 kg/ha, de 10-30-10; 18-46-00; 8-20-20 y abono orgánico bovinaza en dosis de 2000 kg/ha, obtuvieron eficacia en el crecimiento, desarrollo, formación de tubérculos y rendimiento en kg/ha del cultivo de jícama.
2. La mayor altura de planta desde los 40 a los 180 días después del trasplante presentó diferencias en el crecimiento y desarrollo como se indica que en los 40 ddt obtuvo el mayor valor aplicando el fertilizante 10-30-10; mientras que desde los 80 a 180 ddt fueron con el fertilizante 18-46-00 en cada una de las medidas.
3. En cuanto al diámetro del follaje de la planta los resultados determinaron que con el fertilizante 18-46-00 que registro un promedio de 99,97 cm, y con la abonadura orgánica bovinaza en dosis de 2000 kg/ha alcanzó 97,13 cm.
4. En las variables número, categoría y peso de tubérculos presentó diferencias significativas en cada una de las variables por lo que sobresalieron aplicando el fertilizante 18-46-00 con mejores valores en cantidad y peso de tubérculos.
5. La mejor fertilización con los requerimientos anuales de N 80 - P 60 - K 80 kg/ha en el cultivo de jícama es aplicando el fertilizante 18-46-00 siendo el mejor producto de mayor eficacia en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

6. El mayor rendimiento se obtuvo con el empleo de N 80 – P 60 – K 80 kg/ha anual de 18-46-00 que alcanzó 15933,00 kg/ha, por ende presentó el mejor análisis económico al igual que testigo sin aplicación.

En base a las conclusiones se recomienda:

1. Realizar las siembras comerciales de jícama en base al requerimiento de fertilización anual de N 80 – P 60 – K 80 con los abonos 18-46-00; 10-30-10; 8-20-20 y abonadura orgánica con bovinaza en dosis de 2000 kg/ha, debido a la aportación y asimilación de elementos nitrificantes durante el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo.
2. Aplicar la fertilización de 18 -46-00 en el cultivo de jícama, debido a que el fósforo mejora las características de sabor y mayor engrose y formación del tubérculo.
3. Emplear una programación de fertilización y abonadura orgánica con los requerimientos técnicos de N-P-K/kg/ha, para el cultivo de jícama en base al análisis de suelos, para garantizar la producción y calidad de tubérculos, y realizar investigaciones de cultivo de la jícama con diferentes tipos de abonos y fertilización complementaria.

VII. RESUMEN

La investigación se realizó en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura, con la finalidad de estudiar la aplicación de tres fertilizantes químicos y un orgánico la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.). Los tratamientos estudiados fueron los fertilizantes químicos; 10-30-10; 8-20-20; 18-46-00; bovinaza y un testigo absoluto sin aplicación.

Para la investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron las variables: días a la emergencia, altura de planta a los 40; 80; 120 y 180 días después del trasplante, diámetro de la planta, días a la cosecha, peso de tubérculos, número de tubérculos y rendimiento en kg/ha. Todas las variables aplicadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizando la prueba de Tukey al 5%.

Con la interpretación de los resultados se concluye que la fertilización edáfica en base al requerimiento anual de N 80 – P 60 – K 80 kg/ha de 10-30-10; 18-46-00; 8-20-20 y abono orgánico bovinaza en dosis de 2000 kg/ha, obtuvieron eficacia en la emergencia, crecimiento, desarrollo, formación de tubérculos y rendimiento en kg/ha del cultivo de jícama; la mayor altura de planta desde los 40 a los 180 días después del trasplante presentó diferencias en el crecimiento y desarrollo a 40 ddt con el mayor valor registro aplicando bajo el requerimiento anual de N 80 - P60 –K 80, el fertilizante 10-30-10 y desde los 80 a 180 ddt, lo obtuvo aplicando 18-46-00, en el diámetro del follaje de la planta se determinó con la aplicación del fertilizante 18-46-00, con un promedio de 99,97 cm, y con la abonadura orgánica bovinaza en dosis de 2000 kg/ha alcanzó 97,13 cm, mientras que en las variables número, categoría y peso de tubérculos presentó diferencias significativas en cada una por lo que sobresalieron aplicando el fertilizante N-P-K 18-46-00 con mejores valores en cantidad y peso de tubérculos, por lo tanto la mejor fertilización

