



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
ESCUELA DE INGENIERIA EN  
AGROPECUARIA**

**EFFECTO DEL N, P, K y S EN EL RENDIMIENTO DE LA JÍCAMA**

**(*Smallanthus sonchifolius*) EN CHALTURA, IMBABURA**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en Agropecuaria**

**AUTOR:**

**Jhonny Anderson Guerrón Endara**

**DIRECTOR:**

**Ing. Juan Pablo Aragón**

**Ibarra, febrero del 2017**

---

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN**  
**CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA EN**  
**AGROPECUARIA**

**EFFECTO DEL N, P, K y S EN EL RENDIMIENTO DE LA JÍCAMA**  
**(*Smallanthus sonchifolius*) EN CHALTURA, IMBABURA**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO EN AGROPECUARIA**

**APROBADO:**

Ing. Juan Pablo Aragón, MSc  
**DIRECTOR**

  
FIRMA

Ing. Mónica León, MSc  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Ing. Miguel Aragón, MSc  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

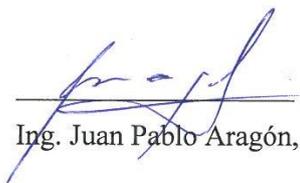
Ing. Carlos Arcos, MSc  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

## CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jhonny Anderson Guerrón Endara, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 3 días del mes de febrero del 2017



Ing. Juan Pablo Aragón, MSc

DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040174950-2	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guerrón Endara Jhonny Anderson	
DIRECCIÓN:	García Moreno	
EMAIL:	jhonny.f91@gmail.com	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL 0987340696

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EFECTO DEL N,P,K y S EN EL RENDIMIENTO DE LA JÍCAMA (Smallanthus sonchifolius) EN CHALTURA, IMBABURA”.
AUTOR (ES):	Guerrón Endara Jhonny Anderson
FECHA: AAAAMMDD	2017/01/17
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Juan Pablo Aragón

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Guerrón Endara Jhonny Anderson , con cédula de identidad Nro. 040174950-2, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de Enero del 2017

**EL AUTOR:**



(Firma).....

Nombre: Guerrón Endara Jhonny Anderson  
C.C. 040174950-2



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Guerrón Endara Jhonny Anderson , con cédula de identidad Nro. 040174950-2 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **“EFECTO DEL N,P,K y S EN EL RENDIMIENTO DE LA JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*) EN CHALTURA, IMBABURA”**. Qué ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Agropecuaria en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 17 días del mes de Enero del 2017

(Firma).....

Nombre: Guerrón Endara Jhonny Anderson  
Cédula: 040174950-2

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por ser la guía en mi vida y poner en mi camino a personas que me ayuden a ser cada día mejor.*

*Agradezco a mi familia, amigos y docentes, que gracias a su ayuda y apoyo, he podido concluir esta misión.*

*De manera especial agradezco a mi director de trabajo de grado el Ing. Juan Pablo Aragón y asesores; Ing. Mónica León, Ing. Carlos Arcos e Ing. Miguel Aragón, por sus consejos y experiencias transmitidas que me ayudó a lograr con éxito la culminación del trabajo de titulación y así poder contribuir al desarrollo de nuestro país el Ecuador.*

## DEDICATORIA

*El presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres y hermanas, por su apoyo incondicional en mi vida y etapa estudiantil.*

*Se lo dedico de manera especial a mi madre Yadira Endara y padre Edwin Guerrón, quienes con su inmenso amor, han sido el pilar fundamental, en quienes me sostengo en todos los momentos de mi vida, ya que gracias a sus consejos y apoyo incondicional he podido salir adelante y cumplir mis metas planteadas.*

## INDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO 1 .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema .....	1
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos secundarios .....	3
1.5 Hipótesis .....	3
CAPÍTULO 2 .....	4
2. Marco teórico .....	4
2.1. Origen y Distribución mundial .....	4
2.2. La jícama.....	4
2.2.1. Rendimiento de raíz del cultivo.....	4
2.3. Clasificación taxonómica.....	5
2.4. Descripción botánica.....	5
2.4.1. Raíz .....	5
2.4.2. Tallo.....	6
2.4.3. Hojas .....	6
2.5. Manejo del cultivo .....	6
2.5.1. Sistema de cultivo.....	6
2.5.2. Densidad de siembra.....	6
2.5.3. Requerimientos climáticos.....	7
2.5.4. Fertilización .....	7
2.6. Características de los nutrientes .....	8
2.6.1. Antagonismo.....	8
2.6.2. Nitrógeno .....	8
➤ Exceso de Nitrógeno .....	9
2.6.3. Fósforo.....	9
➤ Excesos de Fósforo .....	10
2.6.4. Potasio .....	10
➤ Excesos de Potasio .....	11
2.6.5. Azufre .....	11
➤ Excesos de Azufre.....	11
2.7. Manejo de nutrientes por sitio específico .....	11

2.8. Elemento faltante .....	12
CAPÍTULO 3 .....	13
3. Metodología .....	13
3.1. Materiales y métodos .....	13
3.2. Características del área de estudio .....	13
3.3. Equipos .....	14
3.3.1. Materiales .....	14
3.3.2. Equipos .....	14
3.4. MÉTODOS .....	15
3.4.1. Factores en estudio .....	15
3.4.2. Tratamientos .....	15
3.4.3. Diseño Experimental .....	15
3.4.4. Características del experimento .....	15
3.4.5. Análisis de Varianza (ADEVA) .....	16
Elaborado por: Autor.....	16
3.4.6. Análisis funcional .....	16
3.4.7. Variables a medir .....	16
3.4.8. Manejo específico del experimento .....	18
CAPÍTULO 4:.....	20
4.1. RESULTADOS Y DISCUSION .....	20
4.1.1. Altura de planta.....	20
4.1.2. Diámetro de tallo .....	23
4.1.3. Rendimiento de raíz.....	25
4.1.4. Rendimiento de follaje.....	27
4.1.5. Análisis foliar.....	28
4.1.6. Descripción de los síntomas de deficiencia.....	30
CAPÍTULO 5.....	33
5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	33
5.1.1. Conclusiones.....	33
5.1.1. Recomendaciones .....	34
BIBLIOGRAFÍA .....	35
GLOSARIO .....	40
ANEXOS .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figure 1.</b> Mapa de ubicación Ibarra, 2016 .....	13
<b>Figura 2.</b> Altura (cm) en los diferentes días de muestreo. ....	21
<b>Figura 3.</b> Altura (cm) por tratamiento .....	22
<b>Figura 4.</b> Diámetro (mm) en los diferentes días de muestreo. ....	24
<b>Figura 5.</b> Diámetro (mm) por tratamiento.....	25
<b>Figura 6.</b> Rendimiento de raíz Tm/Ha .....	26
<b>Figura 7.</b> Rendimiento de follaje en Tm/Ha .....	28
<b>Figura 9.</b> Tratamiento 2.....	30
<b>Figura 10.</b> Tratamiento 3.....	30
<b>Figura 11.</b> Tratamiento 4.....	31
<b>Figura 12.</b> Tratamiento 5.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos evaluados.....	15
Tabla 2. Análisis de Varianza .....	16
Tabla 3. Fuentes de nutrientes, porcentaje de concentración y dosis.....	19
Tabla 4. Análisis de varianza para la altura de planta.....	20
Tabla 5. Prueba de Fisher para días en la variable altura de planta. ....	21
Tabla 6. Prueba de Fisher para tratamientos en la variable altura de planta. ....	22
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo .....	23
Tabla 8. Prueba de Fisher para días de muestreo en la variable diámetro de tallo. ....	23
Tabla 9. Prueba de Fisher para tratamientos en la variable diámetro de tallo. ....	24
Tabla 10. Análisis de varianza para el rendimiento de raíz. ....	25
Tabla 11. Rendimiento en Tm/Ha de raíz de jícama para cada tratamiento .....	26
Tabla 12. Análisis de varianza para el rendimiento de materia vegetal.....	27
Tabla 13. Rendimiento en Tm/Ha de follaje de jícama para cada tratamiento .....	27
Tabla 14. Extracción de los nutrientes en Kg/Ha.....	28
Tabla 15. Antagonismo de los nutrientes.....	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de variables analizadas.....	43
Anexo 2. Análisis químico del suelo.....	46
Anexo 3. Análisis foliares .....	47
Anexo 4. Calculo de extracción de nutrientes del cultivo.....	48
Anexo 5. Mapa de ubicación del experimento.....	51
Anexo 6. Esquema de parcelas del ensayo.....	52
Anexo 7. Costos de producción por hectárea para cada tratamiento .....	53
Anexo 8. Cálculos de fertilización.....	54
Anexo 9. Fotografía del ensayo .....	55

## RESUMEN

En la provincia de Imbabura en la parroquia Chaltura, se realizó el estudio del “Efecto del N, P, K y S en el Rendimiento de la Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) en Chaltura, Imbabura”, los objetivos específicos planteados fueron: 1) Evaluar la respuesta del cultivo de jícama a la fertilización con N, P, K, y S; 2) Determinar el elemento limitante en el rendimiento de la jícama; 3) Describir los síntomas causados por la deficiencia de cada uno de los nutrientes; y 4) Establecer una recomendación preliminar de fertilización para el cultivo de la jícama, para lo cual, se utilizó la metodología del manejo del nutrientes por sitio específico. La investigación estuvo conformada por 6 tratamientos y 3 repeticiones con un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), cada unidad experimental tuvo un área de 8 m<sup>2</sup>. Para la evaluación de los datos de altura de planta, diámetro del tallo, análisis foliar, síntomas de deficiencia y rendimiento, se utilizó el programa InfosTat/E y sometidos a un modelo lineal generalizado mixto, además para las variables significativas se empleó la prueba de Fisher al 5%. El tratamiento que reportó mejores resultados fue el T4 (fertilización con N, P, S menos K) ya que obtuvo el mayor rendimiento de raíz con un promedio de 10,87Tm/Ha, además presentó los promedios más altos respecto a las variables: Diámetro del tallo, Altura de planta, Rendimiento de raíz y Rendimiento de follaje; El tratamiento 6 (testigo absoluto sin fertilización) fue el que menos rendimiento de raíz tuvo con un promedio de 7,67Tm/Ha, además siempre se encuentra en el último rango en todas las variables, asimismo el T1 (fertilización completa con N, P, K y S) obtuvo rendimientos bajos de 8,22 Tm/Ha. No se encontró síntomas de deficiencia de N, P, K y S en ninguno de los tratamientos.

## ABSTRACT

In the province of Imbabura in the Chaltura parish, the study of the Effect of N, P, K and S performance in jicama (*Smallanthus Sonchifolius*) in Chaltura, Imbabura, the specific objectives were. 1) Evaluate the crop response jicama to fertilization with N, P, K and S, 2) Determine the limiting factor in the performance of jicama, 3) Describe the symptoms caused by deficiency of each nutrient and 4) Establish a preliminary recommendation of fertilization for growing jicama, for which the methodology of managing site-specific nutrient used. The research consisted of 6 treatments and 3 repetitions with an experimental randomized complete block design (RCBD), each experimental unit had an area of 8 m<sup>2</sup>. the InfoStat/E program was used and subjected to a generalized linear mixed model, in addition to the significant variables for evaluating data, plant height, stem diameter, leaf analysis, deficiency symptoms and performance, use test Fisher 5%. The treatment reported better results was the T4 (fertilization with N, P, S less K) as obtained higher yields of root with an average of 10,87Tom / besides It always remained in the first ranks in the studied variables ( stem diameter, plant height, root and yield performance of foliage); Treatment 6 (absolute control without fertilization) was the least performance had root averaging 7,67Tom / It also always located on the top rank in all variables, besides treatment 1 (complete fertilization with N, P, S k) obtained low yields of 8.22Tom / ha. No deficiency symptoms N, P, K and S in any of the treatments were presented.

# CAPÍTULO 1

## 1.1 Antecedentes

La jícama es una planta perenne nativa de la región andina, la cual tiene algunas características, entre ellas, la particularidad de producir una raíz tuberosa con un sabor endulzante y succulento, lo que le permite ser consumida en fresco, siendo una alternativa alimenticia y nutricional (Enríquez & Guerrero, 2010).

Esta característica se debe a que la jícama almacena sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS) un tipo especial de azúcar. Los (FOS) no pueden ser digeridos por el tracto digestivo humano, debido a la carencia de la enzima necesaria para su digestión, produciendo así pocas calorías en el cuerpo humano, además no eleva el nivel de glucosa en la sangre (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

En el 2009, Balladares y Travez realizaron una investigación donde probaron tres (tipos de fertilizantes químicos, orgánica y sin fertilizante) en 6 morfotipos de jícama, donde concluyeron que el mejor tratamiento fue el de fertilización química con un promedio de 59.24 Tm/Ha de raíces a comparación con el tratamiento sin fertilización de cuyo rendimiento fue de 40.24 Tm/Ha, demostrando así que la fertilización influye directamente en el rendimiento.

## 1.2 Problema

En el Ecuador poco se conoce de cultivos a gran escala de esta raíz, y existe poca información acerca de la nutrición adecuada para aumentar los rendimientos de este cultivo, por lo general se produce de forma tradicional y/o asociada con otros cultivos como el melloco, la mashua y la oca (INIAP & CIP, 2004).

La jícama al igual que la caña de azúcar, se pueden concentrar los azúcares y obtener panela, la cual consta de pocas calorías y puede ser consumida por personas diabéticas; por otro lado tiene potencial agroindustrial (Tizon, 2007). Por lo cual, la gran demanda de la industria alimentaria de producir productos saludables para el consumo humano, hacen que esta planta en el futuro tenga gran demanda por la industria, para lo cual se debe producir la mayor cantidad de raíz por área, esto se puede lograr con una adecuada fertilización del cultivo.

Por otro lado el manejo inadecuado de los suelos y la deforestación ha dado como consecuencia erosión y pérdida de fertilidad de los suelos; esta planta además de su potencial industria sirve como protector de suelos, evitando la erosión gracias a su capacidad de mantenerse como especie perenne. ( Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica (SAB), 2013) y (Intituto de la Potasa y el Fósforo, 2000)).

### **1.3 Justificación**

La producción de Jícama en el Ecuador es baja y se destina principalmente al autoconsumo, encontrándose como cultivo de economía familiar alrededor de huertos familiares, especialmente en las familias campesinas, lo que indica que no existen cultivos comerciales, esto se debe a la falta de conocimiento por parte de la población de sus propiedades medicinales, alimenticias e industriales tanto del tubérculo como de sus hojas.