aplicando los requerimientos anuales de N 80 - P 60 - K 80 kg/ha en el cultivo de jícama es con el fertilizante 18-46-00 siendo el mejor producto de mayor eficacia en el desarrollo y rendimiento del cultivo, por lo que significa el mayor rendimiento con 15933,00 kg/ha, obteniendo así el mejor análisis económico al igual que testigo sin aplicación debido a la menor inversión registrada en la investigación.

VII. SUMMARY

The research was conducted in the canton Otavalo, Imbabura province, in order to study the application of three chemical fertilizers and organic production jicama (yacón Rob.). The treatments were chemical fertilizers; 10-30-10; 8-20-20; 18-46-00; bovinaza and absolute control without application.

The design of randomized complete block (RCBD) with five treatments and three replicates were used for research. The variables were evaluated: days to emergence, plant height at 40; 80; 120 and 180 days after transplantation, diameter of the plant, days to harvest, weight of tubers, tuber number and yield in kg / ha. All variables applied were subjected to ANOVA using Tukey's test at 5%.

The interpretation of the results it is concluded that the soil fertilization based on the annual requirement of N 80 - P 60 - K 80 kg / ha of 10-30-10; 18-46-00; 8-20-20 and compost bovinaza dose of 2000 kg / ha, obtained effectiveness in emergency, growth, development, tuber formation and yield in kg / ha crop of jicama; the tallest plants from 40 to 180 days after transplantation showed differences in growth and development 40 DAT with the best value under the annual registration requirement applying N 80 - 80 -K P60, fertilizer 10-30- 10 and from 80 to 180 ddt, obtained by applying the 18-46-00, plant in diameter was determined with 18-46-00 fertilizer application, with an average of 99.97 cm, and the organic abonadura bovinaza in doses of 2000 kg / ha reached 97.13 cm, while in the variable number, category and weight of tubers significantly different in each excelled so applying NPK fertilizer 18-46-00 with better values in amount tuber weight and therefore the best fertilization applying annual requirements N 80 - P 60 - K 80 kg / ha

in growing jicama with 18-46-00 fertilizer is still the best product of greater efficiency in the development and performance of the crop, which means the highest performance with 15,933.00 kg / ha, thus obtaining the best economic analysis as control without application because of lower investment in research registered.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Agronomía (s.f.) Fertilización química. Disponible en línea: http://agronomia.uchile.cl/web/ximena_lopez/documentos
2. Álvarez, G. 2007. Suelos para cultivo de jícama. Experiencias agroecológicas sobre el cultivo de jícama. Estación Experimental “La Argelia”. Universidad Nacional de Loja.
3. Álvarez, G. Sánchez, S. Uchuari, J. 2012. Manual Técnico para el cultivo de la Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) en Loja. Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Agronómica. Estación Experimental “La Argelia”. Universidad nacional de Loja.
4. Blog and web (2008). Todo sobre la Fertilización. (en línea). Disponible en: http://laquinua.blogspot.com/2008/05/abonamiento-y_fertilizacion.html#
5. Cadahia, C. (2008). Fertilización en cultivos hortícolas, frutales, y ornamentales tercera Edición Implica, Editorial mundi. Dominguez, O.
6. Ediciones Ripalme 2009. Cultivo y producción de maíz. Colección Mi Huerto. Primera Edición © Derechos Reservados 2009. Perú, Ecuador y Bolivia.
7. Fertisquisa 2007. Ficha técnica del Fosfato Diamónico (DAP). Fertilizante: Disponible en: [http://www.isquisa.com/site/files/productos/Fosfato_Diamonico_\(DAP\).pdf](http://www.isquisa.com/site/files/productos/Fosfato_Diamonico_(DAP).pdf)

8. Fertiberia.S.A.(2014), disponible [.http://www.fertiberia.es/templates/template1.asp/](http://www.fertiberia.es/templates/template1.asp/)
9. Ecured,http://www.ecured.cu/index.php/Anexo:Fertilizante_%28Fertilizantes_inorg
% Compendio de Agronomía 2do año, 2da parte, Ed. Pueblo y Educación.
10. García F. (2000). Fosforo y potasio en el cultivo de maíz. INPOFOS/PPI/PPIC Cono
Sur av. Santa Fe 940. Acassuso-Argentina.
11. Henríquez, *et, al.*, (2008). Las labores culturales y la explotación de los suelos
disminuyen el contenido de materia orgánica y nutrimentos.....
12. Icochoa, T. 1997. Enfermedades Fungosas y Bacterias de Raíces y Tubérculos
Andinos. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 172 p.
13. Infoagro 2010. Fosforo y Nitrógeno. Disponible en línea: www.infoagro.com
14. INIA-Ururi (s.f.), La fertilización. Disponible en línea:
[http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18 ...](http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18...)
15. Manrique, I. 2004. Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima, Perú
16. Mercado libre (2011). Fertilizante triple 15. (en línea). Disponible en:
http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-28793887-fertilizante-triple-15-_JM

17. Mosquera, B. (2010). Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Localidad: Reserva Ecológica Los Illinizas. Editado por: Nancy Puente Figueroa (FONAG) Septiembre 2010.
18. Rodríguez, 2009. Formas de incorporación de la materia orgánica y fertilización. http://agronomia.uchile.cl/web/ximena_lopez/documentos
FERTILIZACION%20DE%20CULTIVOS.doc
19. Sánchez, P., Uchuari, Y. 2010. Influencia de las fases lunares en la fenología y producción orgánica de jícama de *Smallanthus sonchifolius* Rob. En la Argelia, Loja. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica.
20. Suquilanda, M. 2010. UNOCANC. (Unión de Organizadores de Campesinos de Cotopaxi). Producción Orgánica de Cultivos Andinos. Manual Técnico. p. 74.
21. UOCC (2007). Tipos de abonos orgánicos. Manual de Capacitación para productores Agropecuarios Campesinos. Área de Desarrollo Económico UOCC. Ibarra – Ecuador 24 p.
22. Villa L. J. 1999. Cultivo de tomate de árbol. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tecnología. Politécnico colombiano. Jaime Isaza Cadavid. 125p.
23. WIKIPEDIA (2011). Abonos orgánicos. (en línea). Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Abono_org%C3%A1nico

ANEXOS

Cuadro 13. Valores de días a la emergencia, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	22,00	20,00	21,00	21,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	20,00	22,00	20,00	20,67
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	22,00	18,00	21,00	20,33
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	22,00	20,67
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	20,00	21,00	22,00	21,00

Cuadro 14. Análisis de varianza de días a la emergencia, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,93	4	0,23	0,12	
Rep.	2,53	2	1,27	0,66	
Error Exp.	15,47	8	1,93		
Total	<u>18,93</u>	<u>14</u>			

Cuadro 15. Valores de altura de planta a los 40 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	12,10	11,90	13,10	12,37
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	11,80	11,90	11,90	11,87
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	12,00	12,00	12,00	12,00
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	11,90	11,80	11,80	11,83
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	10,70	10,60	10,60	10,63

Cuadro 16. Análisis de varianza de altura de planta a los 40 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	5,13	4	1,28	14,85	
Rep.	0,16	2	0,08	0,90	
Error Exp.	0,69	8	0,09		
Total	<u>5,98</u>	<u>14</u>			