Del mismo modo la Jícama es un producto que en Sudamérica se viene consumiendo desde épocas ancestrales, además constituye una opción para los agricultores debido que este cultivo tiene una gran potencial para la industria alimenticia y farmacéutica debido a los compuestos prebióticos de las hojas y raíces de la jícama (Barajas Villamizar, Herreño Mosquera, Mejia Piñeros, Borrego Muñoz, & Pombo Ospina, 2014).

Actualmente se conoce de pocas investigaciones realizadas en nuestro país para determinar el nutriente que restringe la producción, así mismo se desconoce la concentración de estos elementos en la planta, esto se debe a la falta de información en el país, debido a que es un cultivo poco difundido, el enfoque principal es conocer el elemento principal que influye en la producción del cultivo de Jícama y establecer una recomendación de fertilizante para nuestro país, por otro lado satisfacer algunos requerimientos de la vida moderna, como la producción de alimentos bajos en calorías y grasas.

Esta raíz, tiene importantes propiedades nutricionales y medicinales, puede ser consumida por niños y adultos como fruta fresca o procesada, cumpliendo con el tercer objetivo del Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) , el cual plantea en la meta 3.4 “revertir la tendencia de la incidencia de la obesidad y sobrepeso en niños/as de 5 a 8 años de 29,9% a 26%”. Para alcanzar esta meta, se necesita introducir alimentos bajos en calorías, siendo esta raíz una opción para agregar en la dieta de las personas.

Por tal motivo el presente trabajo de investigación tiene la finalidad de determinar el elemento o los elementos que más influyen en el rendimiento y por otro lado conocer las proporciones de nutrientes que extrae el cultivo del suelo para poder determinar el requerimiento nutricional del cultivo y establecer una recomendación de fertilización, lo que permitirá tener información con la cual, los agricultores podrán adoptar alternativas adecuadas para el manejo agronómico del cultivo.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto del N, P, K y S en el rendimiento de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) en Chaltura, Imbabura.

### **Objetivos secundarios**

- Evaluar la respuesta del cultivo de jícama a la fertilización con N, P, K, y S.
- Determinar el elemento limitante en el rendimiento de la jícama.
- Describir los síntomas causados por la deficiencia de cada uno de los nutrientes
- Establecer una recomendación preliminar de fertilización para el cultivo de la jícama.

## **1.5 Hipótesis**

**Ho:** La aplicación de N, P, K o S no influye en el rendimiento de la jícama.

**Ha:** La aplicación de N, P, K o S si influye en el rendimiento de la jícama.

## CAPÍTULO 2

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Origen y Distribución mundial

La jícama está distribuida en gran parte del territorio andino como planta silvestre o en pequeños cultivos, desde el norte del Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela, hasta noroeste de Argentina; en Bolivia y el sur de Perú se encuentra la más alta diversidad genética de jícama. En los últimos 30-40 años se ha cultivado de forma masiva en Nueva Zelanda, China, Rusia, Taiwán, Japón, Corea y Brasil (Dostert, Roque, Cano, La Torres, & Weigend, 2009)

#### 2.2. La jícama

La planta de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) es uno de los tesoros naturales del Ecuador que sobresalen entre las otras plantas por sus propiedades farmacéuticas y alimenticias además esta planta es herbácea y perenne que puede llegar a medir entre 1m a 2.5m de alto, puede tener uno o varios tallos, siendo estos cilíndricos, pilosos y huecos o de color verde o purpura. La Jícama tiene dos tipos de raíces, las fibrosas que son muy delgadas, que tiene como función fijar a la planta al suelo y las raíces reservantes, de contextura gruesa, fusiformes de color blanco, crema o purpura (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

##### 2.2.1. Rendimiento de raíz del cultivo

Según la FAO (2016) menciona que este cultivo de jícama tiene altos rendimientos, produciendo en climas áridos y secos un promedio de 35 toneladas por hectárea y en condiciones óptimas (humedad y temperatura adecuada) puede alcanzar un rendimiento de hasta 75 toneladas por hectárea.

Por otro lado el manual de Yacón menciona que esta planta puede tener rendimientos de 10 Tm/Ha hasta 100 Tm/Ha, este rango de variación tan amplio en el rendimiento está sujeto a las condiciones edafoclimáticas y las diferentes densidades empleadas por los agricultores en este cultivo. (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003)

### 2.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la jícama según Montando et, all. citado por Balladares y Travez, 2009 es la siguiente:

Reino:	Planta
División:	Magnolophyta
Clase:	Magnolliopsida
Subclase:	Dicotyledonea
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Smallanthus
Especie:	<i>Sonchifolius</i>
Sinónimos:	<i>Polymniaedulis weddell</i> <i>Polymnia sonchifolius</i> Poep. & Endl
Nombres comunes:	
Quechua:	Yacón y yakuma
Español:	Yacón, Jícama, Jacón llacón, arboloco

### 2.4. Descripción botánica

La jícama (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endles) una especie herbácea perenne de la familia Asteraceae, la cual contra de las siguientes características.

#### 2.4.1. Raíz

La raíz de la jícama se puede expandir hasta 0.8m alrededor de la planta y con un diámetro de 12cm, con una longitud de 30 cm. Internamente tiene dos tipos de raíces fibrosas y reservantes; las fibrosas son muy delgadas, su función es la fijación de la planta del suelo, la absorción de los nutrientes y agua. Las raíces reservantes son engrosadas, fusiformes u ovaladas de color blanco crema o naranjado, estas raíces son las que se consume (Álvarez, Sánchez, & Uchuari, 2012).

#### **2.4.2. Tallo**

El tallo en la parte más desarrollada (base) puede tener un diámetro de 2.05 cm, todo el tallo es pubescente, de la siembra a 4 o 5 meses de edad empieza a ramificarse hasta con 8 tallos por planta, con una altura de 2.10 cm en su etapa máxima de crecimiento en condiciones favorables; los tallos secundarios tienen una longitud hasta 70 cm (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

#### **2.4.3. Hojas**

Las hojas son simples palminervias cordiformes, de color verde en el haz y en el envés con pilosidad de 1 a 1.5 mm, el limbo es de forma acorazonada lisa palmada, el borde es aserrada, las hojas llegan a tener una longitud de 22cm, con un ancho de 15 cm. (Álvarez, Sánchez, & Uchuari, 2012).

### **2.5. Manejo del cultivo**

La jícama es cultivado por pequeños agricultores en áreas reducidas de terreno, utilizando la producción para el auto consumo o venden en los mercados locales (INIAP, 2004).

#### **2.5.1. Sistema de cultivo**

La jícama se cultiva habitualmente bajo tres sistemas, asociados, monocultivo y huertos familiares. Los asociados son como el frejol, maíz, papa, choclo, tomate, en ocasiones se siembra en los alrededores de los cultivos de papa, maíz, entre otros. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2004).

#### **2.5.2. Densidad de siembra**

Según Álvarez, Sánchez, & Uchuari (2012) recomienda sembrar a 0.8m entre plantas y 1m entre surcos donde se coloca las semillas a una profundidad de 15 cm, Por otro lado el Seminario, Valderrama, & Manrique. (2003), menciona que las distancias de siembra pueden fluctuar entre 0.5m a 0.7m entre plantas y 0.8m a 1m entre surcos.

### **2.5.3. Requerimientos climáticos**

Según los productos y mercados del agro de la sierra (PYMAGROS, 2005) las mejores condiciones para su desarrollo se encuentra entre 1100 a 2500 msnm.

#### **➤ Temperatura**

El mejor desarrollo es entre 14 y 20 °C. Las temperaturas menores a 10 °C retardan su crecimiento y alargan el período vegetativo, mermando los rendimientos. Si la temperatura excede los 26°C, y la humedad del suelo es insuficiente, la planta se estresa y marchita.

#### **➤ Humedad**

El cultivo se desarrolla normalmente en un rango de 550 a 1 000 mm de lluvia anuales. Sin embargo, es importante que en los cinco primeros meses después de la siembra, no le falte una dotación de agua uniforme y frecuente.

#### **➤ Luz**

Tiene un comportamiento indiferente a la longitud del día y a la intensidad de la luz; pero en términos generales, el cultivo debe recibir como mínimo nueve horas de luz.

### **2.5.4. Fertilización**

Hay pocos trabajos sobre los requerimientos de fertilización requeridos para obtener el mejor rendimiento del cultivo de jícama. Sin embargo, Dostert et al (2009), recomienda fertilizar con 140-120-100 kg/Ha de N-P-K y de 5 a 10 toneladas de materia orgánica por hectárea, y, por su parte, Enríquez (2010), reporta que la fertilización con 80-60-80 kg/ha de N-P-K, permitió obtener un rendimiento promedio de 23,87Tm/ha, del morfotipo morado de jícama, en el cantón Ibarra.

Según el Instituto de la Potasa y el Fósforo (2000), un estudio realizado entre dos variedades de jícama, de la extracción del fósforo y potasio, concluyó que por cada hectárea, el cultivo remueve del suelo entre 125 a 266 kg de K<sub>2</sub>O y de 29 a 41 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Al respecto, Better Crops International (1997) y el Instituto de la Potasa y el Fósforo (2000), mencionan que la jícama no requiere altas cantidades de nitrógeno debido que estas

plantas fijan nitrógeno atmosférico de 74 a 190 kg de N/Ha y que el contenido de nitrógeno en los residuos de cosecha oscila entre los 130 a 150 kg/ha.

Asimismo, el INIAP (2004), reporta que para todas las especies de raíces y tubérculos andinos, la fertilización de 50-80-40 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, mejora significativamente los rendimientos.

En el 2009, Balladares y Travez realizaron una investigación donde probaron tres (tipos de fertilizantes química (60kg/Ha de nitrógeno, 110kg/Ha de potasio y 50kg/Ha de fósforo), orgánica y sin fertilizante) en 6 morfotipos de jícama, donde concluyeron que el mejor tratamiento fue el de fertilización química con un promedio de 59.24 Tm/Ha de raíces a comparación con el tratamiento sin fertilización de cuyo rendimiento fue de 40.24 Tm/Ha,

## **2.6.Características de los nutrientes**

### **2.6.1. Antagonismo**

El antagonismo se da cuando un elemento se eleva por encima de cierto nivel de concentración, lo que trae como consecuencia la reducción de la absorción de otro: Los nutrientes en las plantas, no son absorbidos por sus cantidades sino más bien por su equilibrio entre ellos. Es decir, la planta requiere una fertilización completa y bien equilibrada (Csr servicios, 2008).

Por otro parte el antagonismo es dos acciones o procesos que tienen efectos opuestos. Si se producen de forma simultánea, uno va a anular, frenar o atenuar los efectos del otro (CCM, 2016).

### **2.6.2. Nitrógeno**

El nitrógeno (N) es un macro nutrientes primarios, importante en la nutrición de las plantas, el cual es requerido en grandes cantidades en comparación con otros. Este elemento es utilizado por los organismos vegetales para formar aminoácidos, que forman parte de las proteínas, así como para formar enzimas o complejo enzimático, también forma parte de las Fitohormonas (Auxinas). El N tiene alta movilidad en la planta como en el suelo, pudiendo perderse por lixiviación o volatilización. Las maneras asimilables por la planta son: en forma de nitratos NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y amoníaco NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Perdomo & Barbazán). Además, Moreno (2007),

menciona que cuando el N esta escaso o ausente, se presenta un amarillamiento general del follaje, el cual inicia en las hojas viejas y posteriormente aparece en las hojas jóvenes, en casos severos las hojas mueren produciendo una defoliación.

Por otra parte el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT, 1981), menciona que la clorosis inicia en las hojas viejas, porque el nitrógeno es trasladado de los tejidos viejos a los jóvenes, que están en crecimiento activo y a medida que la deficiencia aumenta, la clorosis se expande por toda la planta.

#### ➤ **Exceso de Nitrógeno**

Por el contrario a las concentraciones óptimas de nitrógeno, el exceso en las plantas puede causar daños, reflejándose en la reducción de la producción y calidad de las flores (Guy, 2016) y (Alchimia, 2013) . Estos excesos se pueden identificar de la siguiente manera.

- Produce un crecimiento exagerado de follaje y color verde intenso.
- Se forman plantas débiles con tejidos tiernos, por lo tanto, más susceptibles a las plagas y enfermedades, al viento, a la lluvia, al granizo, a las heladas, entre otros.
- Las plantas abonadas con un exceso de nitrógeno, son más sensibles a los ácaros (una plaga).
- La floración es escasa por el predominio de hojas (muchas hojas y pocas flores).
- Las flores se presentan incompletas (sin estambres o sin pistilos). Se caen las flores y frutos además tienen un color anormal..
- Aparece gomosis en árboles frutales (exudación de goma por tronco y ramas).
- Se produce una deficiencia inducida Fósforo, Potasio, Cobre y otros.

#### **2.6.3. Fósforo**

El fósforo (P) es un nutriente esencial para el desarrollo adecuado de las plantas. La función que ejerce el P, dentro de la planta no puede ser sustituida por otro elemento, requiriendo una apropiada concentración de P en el suelo, para un crecimiento y desarrollo apropiado de la planta (Afif, 2005).

CIAT (1981), manifiesta que la deficiencia de P afecta directamente en el metabolismo de las plantas, por que participa en la transferencia de energía y es un componente de algunos compuestos que actúan en el metabolismo. Además la FAO (2002),

señala que las plantas con deficiencia de P presentan crecimiento retardado, hojas verdes oscuras azuladas y parduzcos a partir de las puntas, los frutos no maduran adecuadamente y pueden tener mal formaciones.

➤ **Excesos de Fósforo**

Los primeros síntomas de toxicidad de fósforo se presentan como una clorosis moteada justo detrás del ápice de la hoja más vieja y a lo largo de sus bordes. El ápice rápidamente se vuelve necrótico, luego se torna de color amarillo brillante a lo largo de los bordes, la base de la hoja permanecen verdes y sanas; sin embargo cuando existe una toxicidad intensa, se presentan síntomas similares en la segunda hoja más vieja, que, con el tiempo, avanzan hacia todas las hojas y causan la muerte de la planta CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, sf).

El exceso de fósforo repercute en la planta bloqueando la absorción de otros elementos nutritivos como; calcio, cobre, hierro, magnesio y zinc, siendo el micro elemento más fácil de bloquear el zinc. De modo que deberemos estar alerta a otras deficiencias para saber la severidad del exceso de Fósforo (Alchimi, 2013).

#### **2.6.4. Potasio**

El potasio (K) es un elemento esencial para el crecimiento vegetativo y el responsable del rendimiento. Las plantas absorben este nutriente en gran cantidad, igual o incluso más que el nitrógeno. Siendo indispensable para los procesos fisiológicos y desarrollo de los cultivos. El K interviene en los procesos metabólicos de la planta, es esencial en la fotosíntesis, activa más de 60 sistemas enzimáticos, promueve la translocación y almacenamiento de carbohidratos (Oliveira, Afif, & Mayor, 2006).