Cuadro 17. Valores de altura de planta a los 80 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	25,80	25,70	25,60	25,70
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	25,60	25,60	25,60	25,60
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	26,10	26,20	26,20	26,17
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	25,60	25,40	25,40	25,47
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	24,30	24,60	24,60	24,50

Cuadro 18. Análisis de varianza de altura de planta a los 80 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	4,48	4	1,12	80,07	
Rep.	0,00	2	0,00	0,05	
Error Exp.	0,11	8	0,01		
Total	<u>4,60</u>	<u>14</u>			

Cuadro 19. Valores de altura de planta a los 120 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	52,50	52,50	52,30	52,43
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	51,70	51,00	51,00	51,23
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	53,10	52,40	52,40	52,63
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	51,80	50,40	50,40	50,87
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	50,60	50,10	50,10	50,27

Cuadro 20. Análisis de varianza de altura de planta a los 120 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	12,44	4	3,11	40,93	
Rep.	1,55	2	0,77	10,17	
Error Exp.	0,61	8	0,08		
Total	<u>14,60</u>	<u>14</u>			

Cuadro 21. Valores de altura de planta a los 160 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	84,50	84,80	84,60	84,63
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	83,70	83,20	83,20	83,37
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	85,10	84,50	84,50	84,70
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	83,80	82,40	82,40	82,87
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	81,70	81,20	81,20	81,37

Cuadro 22. Análisis de varianza de altura de planta a los 160 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	22,89	4	5,72	52,18	
Rep.	1,05	2	0,52	4,78	
Error Exp.	0,88	8	0,11		
Total	<u>24,82</u>	<u>14</u>			

Cuadro 23. Valores de altura de planta a los 180 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	111,50	111,20	112,60	111,77
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	109,90	110,50	110,50	110,30
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	112,50	112,50	112,50	112,50
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	110,70	109,40	109,40	109,83
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	109,40	108,20	108,20	108,60

Cuadro 24. Análisis de varianza de altura de planta a los 180 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	28,95	4	7,24	19,84	
Rep.	0,50	2	0,25	0,68	
Error Exp.	2,92	8	0,36		
Total	<u>32,36</u>	<u>14</u>			

Cuadro 25. Valores de diámetro del follaje de la planta a los 120 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	96,00	99,60	296,30	98,77
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	96,60	96,60	290,80	96,93
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	99,00	99,00	299,90	99,97
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	97,00	97,00	291,40	97,13
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	93,00	92,00	277,00	92,33

Cuadro 26. Análisis de varianza de diámetro del follaje de la planta a los 120 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	101,16	4	25,29	16,22	
Rep.	6,66	2	3,33	2,14	
Error Exp.	12,47	8	1,56		
Total	<u>120,29</u>	<u>14</u>			

Cuadro 27. Valores de diámetro del tallo a los 40 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	80,00	80,00	80,00	80,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	80,00	70,00	80,00	76,67
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	90,00	80,00	80,00	83,33
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	80,00	80,00	70,00	76,67
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	70,00	80,00	70,00	73,33

Cuadro 28. Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 40 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	173,33	4	43,33	1,53	
Rep.	40,00	2	20,00	0,71	
Error Exp.	226,67	8	28,33		
Total	<u>440,00</u>	<u>14</u>			

Cuadro 29. Valores de diámetro del tallo a los 80 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	100,00	90,00	100,00	96,67
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	90,00	90,00	100,00	93,33
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	100,00	80,00	90,00	90,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	80,00	90,00	90,00	86,67

Cuadro 30. Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 80 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	333,33	4	83,33	2,17	
Rep.	93,33	2	46,67	1,22	
Error Exp.	306,67	8	38,33		
Total	<u>733,33</u>	<u>14</u>			

Cuadro 31. Valores de diámetro del tallo a los 120 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	120,00	100,00	110,00	110,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	100,00	100,00	110,00	103,33
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	110,00	120,00	110,00	113,33
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	110,00	100,00	100,00	103,33
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	90,00	100,00	100,00	96,67

Cuadro 32. Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 120 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	506,67	4	126,67	2,24	
Rep.	13,33	2	6,67	0,12	
Error Exp.	453,33	8	56,67		
Total	<u>973,33</u>	<u>14</u>			

Cuadro 33. Valores de diámetro del tallo a los 160 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	130,00	120,00	120,00	123,33
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	120,00	120,00	120,00	120,00
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	120,00	130,00	130,00	126,67
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	120,00	120,00	120,00	120,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	110,00	110,00	110,00	110,00

Cuadro 34. Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 160 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	466,67	4	116,67	7,00	
Rep.	0,00	2	0,00	0,00	
Error Exp.	133,33	8	16,67		
Total	<u>600,00</u>	<u>14</u>			

Cuadro 35. Valores de diámetro del tallo a los 180 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	160,00	150,00	140,00	150,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	150,00	140,00	150,00	146,67
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	160,00	150,00	160,00	156,67
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	150,00	150,00	150,00	150,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	140,00	140,00	150,00	143,33

Cuadro 36. Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 180 ddt, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2013

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	293,33	4	73,33	1,91	
Rep.	93,33	2	46,67	1,22	
Error Exp.	306,67	8	38,33		
Total	<u>693,33</u>	<u>14</u>			

Cuadro 37. Valores de días a la cosecha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	290,00	292,00	290,00	290,67
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	291,00	290,00	292,00	291,00
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	290,00	292,00	290,00	290,67
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	290,00	290,00	290,00	290,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	292,00	290,00	291,00	291,00

Cuadro 38. Análisis de varianza de días a cosecha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	2,00	4	0,50	0,43	
Rep.	0,13	2	0,07	0,06	
Error Exp.	9,20	8	1,15		
Total	<u>11,33</u>	<u>14</u>			

Cuadro 39. Valores de producción de primera categoría de tubérculos kg/ha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	9240,00	9120,00	9360,00	9240,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	9000,00	8880,00	8880,00	8920,00
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	9480,00	9600,00	9600,00	9560,00
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	9000,00	8760,00	8760,00	8840,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	8640,00	8520,00	8520,00	8560,00

Cuadro 40. Análisis de varianza de producción de primera categoría de tubérculos kg/ha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	1781760,00	4	445440,00	48,84	
Rep.	23040,00	2	11520,00	1,26	
Error Exp.	72960,00	8	9120,00		
Total	<u>1877760,00</u>	<u>14</u>			

Cuadro 41. Valores de producción de segunda categoría de tubérculos kg/ha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	4620,00	4560,00	4680,00	4620,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	4500,00	4440,00	4440,00	4460,00
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	4740,00	4800,00	4800,00	4780,00
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	4500,00	4380,00	4380,00	4420,00
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	4320,00	4260,00	4260,00	4280,00

Cuadro 42. Análisis de varianza de producción de segunda categoría de tubérculos kg/ha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	445440,00	4	111360,00	48,84	
Rep.	5760,00	2	2880,00	1,26	
Error Exp.	18240,00	8	2280,00		
Total	<u>469440,00</u>	<u>14</u>			

Cuadro 43. Valores de producción de tercera categoría de tubérculos kg/ha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	3080,00	3040,00	3120,00	3080,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	3000,00	2960,00	2960,00	2973,33
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	3160,00	3200,00	3200,00	3186,67
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	3000,00	2920,00	2920,00	2946,67
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	2880,00	2840,00	2840,00	2853,33

Cuadro 44. Análisis de varianza de producción de tercera categoría de tubérculos kg/ha, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	197973,33	4	49493,33	48,84	
Rep.	2560,00	2	1280,00	1,26	
Error Exp.	8106,67	8	1013,33		
Total	<u>208640,00</u>	<u>14</u>			