El CIAT (1981), menciona que la deficiencia de K ocasiona acumulación de compuestos nitrogenados solubles, que son tóxicos para las plantas y responsables de la necrosis en los márgenes foliares. Por su parte, FAO (2002), indica que la falta de este nutriente, causa crecimiento retardado, hojas con escamado y decoloración en los márgenes, afectando el crecimiento de los frutos.

### ➤ **Excesos de Potasio**

No hay excesos de potasio que produzca toxicidad en la planta, debido a que serían necesarias cantidades muy grandes de este elemento (Guy, 2016). Sin embargo, los niveles excesivos de potasio pueden causar antagonismos que traen como consecuencias las deficiencias de otros nutrientes como el magnesio y calcio (PRO-MIX, 2016).

### **2.6.5. Azufre**

El azufre (S) por los cultivos es requiere en mayores cantidades, con respecto a otros nutrientes. Las necesidades son menores a las de N, K y Ca, pero son de la misma magnitud que del P y Mg. La producción y calidad de los productos pueden verse afectadas por la falta o deficiencia de este, aun cuando los demás elementos estén presentes en cantidades adecuadas en el suelo. El S forma parte de muchos compuestos orgánicos tales como las proteínas vegetales (Patres, Junior, & De Moraes, 2007).

Según CIAT (1981), la carencia de S se presenta como una clorosis que se inicia en las hojas jóvenes y luego a medida que la deficiencia es más aguda, se extiende a las hojas intermedias. Por otra parte Colacelli (2010) publica en la revista producción, el requerimiento de azufre para las leguminosas, que es de 20 a 80 kg/ha.

### ➤ **Excesos de Azufre**

La toxicidad del azufre es muy poco frecuente y probablemente no ocurra en la planta (Ecológica, 2011), debido a que serían necesarias cantidades muy grandes de este elemento. Los niveles altos de azufre en el sustrato pueden competir e inducir un antagonismo (deficiencia inducida) de nitrógeno (PRO\_MIX, 2016).

## **2.7. Manejo de nutrientes por sitio específico**

Según el INIA (1999) corresponde a un conjunto de técnicas que permiten aplicar insumos agrícolas de forma variada dentro de un cultivo, acorde a los requerimientos y/o potencial de producción, sin embargo el INIAP (2011) menciona que el manejo de nutrientes por sitio específico es una forma de contrastar el rendimiento entre una parcela completa, en la que se ha fertilizado adecuadamente con todos los elementos versus el comportamiento de parcelas en las que no se aplicó un elementos en particular.

## **2.8. Elemento faltante**

Esta técnica implica el uso de plantas indicadoras en un suelo, en la que se agrega fertilizante completo y una serie de tratamientos en los que se deja de adicionar uno de los elementos, dando tres tipos de información: primero, cuales elementos son deficientes, segundo, la importancia relativa de la deficiencia y el ultimo, la tasa de agotamiento del fertilizante (Sánchez, 1981)

Por otra parte se busca proporcionar nutrientes a la planta, como y cuando los necesita, permitiendo usar los fertilizantes químicos para llenar el déficit que hay, entre la necesidad total de nutrientes del cultivo y el aporte de nutrientes provenientes del suelo, de esta forma se aplican los nutrientes en dosis óptimas y al momento adecuado (Fairhurst y Witt citado por (Valverde, Yáñez, & Cartagena, 2010)

## CAPÍTULO 3

### 3. Metodología

#### 3.1. Materiales y métodos

A continuación se detalla los materiales y metodología usada en la investigación.

#### 3.2. Características del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en los predios de la Granja Experimental La Pradera de la Universidad Técnica del Norte, cuyas características son:

##### 3.2.1. Ubicación Geográfica

Provincia: Imbabura  
Cantón: Antonio ante  
Parroquia: Chaltura  
Lugar: Granja La Pradera  
Altitud: 2350 msnm

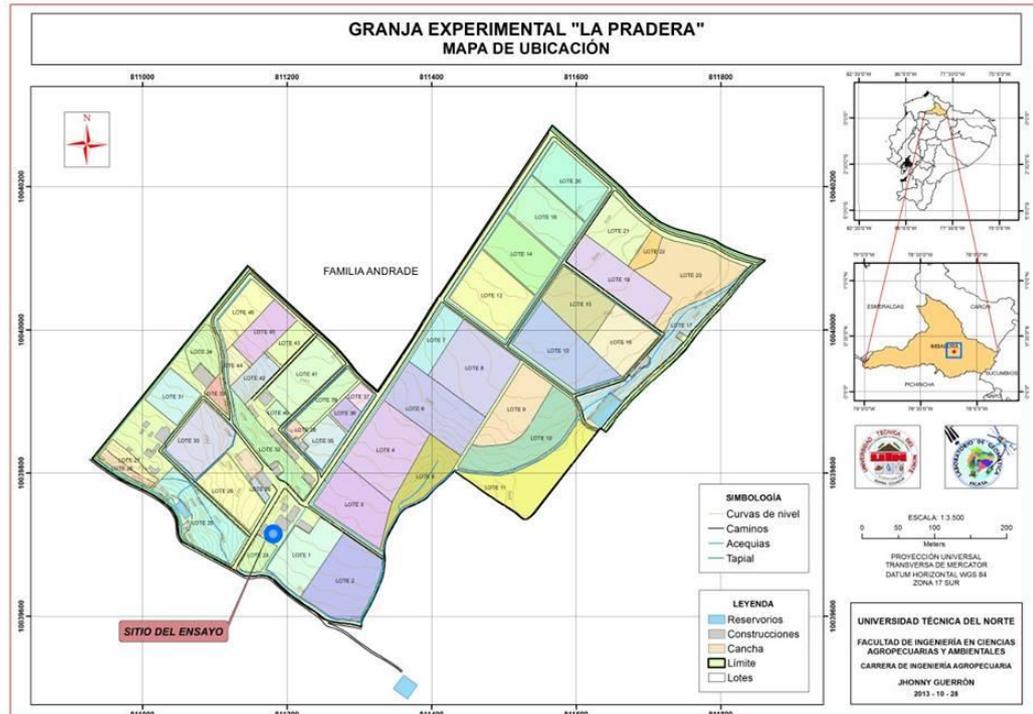


Figure 1. Mapa de ubicación Ibarra, 2016

Elaborado por: Laboratorio de Geomática FICAYA (UTN) (2015)

### 3.2.2. Características climáticas

Temperatura media:	15,4°	C
Temperatura promedio anual:	16°	C
Temperatura máxima:	22°	C
Precipitación media anual:	522	mm
Humedad relativa:	70	%.

Fuente: IGME (2016)

### 3.2.3. Características del suelo

Textura del suelo	Franco Arenoso
Materia orgánica	Bajo
pH	7.5
Cultivo anterior	Alfalfa

Fuente: Laboratorio de Manejo de suelos y aguas, Santa Catalina, INIAP

## 3.3. Equipos

### 3.3.1. Materiales

- Libreta de campo, esferos, etc.
- Herramientas de campo (palas, azadones, piola, cinta métrica, estacas, baldes)
- Letreros de identificación

### 3.3.2. Equipos

- Balanza digital
- Cámara fotográfica
- Computadora

### 3.3.3. Insumos

- Fertilizantes, úrea, fosfato monoamónico, muriato de potasio y azufre al 99,5%
- Semilla (rizomas del morfotipo morado) proveniente de la Granja Experimental Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte.

### 3.4.MÉTODOS

#### 3.4.1. Factores en estudio

- Nitrógeno 100kg/Ha
- Fósforo 60kg/Ha
- Potasio 100kg/Ha
- Azufre 30kg/Ha

#### 3.4.2. Tratamientos

Las dosis de cada tratamiento se elaboró basándose en las recomendaciones de Dostert et al (2009) y INIAP (2004). Los tratamientos se detallan en la tabla 1

**Tabla 1.** Tratamientos evaluados

Tratamientos	Código	Descripción	Nutrientes Kg/ha			
			N	P	K	S
T1	FC	Fertilización completa con N,P,K y S	100	60	100	30
T2	F-N	Fertilización menos N	0	60	100	30
T3	F-P	Fertilización menos P	100	0	100	30
T4	F-K	Fertilización menos K	100	60	0	30
T5	F-S	Fertilización menos S	100	60	100	0
T6	SF	Sin la aplicación de fertilizante	0	0	0	0

Elaborado por: (Valverde, 2015)

#### 3.4.3. Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar

#### 3.4.4. Características del experimento

Repeticiones: 3

Tratamientos: 6

Total de unidades experimentales: 18

Característica de la unidad experimental:

Forma: rectangular

Largo: 2,5m

Ancho: 3,2m

Área total: 8 m<sup>2</sup> (3,2m x 2,5m)

Área neta: 2,4 m<sup>2</sup> (1,6m x 1,5m)

Cada unidad experimental constó de 20 plantas de jícama del morfotipo morado, las cuales fueron sembradas a una densidad de 0,50 m entre planta y 0,80 m entre surcos. Los datos se tomaron de 6 plantas de la parcela neta

Separación entre parcelas: 1m

Separación entre repeticiones (bloques): 1,5m

Área total del ensayo: 278,3 m<sup>2</sup> (24,2m x 11,5m)

### 3.4.5. Análisis de Varianza (ADEVA)

En la tabla 2 se detalla el análisis de varianza

**Tabla 2.** Análisis de Varianza

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Total	17
Tratamientos	5
Repeticiones (bloques)	2
Error experimental	10

Elaborado por: Autor

### 3.4.6. Análisis funcional

Se realizó la prueba de Fisher al 5% entre tratamientos y días de recolección de datos.

### 3.4.7. Variables a medir

#### ➤ Altura de planta

Para esta variable se utilizó un flexómetro y se midió a 6 plantas de la parcela neta, lo cual se realizó desde la base del tallo hasta la yema apical, durante seis etapas de desarrollo del cultivo, a los 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días.

#### ➤ Diámetro del tallo

Se midió el diámetro de la base del tallo con un calibrador de pie de rey, a 5 cm del cuello de la raíz. Las lecturas se realizaron a 6 plantas de la parcela neta, durante seis etapas de desarrollo del cultivo, a los 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días.

➤ **Análisis foliar**

A los 270 días después de la siembra en la madurez fisiológica se tomó una planta de la parcela neta de cada unidad experimental luego se envió a los laboratorios de INIAP para el análisis de extracción de nutrientes de follaje y de la raíz tuberosa de cada planta, en donde se muestran los resultados en el anexo 3.

➤ **Rendimiento de raíces**

Se cosechó a los 270 días después de la siembra y se pesó las raíces tuberosa cosechada de cada parcela neta, expresando la cantidad de raíz tuberosa obtenida como rendimiento en g/parcela neta, para posteriormente transformar a Tm/Ha.

➤ **Rendimiento de follaje**

Se recolectó el follaje a los 270 días después de la siembra y se pesó el follaje de cada parcela neta, expresando la cantidad obtenida como rendimiento en g/parcela neta, para posteriormente transformar a Tm/Ha.

➤ **Descripción de los síntomas de deficiencia**

A los 180 días se procedió a examinar y observar los síntomas de deficiencia de Nitrógeno en el tratamiento 2 en donde se tomó en cuenta los síntomas siguientes:

- Amarillamiento en las hojas bajas
- Defoliación de la planta y cantidad de follaje
- Plantas pequeñas con respecto a los demás tratamiento

Fósforo en el tratamiento 3 en donde se tomó en cuenta los síntomas siguientes:

- Crecimiento lento
- Hojas verdes azuladas y parduscas en las puntas
- Manchas color purpuras en hojas intermedias

Potasio en el tratamiento 4 en donde se tomó en cuenta los síntomas siguientes:

- Necrosis en los márgenes foliares
- Crecimiento retardado

- Clorosis entre las nervaduras de las hojas
- Clorosis en los márgenes de las hojas

Azufre en el tratamiento 5 en donde se tomó en cuenta los síntomas siguientes:

- Clorosis en las hojas jóvenes e intermedias
- Crecimiento lento

### **3.4.8. Manejo específico del experimento**

#### **➤ Análisis de suelo**

Se realizó el muestreo del suelo y se sacó una sub muestra de 1 kg y posteriormente se envió al laboratorio de Aguas y Suelos del INIAP, para realizar el análisis químico completo, en donde se muestra los resultados en el Anexo 2.

#### **➤ Preparación del terreno**

Previo a la siembra se realizó 1 arada y 2 rastras con tractor. El terreno se dividió en tres bloques, en lo que se trazó parcelas de 2,5 de largo por 3,2 de ancho obteniendo una área de 8m<sup>2</sup> por parcela; los surcos se realizó de manera manual y los tratamientos se dispuso al azar en cada bloque.

#### **➤ Fertilización**

En base a las dosis de nutrientes de la tabla 3, y la densidad del cultivo (25000 plantas/Ha) se calculó las dosis de nutrientes y fertilizantes en g/surco, que se detalla en la tabla 3; la aplicación del K, P, S y el 50% de N se aplicó en la siembra, colocando en el fondo del surco, conjuntamente con los rizomas. El resto del 50% de N se administró a los 90 días en el fondo del surco, y posteriormente se aporcó.

**Tabla 3.** Fuentes de nutrientes, porcentaje de concentración y dosis

Fuentes de nutrientes	Elemento	Contenido del nutriente %	Dosis	
			kg/ha	g/surco
Urea	N	46 N	100	40,9
Fosfato Monoamónico	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	52 P	60	23,08
Muriato de potasio	K <sub>2</sub> O	60 K	100	33,33
Azufre	S	99,5 S	30	6,03

Elaborado por: Autor

➤ **Siembra**

Se utilizó rizomas del morfotipo morado de jícama, se sembró un rizoma por sitio, conjuntamente con el fertilizante químico, este procedimiento se realizó de forma manual en cada surco, con una separación entre planta de 0,5m y entre surco de 0,8 m.

➤ **Labores culturales**

Se realizó dos aporques, el primero a los 90 días en el cual se aplicó el resto de nitrógeno y el segundo a los 150 días después de la siembra, además se efectuó 3 deshierbas a los 60, 120 y 180 días. En la época seca para determinar si el cultivo requería de riego se utilizó el método del tacto que consiste en apuñar una porción de tierra con la mano para formar una figura irregular de tierra, si la figura se rompe fácilmente el cultivo requiere riego, el cual se realizó mediante aspersion.

➤ **Cosecha**

La cosecha se realizó en una sola etapa en la madurez fisiológica (270 días después de la siembra) de forma manual, luego se procedió a limpiar y pesar todas las raíces de cada tratamiento y repetición de la parcela neta.

## CAPÍTULO 4:

### 1.1. RESULTADOS Y DISCUSION

Para la interpretación de los resultados se utilizó el programa estadístico InfosTat/E.

#### 1.1.1. Altura de planta

**Tabla 4.** Análisis de varianza para la altura de planta

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>Grados del error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>(Intercept)</b>	1	610	1277.37	<0.0001
<b>Días</b>	5	610	783.36	<0.0001*
<b>Tratamiento</b>	5	610	5.63	<0.0001*
<b>Días: Tratamiento</b>	25	610	1.02	0.4386
<b>p&gt;0.05</b>	Diferencia no significativa			
<b>p&lt;0.05</b>	Diferencia significativa			

**Elaborado por:** Autor

El análisis de varianza (Tabla 4) con respecto a la variable altura de planta muestra diferencia significativa en la comparación entre días ( $p < 0.0001$ ). De la misma manera hay diferencia significativa entre tratamientos ( $p < 0.0001$ ), por otro lado no existe interacción entre días y tratamientos ( $p = 0.4386$ ).

Las plantas tienen una constante en el crecimiento (25cm/mes) durante sus fases fenológicas, excepto cuando entran en la etapa de madurez fisiológica; la adecuada fertilización con los elementos esenciales para las plantas, tienen un efecto positivo en su crecimiento y desarrollo de la misma, revalidando con la investigación realizada por (Valverde, Espinosa, & Bastidas, Manejo de nutrientes del cultivo de naranjilla, sf)

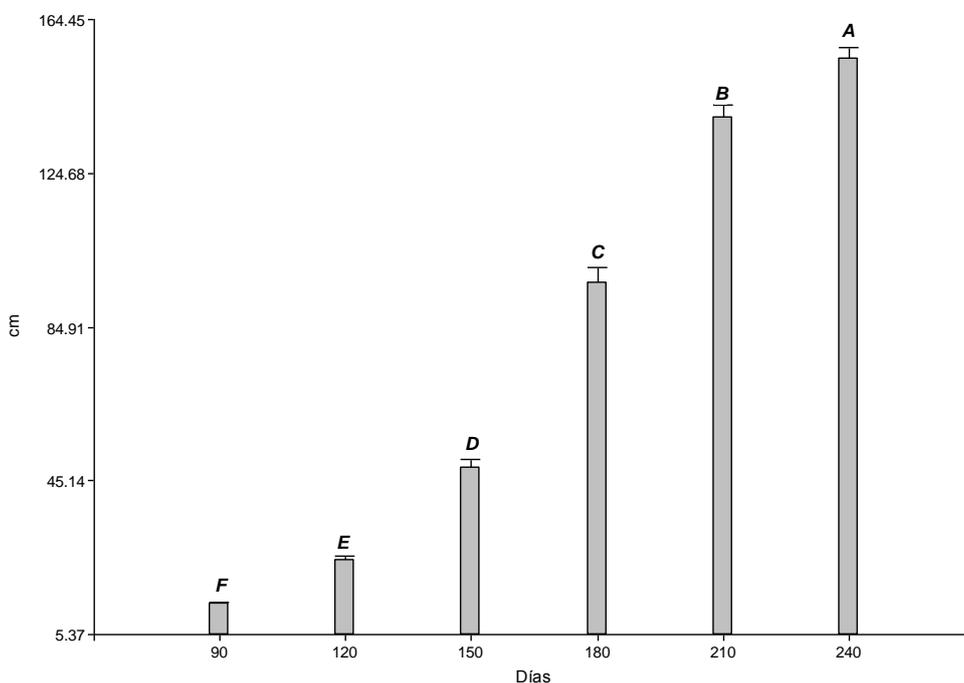
En la prueba de Fisher (Tabla 5) para días en la variable altura de planta se encontró 6 rangos. El primer rango a los 240 días, con un promedio de 154,22 cm, en el tercer rango se ubicó a los 180 días con una media de 96,37 cm y en el último rango a los 90 días con un promedio de 13,19 cm.

**Tabla 5.** Prueba de Fisher para días en la variable altura de planta.

Días	Medias (cm)	E.E.	Rangos
240	154.22	3.51	A
210	138.94	4.01	B
180	96.37	4.23	C
150	48.45	2.84	D
120	24.44	2.20	E
90	13.19	2.03	F

Elaborado por: Autor

En la Figura 2, se muestra el crecimiento de la jícama a los 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días de muestreo, en donde a los 240 días las plantas tuvieron mayor altitud con un promedio de 154,22 cm, al contrario de los 90 días, donde las plantas presentaron la menor altitud con un promedio de 13,19 cm.



**Figura 2.** Altura (cm) en los diferentes días de muestreo.

Elaborado por: Autor

En la prueba de Fisher (Tabla 6) para tratamientos en la variable altura de planta se estableció 3 rangos. El primer rango el Tratamiento 5, Tratamiento 4, Tratamiento 2 y el Tratamiento 3, en donde las medias oscilan entre 85,02 cm a 79 cm; en el segundo rango se ubica el tratamiento 3 y 2 y en la última categoría el tratamiento 6 (testigo absoluto) con una media de 69,89cm. Lo que demuestra que la fertilización tiene un efecto positivo en el

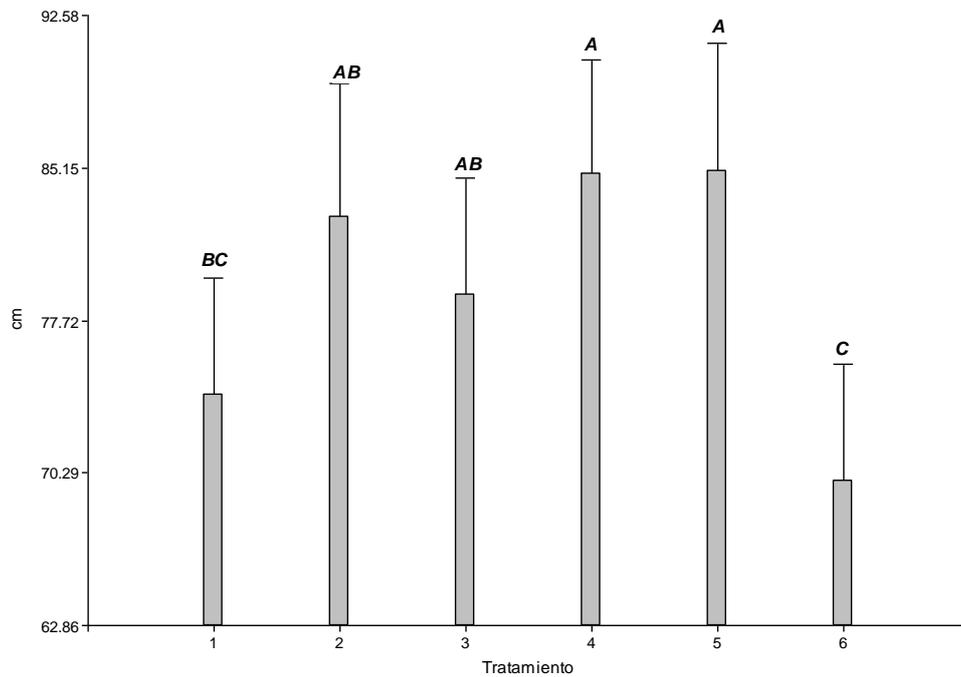
crecimiento de las plantas corroborando con la investigación realizada por (Mundarian, Coa, & Cañisares, 2005).

**Tabla 6.** Prueba de Fisher para tratamientos en la variable altura de planta.

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos
5	85.02	3.25	A
4	84.84	3.25	A
2	82.75	3.25	A
3	79.00	3.25	A B
1	74.12	3.25	B C
6	69.89	3.25	C

Elaborado por: Autor

En la Figura 3, se muestra el crecimiento de las plantas en los 6 tratamientos, en donde el tratamiento 5 fue el que alcanzó mayor crecimiento con una media de 85,02 cm; por otro lado el tratamiento 1 obtuvo la menor altura con una media de 69,89 cm corroborando con (Garden, 2012) que la falta de nutrientes retrasa el crecimiento de las plantas.



**Figura 3.** Altura (cm) por tratamiento

Elaborado por: Autor

### 1.1.2. Diámetro de tallo

**Tabla 7.** Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>Grados del error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>(Intercept)</b>	1	610	355.45	<0.0001
<b>Días</b>	5	610	149.27	<0.0001*
<b>Tratamiento</b>	5	610	3.61	0.0032*
<b>Días:Tratamiento</b>	25	610	0.57	0.9564
<b>p&gt;0.05</b>	Diferencia no significativa			
<b>p&lt;0.05</b>	Diferencia significativa			

Elaborado por: Autor

Los análisis de varianza (Tabla7) con respecto a la variable diámetro del tallo muestra crecimiento significativa para los diferentes días de muestreo ( $p < 0.0001$ ). De la misma manera hay diferencia significativa entre tratamientos ( $p < 0.0032$ ), por otro lado no existe interacción entre días y tratamientos ( $p = 0.9564$ ).

En la tabla 8 se puede observar como el crecimiento del tallo no es significativo entre los 210 a 240 días, esto se debe a que la planta entra en su madurez fisiológica durante este tiempo, donde cesa el crecimiento y comienza a concentrar los azúcares en sus órganos de reserva, que en el caso de la jícama son sus raíces tuberosas (Cucás, 2014).

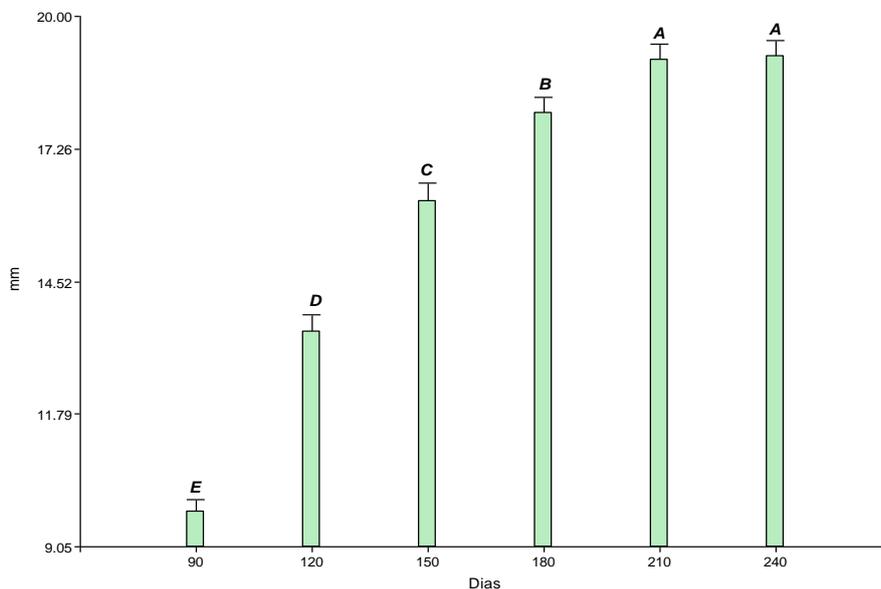
En la prueba de Fisher (tabla 8) para días en la variable diámetro de tallo, se halló 5 rangos. El primer rango a los 240 y 210 días, con un promedio de 19,18 y 19,10mm, en el tercer nivel se ubica los 150 días con de 16,19mm y en la última categoría se encuentra los 90 días con una media de 9,78mm.

**Tabla 8.** Prueba de Fisher para días de muestreo en la variable diámetro de tallo.

<b>Días</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Categoría</b>
240	19.18	0.89	A
210	19.10	0.89	A
180	18.01	0.89	B
150	16.19	0.89	C
120	13.48	0.89	D
90	9.78	0.89	E

Elaborado por: Autor

En la Figura 4, se muestra el diámetro del tallo de los tratamientos a los 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días de muestreo, en donde a los 240 y 210 días, las plantas tuvieron el mayor diámetro con un promedio de 19,10 a 19,18 mm, al contrario de los 90 días, donde las plantas obtuvieron el menor diámetro con un promedio de 9,78 mm. (Garden, 2012)



**Figura 4.** Diámetro (mm) en los diferentes días de muestreo.

**Elaborado por:** Autor

En la prueba de Fisher (tabla 9) para tratamientos en la variable diámetro de tallo se estableció 3 rangos. El primer fue el Tratamiento 4, Tratamiento 3, Tratamiento 2 y el Tratamiento 5, en donde las medias oscilan entre 16,20 mm a 16,42 mm; en el segundo se ubica el tratamiento 1 con un promedio de 15,37 mm y en el último el tratamiento 6 con una media de 15,08 mm.

**Tabla 9.** Prueba de Fisher para tratamientos en la variable diámetro de tallo.

Tratamiento	Medias	E.E.	Categoría
4	16.42	0.89	A
3	16.34	0.89	A
2	16.32	0.89	A
5	16.20	0.89	A B
1	15.37	0.89	B C
6	15.08	0.89	C

**Elaborado por:** Autor

En la Figura 5, se muestra el diámetro de los 6 tratamientos, en donde el tratamiento 4 fue el que obtuvo mayor diámetro con una media de 16,42 mm; por otro lado el tratamiento 1 fue el que menos diámetro alcanzó, con una media de 15,08 mm el cual muestra un crecimiento retardado por la falta de los nutrientes (FAO, 2002).

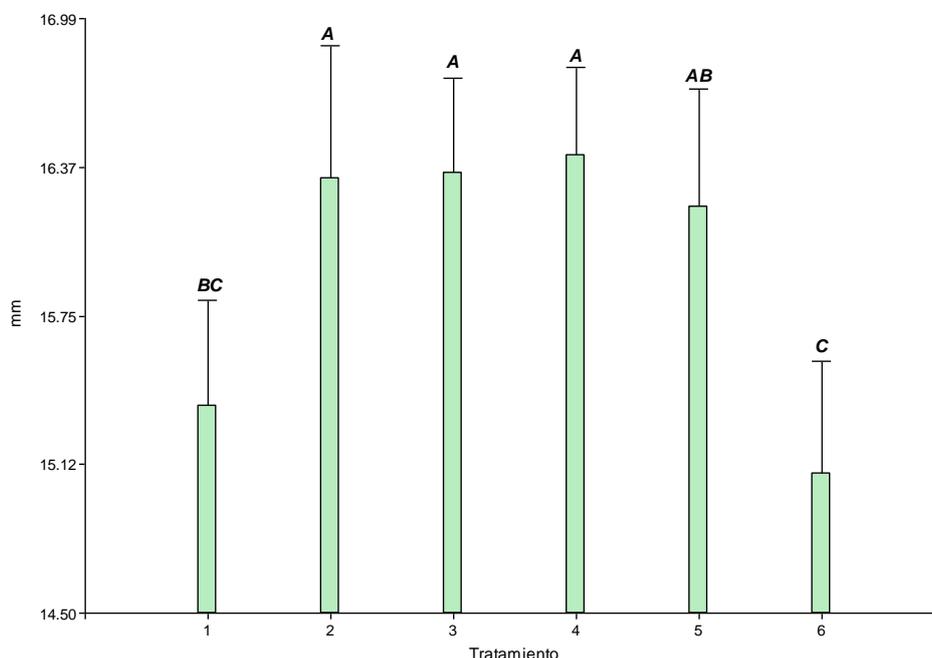


Figura 5. Diámetro (mm) por tratamiento.