Cuadro 45. Valores de número de tubérculos/planta, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	14,50	14,50	15,30	14,77
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	13,80	13,90	13,90	13,87
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	15,50	14,80	14,80	15,03
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	12,70	13,00	13,00	12,90
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	11,80	12,00	12,00	11,93

Cuadro 46. Análisis de varianza de número de tubérculos/planta, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	20,11	4	5,03	52,20	
Rep.	0,08	2	0,04	0,39	
Error Exp.	0,77	8	0,10		
Total	<u>20,96</u>	<u>14</u>			

Cuadro 47. Valores de peso de tubérculos, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg.	3,86	0,96	3,86	0,77	0,76	0,78	0,77
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	0,75	0,74	0,74	0,74
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	0,79	0,80	0,80	0,80
T4.	Bovinaza	2000 kg.	0,00	0,00	0,00	0,75	0,73	0,73	0,74
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	0,72	0,71	0,71	0,71

Cuadro 48. Análisis de varianza de peso de tubérculos, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius* Rob.) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,01	4	0,00	48,84	
Rep.	0,00	2	0,00	1,26	
Error Exp.	0,00	8	0,00		
Total	<u>0,01</u>	<u>14</u>			

Cuadro 49. Valores de rendimiento, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smilax sp.*) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

Tratamientos Fertilizantes		Requerimiento nutricional de la jícama kg/ha anual	N 80	P 60	K 80	I	II	III	X
T1.	10-30-10	Requerimiento nutricional por parcela experimental kg. 2000 kg.	3,86	0,96	3,86	15400,00	15200,00	15600,00	15400,00
T2.	8-20-20		4,80	1,44	1,44	15000,00	14800,00	14800,00	14866,67
T3.	18-46-00		2,13	0,62	0,00	15800,00	16000,00	16000,00	15933,33
T4.	Bovinaza		0,00	0,00	0,00	15000,00	14600,00	14600,00	14733,33
T5.	Sin aplicación	.....	0,00	0,00	0,00	14400,00	14200,00	14200,00	14266,67

Cuadro 50. Análisis de varianza de rendimiento, en la respuesta a la aplicación de tres fertilizantes químicos y un abono orgánico en la producción de jícama (*Smilax sp.*) en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. FACIAG – UTB. 2014

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	4949333,33	4	1237333,33	48,84	
Rep.	64000,00	2	32000,00	1,26	
Error Exp.	202666,67	8	25333,33		
Total	5216000,00	14			


PRESUPUESTO

Rubros	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Agrícolas				
Arriendo del terreno	Meses	7	10,00	70,00
Preparación de suelos (maquinaria agrícola)	Unidades	2	15,00	30,00
Materiales y herramientas	Unidades	2	10,00	20,00
Piola	Cono	1	3,00	3,00
Estacas y letreros	Unidades	96	0,40	38,40
Mano de obra				
Trazado de parcelas	Unidades	1	15,00	15,00
Surcado	Unidades	2	15,00	30,00
Siembra	Jornales	2	15,00	30,00
Fertilización	Jornales	1	15,00	15,00
Deshierba	Jornales	2	15,00	30,00
Aporque	Jornales	2	15,00	30,00
Riego	Jornales	1	15,00	15,00
Aplicaciones fitosanitarias	Jornales	1	15,00	15,00
Cosecha	Jornales	3	15,00	45,00
Insumos				
Semilla (colinos)	Kg	50	0,25	12,50
Fertilizante 10-30-10	Kg	8,68	0,50	4,34
Fertilizante 18-46-00	Kg	2,75	0,90	2,48
Fertilizante 8-20-20	Kg	7,68	0,60	4,61
Abono orgánico	Kg	75	0,10	7,50
Movilización	Viajes	8	6,00	48,00
Alimentación	Unidades	15	1,75	26,25
Subtotal de costos directos				492,07
Asesoría de campo	Unidades	7	30	210,00
Imprevistos (Documentos)	5% CD			35,10
Costo Total (Dólares)				737,18

LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																											
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD																						
Nombre: JAIME MUENALA ANRANGO					Provincia: Imbabura																						
Ciudad: Otavalo					Cantón: Otavalo																						
Teléfono: 0988837274					Parroquia: Quichinche																						
Fax:					Sitio: Yambiro																						
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO																						
Sitio: Yambiro					Nro Reporte.: 5802																						
Superficie:					Tipo de Análisis: Elemental																						
Número de Campo: M 1					Muestra: Suelo M 1																						
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2014-06-16																						
A Cultivar: Jicama					Fecha de Reporte: 2014-06-20																						
Nutriente Valor Unidad			INTERPRETACION																								
N	49.36	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>																								
P	7.36	ppm																									
S		ppm																									
K	0.58	meq/100 ml																									
Ca	11.25	meq/100 ml																									
Mg	2.39	meq/100 ml																									
			BAJO	MEDIO	ALTO																						
Zn		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>																								
Cu		ppm																									
Fe		ppm																									
Mn		ppm																									
			BAJO	MEDIO	ALTO																						
B		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>																								
			BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																					
pH	6.28		<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">0 Requiere Cal</td> <td style="width: 16.6%;">5.5</td> <td style="width: 16.6%;">6.5</td> <td style="width: 16.6%;">7.0</td> <td style="width: 16.6%;">7.5</td> <td style="width: 16.6%;">8.0</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Acido</td> <td style="text-align: center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Lig. Alcalino</td> <td style="text-align: center;">Alcalino</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>							0 Requiere Cal	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0			Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino					
0 Requiere Cal	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0																						
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																							
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>																								
Al		meq/100 ml																									
Na		meq/100 ml																									
			BAJO	MEDIO	ALTO																						
Ce	0.188	mS/cm	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>																								
			No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																					
MO	3.02	%	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>																								
			BAJO	MEDIO	ALTO																						
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)																						
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural																		
4.71	4.12	23.52	14.22																								
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio																											

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

NOMBRE: Jose Muenala CULTIVO: Jicama FECHA: 14 12 03

MUESTRA	Kg/Ha/año			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos 50Kg/ha
	N	P2O5	K2O		
5802 M1	60	70	30	18-46-0 Sulfato de amonio Urea (46-0-0) Muratode potasio (0-0-60)	3 1 1 1

Manejo agronómico del fertilizante.

1. Establecimiento

Aplicar al retape, todo el (18-46-0), más el sulfato de amonio. El resto de fertilizante aplicar al aporque.

Aplicar microelementos foliares completos o quelatados.

El contenido de materia orgánica (3,02%) es medio (normal)

*Las recomendaciones son en sacos por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado.

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar el aspecto climático de la zona por lo tanto esta constituye una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico responsable, considerando condiciones de clima y agua.

Fotografías del ensayo.



Figura 1. Recolección de semilla



Figura 2. Preparación de la semilla



Figura 3. Trazado del ensayo



Figura 4. Preparación del suelo



Figuras 5 y 6. Evaluación días a la emergencia



Figuras 7 y 8. Evaluación Diámetro del tallo



Figura 9. Evaluación altura de planta

Figura 10. Evaluación Diametro de follaje



Figura 11. Evaluación días a la floración

Figura 12. Evaluación días a la cosecha



Figura 13-14: Visita del director Ing Raul Vallejo



Figura 15-16: Visita del director Ing Raul Vallejo



Figura 17: Analisis para la cosecha



Figura 18: Corte del follaje para la cosecha



Figura17: Dias a la cosecha



Figura 18: Conteo Nro de los tuberculos



Figura19-20: Conteo de numero de tuberculos planta



Figura 21-22: Clasificacion de tuberculos



Figura 23: Evaluación longitud de fruto



Figura 24: Rendimiento Kg/ha



Figura 25: Clasificación de tuberculos



Figura 26: Rendimiento Kg/ha