Elaborado por: Autor

### 1.1.3. Rendimiento de raíz

Tabla 10. Análisis de varianza para el rendimiento de raíz.

F.V	GL	Grados del error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	100	43.67	<0.0001
Tratamiento	5	100	1.49	0.2013ns
<b>p&gt;0.05</b>	Diferencia no significativa			
<b>p&lt;0.05</b>	Diferencia significativa			

Elaborado por: Autor

El análisis de varianza (Tabla 10) con respecto a la variable rendimiento de raíz no se muestra diferencia significativa entre tratamientos ( $p < 0.2013$ ).

El tratamiento 4 (Fertilización con N, P y azufre, menos K) fue el que obtuvo mayor rendimiento (tabla 11) esto se debe a las concentraciones altas de potasio en el suelo, suficientes para el cultivo, según el análisis de suelo realizado por el INIAP (Anexo 2), por

otra parte el tratamiento 1 fue aplicado los cuatro nutrientes y alcanzó bajos rendimientos, coincidiendo la información de que las altas dosis de los nutrientes pueden inhibir la absorción de otros nutrientes (Tabla 15) y hasta causar toxicidad en la planta, causando efectos negativos (Tovar Castaño, 2008).

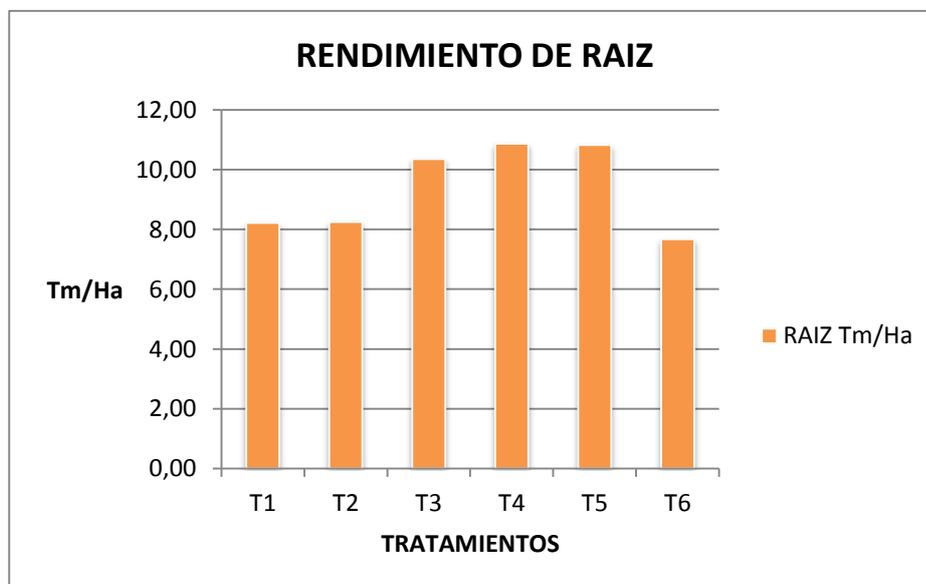
En la (Tabla11) se muestra el rendimiento promedio por hectárea de cada tratamiento, en donde el tratamiento 4 es el que tiene mayor producción con un promedio de 10,87 Tm/Ha; por otro lado el tratamiento 6 es el que menos producto tiene con un promedio de 7,67 Tm/Ha.

**Tabla 11.** Rendimiento en Tm/Ha de raíz de jícama para cada tratamiento

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias g/parcela neta</b>	<b>Media Tm/Ha</b>
4	2608,08	10,87
5	2598,13	10,83
3	2483,28	10,35
2	1978,93	8,25
1	1972,73	8,22
6	1841	7,67

**Elaborado por:** Autor

En la Figura 6, se muestra el rendimiento de raíz por hectárea de los diferentes tratamientos.



**Figura 6.** Rendimiento de raíz Tm/Ha

**Elaborado por:** Autor

#### 1.1.4. Rendimiento de follaje

**Tabla 12.** Análisis de varianza para el rendimiento de materia vegetal

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>Grados del error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>(Intercept)</b>	1	100	21.47	<0.0001
<b>Tratamiento</b>	5	100	0.71	0.6170ns
<b>p&gt;0.05</b>	Diferencia no significativa			
<b>p&lt;0.05</b>	Diferencia significativa			

**Elaborado por:** Autor

El análisis de varianza (Tabla 12) con respecto a la variable rendimiento de materia vegetal no se muestra diferencia significativa entre tratamientos ( $p < 0.6170$ ).

El tratamiento 2 (fertilización menos nitrógeno) fue el que más rendimiento de follaje obtuvo (Tabla 13), esto se debe a que en el suelo había concentraciones altas de nitrógeno según el análisis de suelo realizado por el INIAP (Anexo3), además la jícama tiene la capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera, esta característica peculiar se debe a su asociación simbiótica con micorrizas. (Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica (SAB), 2013), por otra parte el tratamiento 1 fue aplicado todos los fertilizantes y este tuvo bajos rendimientos, corroborando que las altas dosis de nutrientes pueden inhibir la absorción de otros (Tabla 15) y hasta causar toxicidad en la planta. (Tovar Castaño, 2008).

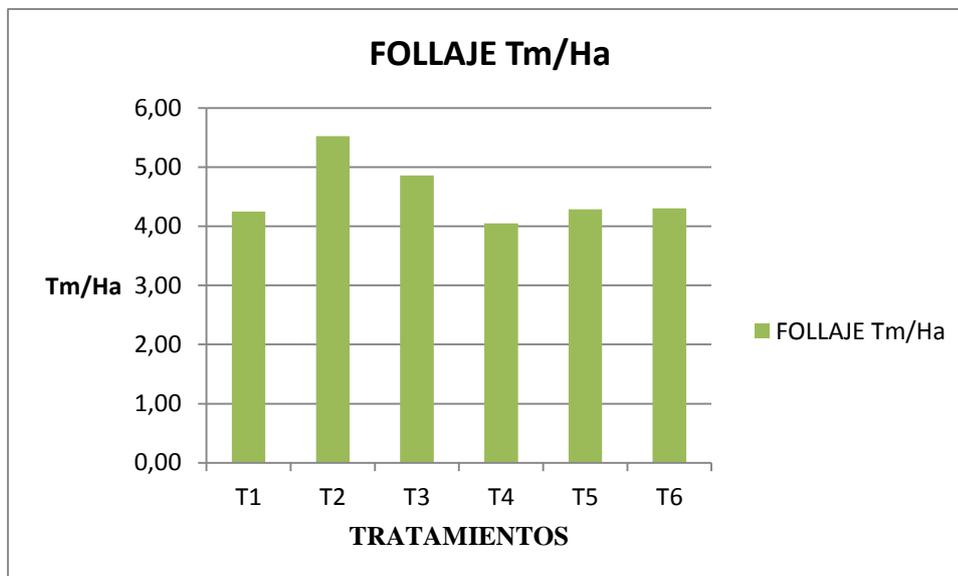
En la (tabla 13) se muestra el rendimiento promedio de materia vegetal por hectárea de cada tratamiento, en donde el tratamiento 2 es el que tiene mayor producción con un promedio de 5,52Tm/Ha; por otro lado el tratamiento 4 es el que menos rendimiento tiene con un promedio de 4,05 Tm/Ha.

**Tabla 13.** Rendimiento en Tm/Ha de follaje de jícama para cada tratamiento

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias g/6plantas</b>	<b>Media Tm/Ha</b>
2	1325,5	5,52
3	1166,5	4,86
6	1033,61	4,31
5	1029,33	4,29
1	1020,44	4,25
4	972	4,05

**Elaborado por:** Autor

En la Figura 7, se muestra el rendimiento de follaje de los seis tratamientos, el T2 es el que predomina con un rendimiento de 5,52 Tm/Ha, por otro lado el T4 obtuvo el menor rendimiento con un rendimiento de 4,05 Tm/Ha.



**Figura 7.** Rendimiento de follaje en Tm/Ha

**Elaborado por:** Autor

### 1.1.5. Análisis foliar

En la (Tabla 14) se muestra la extracción de los nutrientes (Kg/Ha) previamente calculado (Anexo 4) según el análisis foliar realizado en el INIAP (Anexo 3), en donde el T1 (fertilización completa) absorbió mayor nitrógeno 31,6 Kg/Ha, el T4 (fertilización con N, P, y S menos K) absorbió más potasio 35 Kg/Ha, sin embargo el T3 (fertilización con N, K y S menos P) tuvo mayor absorción en fósforo 7,4 Kg/Ha y azufre 3,5 Kg/Ha

**Tabla 14.** Extracción de los nutrientes en Kg/Ha

Tratamientos	EXTRACCION Kg/Ha			
	N	K	P	S
T1	31,6	22,2	6,3	2,3
T2	27,1	26,5	6,5	3,1
T3	28,3	32,5	7,4	3,5
T4	25,8	35,0	7,1	2,6
T5	27,9	33,0	8,0	2,8
T6	23,1	25,1	5,0	2,9

**Elaborado por:** Autor

En la Figura 8, se muestra la extracción de los nutrientes (Kg/Ha) de cada tratamiento donde se puede observar que el T1 (fertilización completa) absorbió mayor nitrógeno 31,6 Kg/Ha, el T4 (fertilización con N, P, y S menos K) absorbió más potasio 35 Kg/Ha, sin embargo el T3 (fertilización con N, K y S menos P) tuvo mayor absorción en fósforo 7,4 Kg/Ha y azufre 3,5 Kg/Ha, por otro lado el T4 (fertilización con N, P y S menos K) absorbió menos potasio que el T1 (fertilización completa) (Días, 2012).

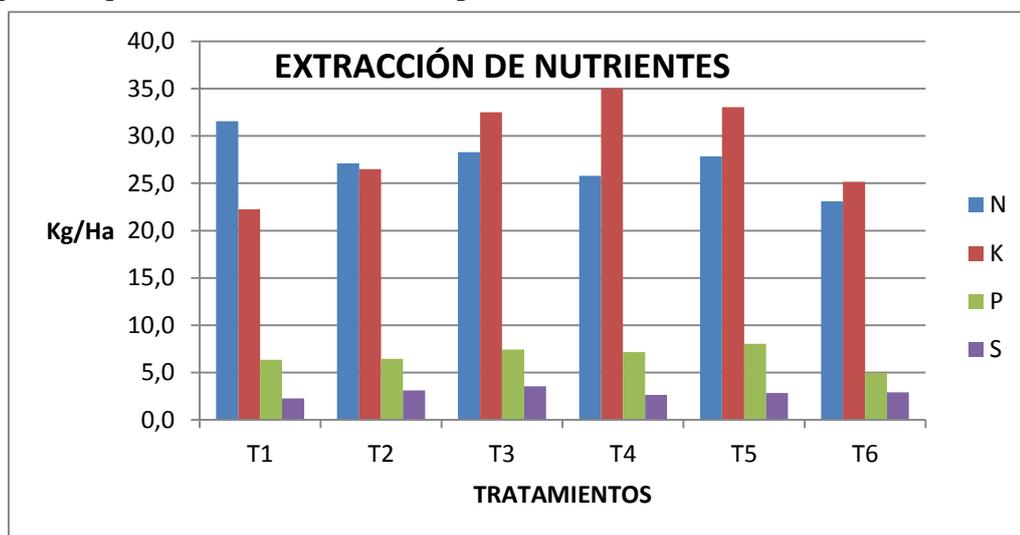


Figura 8. Extracción de nutrientes

Elaborado por: Autor

El exceso de algunos nutrientes puede inhibir la absorción de otros nutrientes o producir la deficiencia inducida como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Antagonismo de los nutrientes

Antagonismo o deficiencia inducida	
Nutriente en exceso	Deficiencia inducida
Nitrógeno	Potasio y Magnesio
Potasio	Nitrógeno, Calcio y Magnesio
Cloro	Nitrógeno, Calcio y Magnesio
Azufre	Molibdeno
Sodio	Potasio, Calcio y Magnesio
Calcio	Potasio, Magnesio, Boro y Manganeseo
Magnesio	Calcio
Manganeseo, Cobre y Hierro	Zinc
Hierro	Manganeseo y Zinc
Manganeseo y Zinc	Hierro
Fosforo	Hierro y Zinc

Fuente: (Días, 2012)

### 1.1.6. Descripción de los síntomas de deficiencia

No se visualizó síntomas de deficiencia de nitrógeno en el tratamiento 2, este tratamiento tuvo un abundante follaje con un verde intenso además su altura de las plantas fue homogénea, debido que en el suelo se encontraba concentraciones medias de nitrógeno según el análisis de suelo (anexo 3).



**Figura 9.** Tratamiento 2

**Elaborado por:** Autor

➤ No se evidenció síntomas de deficiencia de fósforo (Crecimiento lento, hojas verdes azuladas, parduscas en las puntas y manchas color purpuras en hojas intermedias) en el tratamiento 3.



**Figura 10.** Tratamiento 3

**Elaborado por:** Autor

En el tratamiento 4 se encontró necrosis entre las nervaduras de las hojas, este fue el único síntoma que se identificó debido que la planta no presentó crecimiento retardado ni clorosis en los márgenes de las hojas.



**Figura 11.** Tratamiento 4

**Elaborado por:** Autor

- No se observó síntomas (Clorosis en las hojas jóvenes, intermedias y crecimiento lento) de deficiencia de azufre en el tratamiento 5.



**Figura 12.** Tratamiento 5

**Elaborado por:** Autor

La jícama es una planta rústica que no requiere de grandes cantidades para su desarrollo, en el anexo 2 se puede visualizar el análisis de suelo realizado por el INIAP

(ANEXO 2), en donde detalla concentraciones entre medias y altas de N, P, K y S, por lo cual estas concentraciones fue suficiente para el desarrollo del cultivo, por lo tanto no presentó síntomas de deficiencia en ninguno de los tratamientos.

## CAPÍTULO 5.

### 5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos en la investigación se puede establecer las siguientes conclusiones:

- El tratamiento 4 (fertilización con N, P, S menos K) fue el que generó mayor rendimiento con un promedio de 10,87Tm/Ha, se mantuvo en los primeros rangos en las variables estudiadas (diámetro del tallo, altura de planta, rendimiento de raíz y rendimiento de follaje , por otro lado el tratamiento 6 (testigo absoluto sin fertilización) fue el que menos rendimiento de raíz tuvo con un promedio de 7,67 Tm/Ha, siempre se encontró en el último rango en todas las variables, el tratamiento 1 (fertilización completa con N, P, k y S) obtuvo rendimientos bajos de 8,22 Tm/Ha.
- La fertilización completa no tuvo un incremento significativo de producción de raíz con respecto al testigo absoluto (sin fertilización), debido que en el suelo se encontraba cantidades medias y altas de calcio, cobre y magnesio de acuerdo al análisis de suelo por lo tanto la fertilización experimental causó antagonismo entre nutrientes como el potasio y calcio.
- El elemento limitante en el rendimiento de raíces de jícama fue el nitrógeno debido que el tratamiento 2 (fertilización menos nitrógeno) fue el que tuvo menos producción de raíz, por otro lado no se presentó síntomas de deficiencia de N, P, K y S en ninguno de los tratamientos, seguramente a la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- El tratamiento 4 (fertilización menos potasio) fue el que produjo la mayor cantidad de raíz tuberosa 10,87 Tm/Ha con respecto al testigo absoluto de 7,67 Tm/Ha y reportó las mejores características agronómicas.

### 5.1.1. Recomendaciones

- Se recomienda a los agricultores que realicen fertilizaciones con 100 Kg/Ha de nitrógeno, 60 Kg/Ha de fósforo y 30 Kg/Ha de azufre siendo el tratamiento de mayor rendimiento de raíz obtuvo y presentó mejores características agronómicas (mayor follaje y altitud) con respecto a los otros tratamientos.
- Emplear el follaje de la jícama como alimento en la dieta de diferentes especies de animales debido a su agradable sabor dulce y su alta concentración de nitrógeno en el follaje de acuerdo con el análisis de follaje anexo 4. Este elemento es esencial en las dietas de los animales, debido que el organismo utilizado para la creación de proteínas.
- Realizar una investigación de todos los elementos en masetas de arena bajo invernadero, ya que se definirá el elemento limitante de la producción y la calidad del mismo, además se obtendrá los requerimientos nutricionales del cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Afif, E. (2005). Dinámica del fosforo en suelos cálcicos de áreas mediterráneas . Obtenido de Universidad de Oviedo:  
<https://books.google.es/books?id=4i2kpyQfsvkC&pg=PA16&dq=fosforo+en+las+plantas&hl=es&sa=X&ei=vHaXVJCzHoaaNuKHg4gF&ved=0CEYQ6AEwCA#v=onepage&q=fosforo%20en%20las%20plantas&f=false>
- Agrarias, Instituto de investigaciones. (Agosto de 1999). Agricultura de precisión. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR25109.pdf>
- Alchimi. (8 de Octubre de 2013). Carencias y excesos de fósforo. Obtenido de <https://www.alchimiaweb.com/blog/carencias-excesos-fosforo-marihuana/>
- Alchimia. (31 de Junio de 2013). Carencia y excesos de nitrógeno. Obtenido de <https://www.alchimiaweb.com/blog/nitrogeno-carencias-excesos/>
- Álvarez, G., Sánchez, S., & Uchuari, Y. (2012). Manual Técnico del Cultivo de Jícama. Loja.
- Balladares Oña, M. H., & Travez Castellano, B. R. (2009). Evaluación de seis morfotipos (ecu-1247, ecu-1251, ecu-9109, ecu-12767 del banco germoplasma del iniap; sanbuenaventura y locoa) de jícama (*smallanthus sonchifolius* poep. & Endl) con tres fertilizaciones de fondo en san jose pichul – cotopax. Recuperado el viernes 13 de mayo de 2016, de universidad técnica de cotopaxi:  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/853/1/t-utc-0614.pdf>
- Balladares, M. H., & Travez, V. R. (2009). Evaluación de seis morfotipos (ecu-1247, ecu-1251, ecu-9109, ecu-12767 del banco germoplasma del iniap; sanbuenaventura y locoa) de jícama (*smallanthus sonchifolius* poep. & Endl) con tres fertilizaciones de fondo en san jose pichul – cotopaxi. Recuperado el 15 de 5 de 2016, de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/853/1/t-utc-0614.pdf>
- Barajas Villamizar, L., Herreño Mosquera, N., Mejía Piñeros, A. L., Borrego Muñoz, P., & Pombo Ospina, L. M. (Septiembre de 2014). Yacon (Perú), Jímaca (Colombia). Recuperado el jueves 12 de Mayo de 2016, de [http://www.biocomerciocolombia.com/docs/biocomercio\\_andino/Componente%201/Monografias/Monografia%20Smallanthus%20sonchifolius.pdf](http://www.biocomerciocolombia.com/docs/biocomercio_andino/Componente%201/Monografias/Monografia%20Smallanthus%20sonchifolius.pdf)
- Better Crops International. (Noviembre de 1997). Extraction of Potassium and Phosphorus by Mexican Yam Bean. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/bci.nsf/0/57215DF7C61157BD85257BBA00704F46/\\$FILE/Better%20Crops%20International%201997-2%20p03.pdf](http://www.ipni.net/publication/bci.nsf/0/57215DF7C61157BD85257BBA00704F46/$FILE/Better%20Crops%20International%201997-2%20p03.pdf)

- Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica (SAB). (2013). Arbuscular mycorrhizal associations and dark septate endophytes in Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and a wild relative (*Smallanthus macroscyphus*) Micorrizas arbusculares y endófitos septados oscuros en yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y un pariente silve. Recuperado el 15 de 5 de 2016, de <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/5897>
- CCM. (Junio de 2016). Antagonismo. Obtenido de <http://salud.ccm.net/faq/12582-antagonismo-definicion>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (sf). Toxicidad de fósforo. Obtenido de <http://wheatdoctor.org/es/inicio/136-espanol/problemas-de-nutrientes/265-toxicidad-de-fosforo>
- CIAT. (Agosto de 1981). Síntomas de deficiencia de macronutrientes y nutrientes secundarios en Pastos Tropicales. Obtenido de <http://books.google.es/books?id=ddCf3Cib0GUC&pg=PA9&dq=deficiencia+de+ni+trogeno+en+plantas&hl=es&sa=X&ei=FCWGVLnolIKfgwTK1YHoCQ&ved=0CEoQ6AEwBg#v=onepage&q=deficiencia%20de%20nitrogeno%20en%20plantas&f=false>
- Colacelli, N. (2010). El azúfre como nutriente para las plantas. Obtenido de [https://www.google.com.ec/?gfe\\_rd=cr&ei=yuvQVM6KJYiw8wfF6IDIBw&gws\\_rd=ssl](https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=yuvQVM6KJYiw8wfF6IDIBw&gws_rd=ssl)
- Crservicios. (2008). Análisis foliares. Obtenido de [http://www.crservicios.es/NOTAS\\_INFORMATIVAS/DESCARGAS/LOS\\_ANALISIS\\_FOLIARES.pdf](http://www.crservicios.es/NOTAS_INFORMATIVAS/DESCARGAS/LOS_ANALISIS_FOLIARES.pdf)
- Cucás, C. K. (27 de julio de 2014). Fases Fenológicas del Cultivo (*Solanum Tuberosum*). Obtenido de <http://cinthya089411.blogspot.com/>
- Días, M. M. (10 de Mayo de 2012). SlideShare. Obtenido de <http://es.slideshare.net/miguelarmenia/deficiencias-nutricionales-tomate-de-mesa>
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torres, M., & Weigend, M. (2009). Datos botánicos del Yacón. Obtenido de [http://www.botconsult.com/downloads/Yacon\\_factsheet\\_final.pdf](http://www.botconsult.com/downloads/Yacon_factsheet_final.pdf)
- Ecológica, A. (30 de Abril de 2011). Uso del azufre en plantas.
- Enríques, D., & Guerrero, C. (15 de 11 de 2010). Comportamiento de tres morfotipos de Jícama *Polymnia Sonchifolia* Poep. & Endl. Con fertilización química, orgánica y combinada en el cantón Ibarra. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/173/6/03%20AGP%2031%20RE%20SULTADOS%20Y%20DISCUSION.pdf>

- Enríquez, D., & Guerrero, C. (15 de 12 de 2010). Comportamiento de tres morfotipos de Jícama *Polymnia Sonchifolia Poep. & Endl.* Con fertilización química, orgánica y combinada en el cantón Ibarra. Recuperado el 15 de 05 de 2016, de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/173>
- FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- FAO. (2002). Los fertilizantes y sus usos. Obtenido de <http://books.google.es/books?id=9HtOrqp5josC&pg=PA52&dq=deficiencia+de+nutrientes+en+las+plantas&hl=es&sa=X&ei=GyqGVOXVFYOUNpXhgIgO&ved=0CDoQ6AEwAw#v=onepage&q=deficiencia%20de%20nutrientes%20en%20las%20plantas&f=false>
- FAO. (2016). Cultivo Tradicional del mes Jícama. Obtenido de <http://www.fao.org/traditional-crops/yambean/es/>
- Garden, B. (2012). Falta de nutrientes en las plantas. Obtenido de <http://www.bayergarden.es/Cuida-de-tus-plantas/Plagas-del-Jardin/Faltan%20nutrientes>
- Guy, C. (2016). Potasio en las plantas. Obtenido de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/potassium-in-plants>
- INIAP. (2011). Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=d3ozAQAAMAAJ&pg=PA4&dq=manejo+de+nutrientes+especificos&hl=es&sa=X&ei=aGeMVPqYHYGdgwSZxoDIDA&ved=0CCUQ6AEwAA#v=onepage&q=manejo%20de%20nutrientes%20especificos&f=false>
- INIAP, & CIP. (2004). Raíces y Tubérculos Andinos. Recuperado el 15 de 5 de 2016, de Alternativa para la conservación y uso sostenible en el Ecuador: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Ra%C3%ADces%20y%20Tub%C3%A9rculos%20Alternativas%20para%20el%20uso%20sostenible%20en%20Ecuador.pdf>
- Intituto de la Potasa y el Fósforo. (Agosto de 2000). Informaciones agronómicas. Obtenido de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/EEF13C22C2433D9186256A79005219DA/\\$file/IA+COM+4-3.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/EEF13C22C2433D9186256A79005219DA/$file/IA+COM+4-3.pdf)
- Moreno, A. (2007). Elementos Nutritivos. Obtenido de <http://books.google.es/books?id=KAqX9kMkCyEC&pg=PA8&dq=deficiencia+de+nitrogeno+en+plantas&hl=es&sa=X&ei=FCWGVLnolIKfgwTK1YHoCQ&ved=0CCkQ6AEwAA#v=onepage&q=deficiencia%20de%20nitrogeno%20en%20plantas&f=false>

- Mundarian, S., Coa, M., & Cañisares, A. (2005). Fenología y desarrollo de plantulas de ají dulce (*Capsicum Frutescens*). Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg05008>
- Oliveira, J., Afif, E., & Mayor, M. (2006). Análisis de suelos y plantas y recomendaciones de abonados. Obtenido de Universitarios EDIUNO: <https://books.google.es/books?id=5owJ6JS0txAC&pg=PA43&dq=potasio+en+las+plantas&hl=es&sa=X&ei=J4WXVLD-ApDcgwST54OQBA&ved=0CCIQ6AEwAA#v=onepage&q=potasio%20en%20las%20plantas&f=false>
- Patres, S., Junior, L., & De Moraes, F. (Abril de 2007). Azufre como nutriente y agente de defensa contra plagas y enfermedades. Obtenido de Informaciones agronómicas: [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/3A81C89C1F0AEBAB052572E2006E3F63/\\$file/Azufre+como+Nutriente+y+Agente+de+Defensa+contra+Plagas+y+Enfermedades.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/3A81C89C1F0AEBAB052572E2006E3F63/$file/Azufre+como+Nutriente+y+Agente+de+Defensa+contra+Plagas+y+Enfermedades.pdf)
- Perdomo, C., & Barbazán, M. (s.f.). Nitrogeno. Obtenido de Universidad de la Republica: <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2013-2017). Objetivos Nacionales para el Buen Vivir. Obtenido de Buen Vivir: <http://www.buenvivir.gob.ec/descarga-objetivo>
- PRO\_MIX. (14 de Junio de 2016). Rol del azufre en el cultivo de plantas. Obtenido de <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-azufre-en-el-cultivo-de-plantas/>
- PRO-MIX. (14 de Junio de 2016). Rol del potasio en el cultivo de plantas. Obtenido de <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- PYMAGROS. (2005). Manual del cultivo del Yacón. Obtenido de <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/74455093814a213d6976637f4f71ad5f.pdf>
- Sánchez, P. (1981). Suelos del trópico. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=20MMFDtmtGAC&pg=PA333&lpg=PA333&dq=tecnica+del+elemento+faltante&source=bl&ots=OS-j30tFG9&sig=-QhkbHmzUM3RbnZetqmDcH4lm4E&hl=es&sa=X&ei=UkvQVJumBMq8ggTw8YKADA&sqi=2&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=tecnica%20del%20elemento%20>
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). El Yacón. Obtenido de [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf)
- Tizon, J. R. (21 de 4 de 2007). Yacón: Importancia Prebiótica y Tecnológica. Recuperado el 15 de 5 de 2016, de <http://www.monografias.com/trabajos45/yacon-peruano/yacon-peruano2.shtml>

Tovar Castaño, J. C. (2008). Evaluación de la capacidad antagonista en vitro. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis98.pdf>

Valverde, F. (2015). Tratamientos. Ibarra, Imbabura.

Valverde, F., Yáñez, D., & Cartagena, y. (17-19 de Noviembre de 2010). Evaluación del elemento faltante en el cultivo de maíz. Obtenido de XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del suelo:  
<http://www.secsuelo.org/XIICongreso/Simposios/Nutricion/Ponencias/6.%20Darwin%20Yanez.%20Elemento%20faltante%20en%20maiz.%20INIAP-EESC-Ecuador.pdf>

Valverde, F., Espinosa, J., & Bastidas, F. (sf). Manejo de nutrientes del cultivo de naranjilla. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/A52A34C8563C4AD2852579A0006A0E3F/\\$FILE/Manejo%20de%20a%20nutrici%C3%B3n%20del%20cultivo%20de%20naranjilla.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/A52A34C8563C4AD2852579A0006A0E3F/$FILE/Manejo%20de%20a%20nutrici%C3%B3n%20del%20cultivo%20de%20naranjilla.pdf)

## GLOSARIO

**Calibrador.** Instrumento para medir un objeto cilíndrico:

**Diabético.** Persona que padece de la enfermedad de diabetes.

**Diámetro.** Línea recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de una circunferencia, una superficie esférica o una curva cerrada.

**Fertilización.** Preparación de la tierra añadiendo los nutrientes apropiados para que sea más fértil.

**Forraje.** Hierba o pasto que se da al ganado en su dieta.

**Jícama.** La jícama es originaria de México y Centroamérica, cultivada especialmente por su tubérculo comestible. La planta es una enredadera que crece 4 a 5 m.

**Morfotipo.** Modelo o tipo de morfología que aglutina distintas categorías individuales, tales como sexo, edad, etc. Permite clasificar los distintos individuos que pueden ser estructurados a través de un morfograma ó gráfico

**Parcela.** Pequeña porción o partición de terreno. En el catastro, cada una de las tierras de distinto dueño que constituyen un pago o término:

**Perenne.** Planta que vive más de dos años.

**Porcentaje.-** Tanto por ciento, cantidad que corresponde proporcionalmente a una parte de cien.

**Producción.** Obtención de frutos o bienes de la naturaleza: Fabricación o elaboración de un producto. Suma de los productos del suelo o de la industria.

**Rango.** Clase o categoría profesional o social de alguien.

**Rendimiento.-** Producto o utilidad que rinde o da una persona o cosa.

**Silvestre.-** Planta que se cría naturalmente y sin cultivo en selvas o campos. Inculto, agreste, rústico

**Síntoma.-** Fenómeno que revela la existencia de una enfermedad o deficiencia de nutrientes.  
Señal, indicio de una cosa que está sucediendo o va a suceder.

**Surco.-** Hendidura que se hace en la tierra con el arado.

**Tubérculo.-** Parte de un tallo subterráneo o de una raíz que se desarrolla considerablemente al acumularse en sus células una gran cantidad de sustancias de reserva.

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Datos de variables analizadas

**Tabla 11** Datos de la variable altura de planta a los 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días de los seis tratamientos, expresado en centímetros.

BLOQUES	TRATAMIENTO	DIAS					
		90	120	150	180	210	240
1	1	7,17	13,17	23,33	48,50	104,17	129,17
1	2	17,67	33,33	65,33	131,33	159,50	162,17
1	3	14,33	23,67	46,67	88,83	148,17	147,00
1	4	14,50	24,50	49,00	97,00	161,00	156,67
1	5	6,67	13,00	23,50	52,67	91,83	133,50
1	6	6,17	12,17	21,83	49,00	91,17	123,50
2	1	15,50	26,67	47,33	67,67	128,33	138,00
2	2	6,83	14,17	26,17	44,00	85,33	118,33
2	3	16,50	30,00	59,17	116,33	150,17	160,00
2	4	17,50	28,67	59,83	110,17	145,00	150,50
2	5	14,17	31,83	64,33	131,00	142,33	158,00
2	6	14,17	23,00	49,83	102,83	149,33	156,83
3	1	18,00	33,17	67,00	144,50	157,00	165,50
3	2	14,50	23,83	56,00	138,00	185,00	208,00
3	3	13,17	20,33	35,33	75,00	126,67	150,67
3	4	15,17	31,50	62,00	110,83	145,83	147,50
3	5	17,00	38,33	79,33	152,83	190,50	189,50
3	6	8,50	18,67	36,17	74,17	139,50	181,17

**Tabla 11** Datos de la variable diámetro de tallo a los 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días de los seis tratamientos, expresado en milímetros.

BLOQUES	TRATAMIENTO	DIAS					
		90	120	150	180	210	240
1	1	8,33	10,00	12,00	15,33	16,67	16,50
1	2	12,17	15,67	17,83	19,17	19,17	18,67
1	3	9,67	12,83	16,67	18,33	19,00	19,00
1	4	10,83	13,67	17,17	18,67	20,00	19,67
1	5	7,00	10,00	12,50	14,50	16,17	16,33
1	6	7,33	9,33	12,00	14,50	15,67	16,33
2	1	10,00	13,83	16,67	17,50	19,33	19,83
2	2	7,67	10,00	11,67	13,33	15,17	15,33
2	3	12,50	16,67	16,83	17,33	17,67	17,83
2	4	10,50	14,00	16,67	18,00	19,00	18,50
2	5	8,17	14,00	18,50	18,67	19,17	19,00
2	6	8,17	13,50	18,00	18,83	20,33	20,33
3	1	10,50	16,17	17,33	18,50	18,83	19,33
3	2	11,00	14,50	19,17	23,33	25,00	25,00
3	3	10,17	12,50	16,50	19,17	21,00	20,50
3	4	10,67	15,50	16,33	18,00	19,17	19,17
3	5	12,50	18,17	21,00	22,00	22,17	21,83
3	6	8,83	12,33	14,67	19,00	20,33	22,00

**Tabla 11** Datos del rendimiento de raíz y follaje de los seis tratamientos, expresado en Tm/Ha.

<b>BLOQUES</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>FOLLAJE</b>	<b>RAIZ</b>
1	1	2,92	4,04
1	2	3,59	10,38
1	3	4,25	9,16
1	4	4,93	8,33
1	5	2,53	4,38
1	6	2,56	4,77
2	1	3,12	5,13
2	2	3,31	5,21
2	3	4,56	12,14
2	4	3,82	12,40
2	5	3,82	13,23
2	6	3,39	8,86
3	1	6,72	15,49
3	2	9,67	9,15
3	3	5,77	9,74
3	4	3,40	11,87
3	5	6,51	14,87
3	6	6,97	9,37

Anexo 2. Análisis químico del suelo



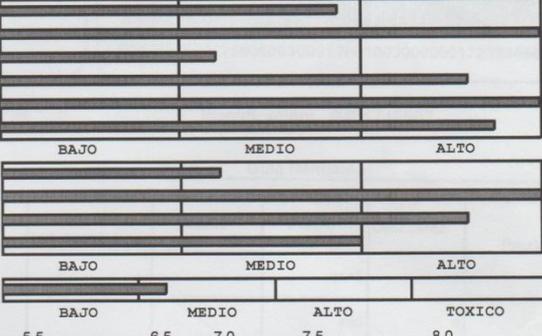
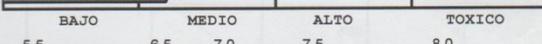
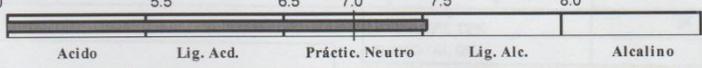
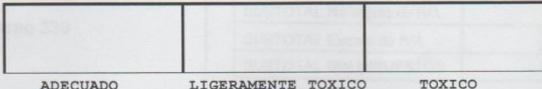
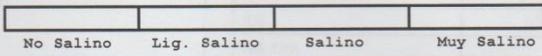
**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340  
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : UNIVERDIAJ TECNICA DEL NORTE          Dirección : IMBABURA          Ciudad :          Teléfono :          Fax :</p>	<p><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : GRANJA ESP. LA PRADERA          Provincia : IMBABURA          Cantón : ANTONIO AUTE          Parroquia : NATABUELA          Ubicación :</p>
<p><b>DATOS DEL LOTE</b></p> <p>Cultivo Actual : JICAMA          Cultivo Anterior :          Fertilización Ant. :          Superficie :          Identificación : LOTE 34</p>	<p><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Nº Reporte : 39.470          Nº Muestra Lab. : 102689          Fecha de Muestreo : 22/07/2015          Fecha de Ingreso : 06/08/2015          Fecha de Salida : 19/08/2015</p>

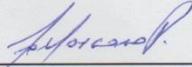
  

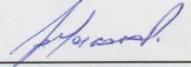
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	56.00	ppm	
P	156.00	ppm	
S	12.00	ppm	
K	0.64	meq/100 ml	
Ca	17.70	meq/100 ml	
Mg	3.49	meq/100 ml	
Zn	3.10	ppm	
Cu	9.50	ppm	
Fe	64.00	ppm	
Mn	15.00	ppm	
B	1.20	ppm	
pH	7.52		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
CE		mmhos/cm	
MO	2.10	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
5,1	5,5	33,1	21,8			56	34	10	Franco-Arenoso

  
 \_\_\_\_\_  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

  
 \_\_\_\_\_  
**LABORATORISTA**



## Anexo 4. Cálculo de extracción de nutrientes del cultivo

### Análisis de materia seca

MUESTRA	TRATAMIENTO	PESO CAJA	PESO MUESTRA	PESO SECO	MATERIA SECA	HUMEDAD	MATERIA VERDE	MATERICA SECA
Follaje	T1R1	100.4	665	61.7	9.3	90.7	2.92	0.27
Follaje	T2R1	101.1	1778	282.4	15.9	84.1	3.59	0.57
Follaje	T3R1	98.7	652	108.3	16.6	83.4	4.25	0.71
Follaje	T4R1	101.1	1884	232.9	12.4	87.6	4.93	0.61
Follaje	T5R1	99.5	740	112.3	15.2	84.8	2.53	0.38
Follaje	T6R1	101.8	510	79.3	15.5	84.5	2.56	0.40
Follaje	T1R2	100	504	77.7	15.4	84.6	3.12	0.48
Follaje	T2R2	100.3	1998	197.5	9.9	90.1	3.31	0.33
Follaje	T3R2	99.9	1213	190.2	15.7	84.3	4.56	0.71
Follaje	T5R2	103.5	632	111.5	17.6	82.4	3.82	0.67
Follaje	T6R2	102.2	763	116	15.2	84.8	3.39	0.52
Follaje	T1R3	101.1	1333	258.7	19.4	80.6	6.72	1.30
Follaje	T2R3	100.5	2809	421.3	15.0	85.0	9.67	1.45
Follaje	T4R3	103.1	1389	213.6	15.4	84.6	3.40	0.52
Follaje	T5R3	100.7	1477	226.1	15.3	84.7	6.51	1.00
Follaje	T6R3	101.6	1166	155	13.3	86.7	6.97	0.93
Raíz	T1R1	97.8	194.2	31.1	16.0	84.0	4.04	0.65
Raíz	T2R1	96.6	210.1	31.6	15.0	85.0	10.38	1.56
Raíz	T3R1	98.4	211.7	27.6	13.0	87.0	9.16	1.19
Raíz	T4R1	97.7	207.3	31.6	15.2	84.8	8.33	1.27
Raíz	T5R1	92.7	219	32.9	15.0	85.0	4.38	0.66
Raíz	T6R1	92.8	218.2	32.6	14.9	85.1	4.77	0.71
Raíz	T1R2	90	210.5	33	15.7	84.3	5.13	0.80
Raíz	T2R2	96.3	210.1	34.4	16.4	83.6	5.21	0.85
Raíz	T3R2	87.5	225.4	32.2	14.3	85.7	12.14	1.73
Raíz	T4R2	96.8	216	28.3	13.1	86.9	12.40	1.63
Raíz	T5R2	97.3	221.7	32.2	14.5	85.5	13.23	1.92
Raíz	T6R2	91.9	234.1	34.3	14.7	85.3	8.86	1.30
Raíz	T1R3	97.1	215	33	15.3	84.7	15.49	2.38
Raíz	T2R3	94.8	214.5	29.2	13.6	86.4	9.15	1.24
Raíz	T3R3	89	222.9	30.5	13.7	86.3	9.74	1.33
Raíz	T4R3	94	212.2	33	15.6	84.4	11.87	1.85
Raíz	T5R3	96	215	27.9	13.0	87.0	14.87	1.93
Raíz	T6R3	91.8	208.2	28.8	13.8	86.2	9.37	1.30

## EXTACCIÓN DE NUTRIENTES DE CADA TRATAMIENTO Y MUESTRA

Para lo cual se multiplico la materia seca por el porcentaje de extracción según el análisis químico (Anexo 3).

MUESTRA	EXTRACCIÓN Kg/Ha										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	FE	Mn
Follaje	4.36	1.25	4.25	4.99	3.98	0.54	11.19	1.06	1.36	87.59	11.65
Follaje	9.19	2.40	8.39	9.25	7.19	1.37	21.92	1.60	2.40	163.68	15.41
Follaje	12.85	3.46	10.38	14.90	13.70	1.91	32.20	2.61	3.74	281.20	28.95
Follaje	10.25	2.50	9.64	10.43	8.84	1.16	21.59	3.35	2.20	187.68	19.82
Follaje	6.18	1.81	6.22	6.38	5.88	0.65	12.87	2.15	1.50	159.11	10.83
Follaje	6.96	1.35	6.36	6.60	5.89	0.95	13.48	2.11	1.75	142.61	8.71
Follaje	7.74	2.21	7.55	8.84	7.06	0.96	19.85	1.87	2.40	155.33	20.67
Follaje	5.27	1.37	4.81	5.30	4.12	0.78	12.56	0.92	1.37	93.76	8.83
Follaje	13.01	3.50	10.51	15.08	13.87	1.93	32.60	2.64	3.79	284.66	29.31
Follaje	10.86	3.17	10.93	11.20	10.32	1.15	22.60	3.78	2.63	279.46	19.03
Follaje	9.03	1.75	8.26	8.57	7.64	1.24	17.49	2.74	2.27	185.06	11.30
Follaje	20.99	6.00	20.47	23.99	19.16	2.61	53.84	5.08	6.52	421.34	56.06
Follaje	23.34	6.09	21.31	23.49	18.27	3.48	55.67	4.06	6.09	415.64	39.14
Follaje	8.78	2.14	8.26	8.94	7.58	0.99	18.51	2.88	1.88	160.88	16.99
Follaje	16.05	4.68	16.15	16.55	15.25	1.69	33.39	5.58	3.89	412.84	28.11
Follaje	16.21	3.15	14.82	15.38	13.71	2.22	31.40	4.91	4.08	332.17	20.29
Raíz	10.42	1.62	5.83	1.04	0.78	0.45	8.74	4.01	3.50	21.10	2.46
Raíz	18.58	4.06	19.20	2.65	1.87	1.56	28.42	5.00	5.46	30.91	5.31
Raíz	12.55	3.23	18.28	2.15	1.67	1.31	20.91	3.70	3.94	32.86	5.14
Raíz	13.33	3.94	21.20	2.16	1.52	1.27	23.87	7.74	4.19	29.96	4.82
Raíz	7.36	2.10	9.60	1.12	0.85	0.72	11.11	2.70	2.63	19.53	2.43
Raíz	7.99	1.85	9.92	1.21	0.93	0.93	10.70	4.07	2.14	16.34	2.43
Raíz	12.95	2.01	7.24	1.29	0.97	0.56	10.86	4.99	4.34	26.23	3.06
Raíz	10.15	2.22	10.49	1.45	1.02	0.85	15.53	2.73	2.99	16.89	2.90
Raíz	18.21	4.68	26.54	3.12	2.43	1.91	30.35	5.38	5.72	47.69	7.46
Raíz	17.07	5.04	27.14	2.76	1.95	1.63	30.55	9.91	5.36	38.36	6.18
Raíz	21.52	6.15	28.05	3.27	2.50	2.11	32.47	7.88	7.69	57.07	7.11
Raíz	14.54	3.38	18.05	2.21	1.69	1.69	19.48	7.40	3.90	29.74	4.42
Raíz	38.27	5.94	21.39	3.80	2.85	1.66	32.09	14.74	12.83	77.48	9.03
Raíz	14.82	3.24	15.31	2.12	1.49	1.24	22.66	3.98	4.36	24.65	4.23
Raíz	13.99	3.60	20.38	2.40	1.87	1.47	23.31	4.13	4.40	36.64	5.73
Raíz	19.38	5.72	30.82	3.14	2.21	1.85	34.70	11.26	6.09	43.56	7.01
Raíz	21.61	6.18	28.17	3.28	2.51	2.12	32.61	7.91	7.72	57.31	7.14
Raíz	14.52	3.37	18.02	2.20	1.69	1.69	19.45	7.39	3.89	29.70	4.41

## EXTRACCIÓN DE FOLLAJE Y RAIZ DE CADA TRATAMIENTO

Se promedió de las muestras de cada tratamiento

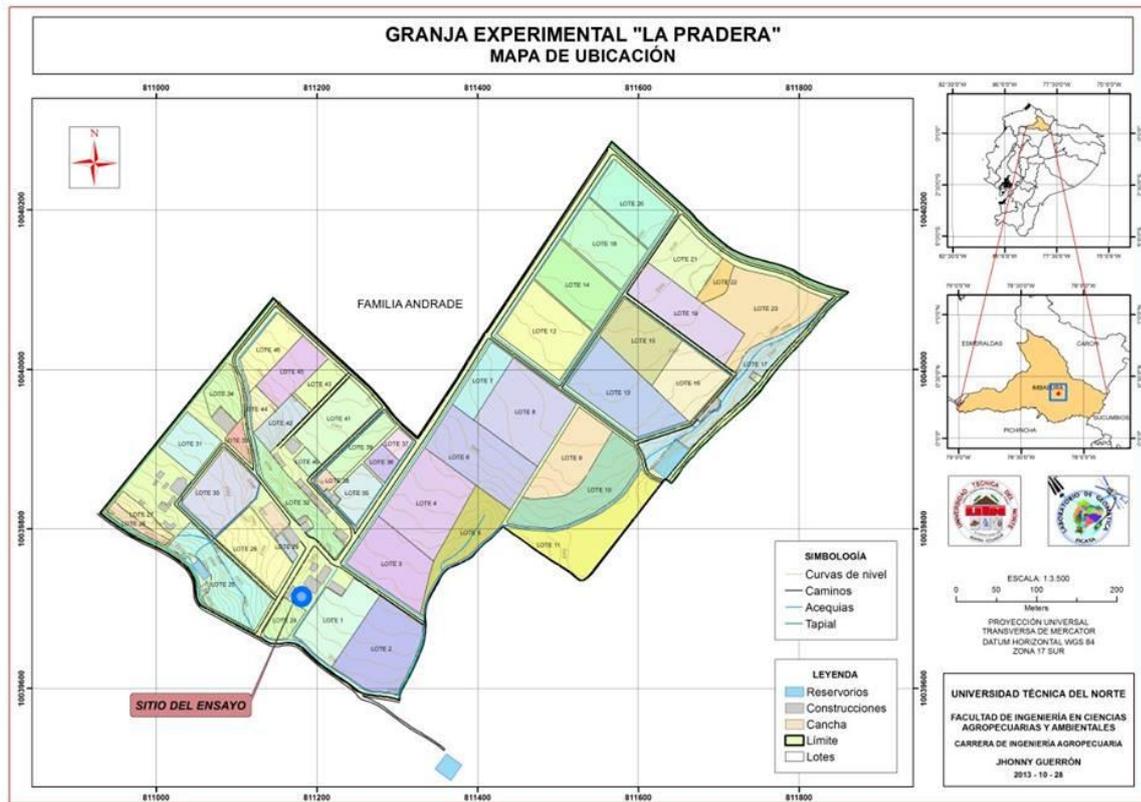
MUESTRA	TRATAMIENTO	EXTRACCIÓN										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	FE	Mn
FOLLAJE	T1	11.03	3.15	10.76	12.61	10.07	1.37	28.29	2.67	3.43	221.42	29.46
FOLLAJE	T2	12.60	3.29	11.50	12.68	9.86	1.88	30.05	2.19	3.29	224.36	21.13
FOLLAJE	T3	13.36	3.60	10.79	15.49	14.24	1.98	33.48	2.72	3.89	292.33	30.10
FOLLAJE	T4	9.19	2.24	8.65	9.36	7.94	1.04	19.37	3.01	1.97	168.40	17.79
FOLLAJE	T5	11.03	3.22	11.10	11.37	10.48	1.16	22.95	3.84	2.67	283.80	19.32
FOLLAJE	T6	10.73	2.09	9.81	10.18	9.08	1.47	20.79	3.25	2.70	219.95	13.43
RAIZ	T1	20.55	3.19	11.49	2.04	1.53	0.89	17.23	7.91	6.89	41.60	4.85
RAIZ	T2	14.52	3.17	15.00	2.07	1.46	1.22	22.20	3.90	4.27	24.15	4.15
RAIZ	T3	14.91	3.84	21.73	2.56	1.99	1.56	24.86	4.40	4.69	39.06	6.11
RAIZ	T5	16.83	4.81	21.94	2.55	1.95	1.65	25.40	6.16	6.01	44.64	5.56
RAIZ	T6	12.35	2.87	15.33	1.87	1.43	1.43	16.54	6.29	3.31	25.26	3.75

## EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES DEL CULTIVO POR HECTÁREA

Se sumó la extracción del follaje y de raíz

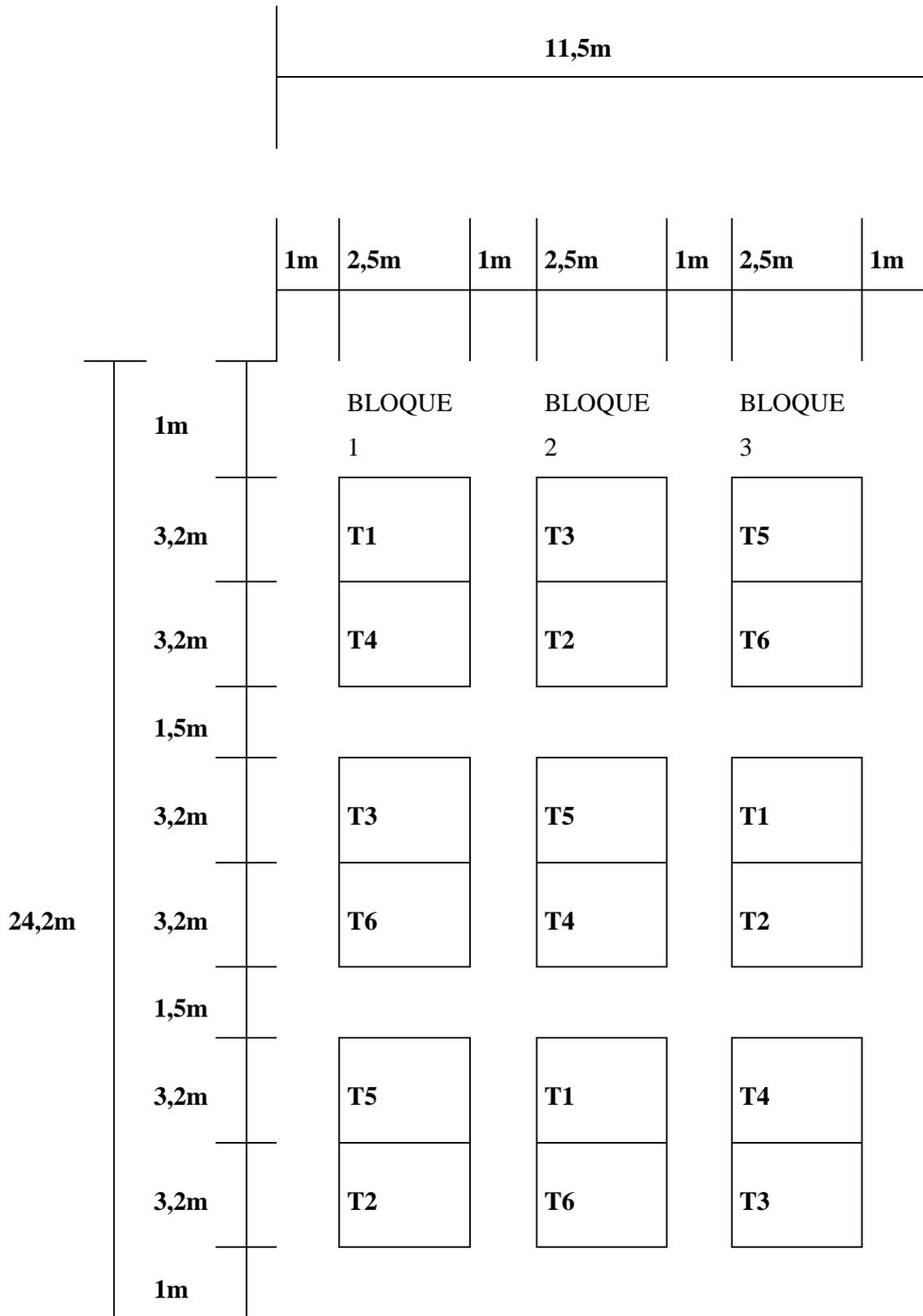
TRATAMIENTO	EXTRACCION Kg/Ha							g/Ha				
	N	K	P	S	Ca	Mg	B	Zn	Cu	FE	Mn	
T1	31.6	22.2	6.3	2.3	14.6	11.6	45.5	10.6	10.3	263.0	34.3	
T2	27.1	26.5	6.5	3.1	14.8	11.3	52.3	6.1	7.6	248.5	25.3	
T3	28.3	32.5	7.4	3.5	18.0	16.2	58.3	7.1	8.6	331.4	36.2	
T4	25.8	35.0	7.1	2.6	12.0	9.8	49.1	12.6	7.2	205.7	23.8	
T5	27.9	33.0	8.0	2.8	13.9	12.4	48.4	10.0	8.7	328.4	24.9	
T6	23.1	25.1	5.0	2.9	12.1	10.5	37.3	9.5	6.0	245.2	17.2	

## Anexo 5. Mapa de ubicación del experimento



**Fuente:** Laboratorio de Geomática FICAYA (UTN)

**Anexo 6.** Esquema de parcelas del ensayo



**Anexo 7.** Costos de producción por hectárea para cada tratamiento

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>T1 FC</b>	<b>T2-N</b>	<b>T3-P</b>	<b>T4-K</b>	<b>T5-S</b>	<b>T6 SF</b>
<b>CONCEPTO</b>						
<b>1. Preparación del suelo</b>						
Arada	40	40	40	40	40	40
Rastrada	40	40	40	40	40	40
Surcada	50	50	50	50	50	50
Muestra de suelo	20	20	20	20	20	20
Análisis del suelo	32	32	32	32	32	32
Trazado	50	50	50	50	50	50
Selección de la semilla	20	20	20	20	20	20
<b>2. Insumos</b>						
Semilla	250	250	250	250	250	250
fertilizantes	260	196	170	194	220	0
Herramientas de campo	50	50	50	50	50	50
<b>3. Siembra</b>	200	200	200	200	200	200
<b>4. Labores culturales</b>						
Primera fertilización	100	100	100	100	100	100
segunda fertilización	250	250	250	250	250	250
Rascadillo	200	200	200	200	200	200
Primer aporque	250	250	250	250	250	250
Segundo aporque	250	250	250	250	250	250
Tercer aporque	250	250	250	250	250	250
Riego	500	500	500	500	500	500
<b>5. Cosecha</b>	350	350	350	350	350	350
<b>TOTAL USD</b>	<b>3162</b>	<b>2748</b>	<b>2722</b>	<b>2746</b>	<b>2772</b>	<b>2552</b>

## Anexo 8. Cálculos de fertilización

### Fertilización química.

Fuentes de nutrientes	Contenido del nutriente %	Requerimiento kg/ha	Dosis	
			kg/ha	g/surco
Urea	46 N	100	217	40,9
Fosfato Monoamónico	52 P	60	115	23,08
Muriato de potasio	60 K	100	166,6	33,33
Azufre	99,5 S	30	30,1	6,03

### Formula

$$\frac{Kg}{Ha} \text{ de fertilizante} = \frac{\frac{Kg}{Ha} \text{ requerido}}{Kg \text{ del elemento cada } 100kg \text{ de fertilizante}} * 100$$

#### Calculo de fosforo fertilizante (11-52-0)

$$\frac{Kg}{Ha} \text{ de fertilizante} = \frac{60kg/ha}{52kg/ha} * 100 = 115kg$$

$$Kg/ha \text{ de nitrógeno} = (115hg/100kg) * 11 = 12,5kg$$

#### Cálculo de nitrógeno fertilizantes (60-0-0-) y (11-52-0)

$$\frac{Kg}{Ha} \text{ de fertilizante} = \frac{(100-12,5)kg/ha}{46kg/ha} * 100 = 190,21kg$$

$$\frac{Kg}{Ha} \text{ de fertilizante} = \frac{100kg/ha}{46kg/ha} * 100 = 217kg$$

#### Cálculo de potasio fertilizante (0-0-60)

$$\frac{Kg}{Ha} \text{ de fertilizante} = \frac{100kg/ha}{60kg/ha} * 100 = 166,66kg$$

#### Cálculo de azufre fertilizante al 99,5%

$$\frac{Kg}{Ha} \text{ de fertilizante} = \frac{30kg/ha}{99,5kg/ha} * 100 = 30,15kg$$

## Anexo 9. Fotografía del ensayo

### Preparación del terreno



### Cálculo y pesado del fertilizante



### Fertilización



## Siembra



## Primer aporque



## Fertilización con nitrógeno



### Medición de altura



### Medición del diámetro del tallo



### Cosecha y pesado de raíz



Pesado de follaje

