



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES - CAREN

## TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

---

---

**“Evaluación de seis morfotipos (*ecu-1247, ecu-1251, ecu-9109, ecu-12767* del banco germoplasma del INIAP; Sanbuenaventura y Loco) de Jícama (*smallanthus sonchifolius* poep. & endl) con tres fertilizaciones de fondo en San José Pichul – Cotopaxi”**

---

---

### POSTULANTES

MARLON HUGO BALLADARES OÑA  
BYRON RENE TRAVEZ CASTELLANO

**DIRECTORA:** Ing. Pilar González

2009

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES - CAREN

ESPECIALIDAD INGENIERÍA AGRONÓMICA

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

Los suscritos Marlon Hugo Balladares Oña portador de la Cédula de Identidad N° 050210619-8 y Byron René Trávez Castellano portador de la Cédula de Identidad N° 050259756-0, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada:

**“EVALUACION 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 JOSÉ DE PICHUL - COTOPAXI”** es original, auténtica y académica, autorizando la reproducción total o parcial siempre y cuando se cite a los autores del presente documento.

.....  
Marlon Balladares  
C.I. 050210619-8  
TESISTA

.....  
Byron Trávez  
C.I. 050259756-0  
TESISTA

Latacunga – Ecuador

2009

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

**“EVALUACION 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”** de Autoría de los Señores Marlon Hugo Balladares Oña y Byron René Trávez Castellano, postulantes de la especialidad Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, a 01 de Septiembre de 2009

.....  
Ing. Pilar González  
C.I. 171049038-2  
**DIRECTORA DE TESIS**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES - CAREN

ESPECIALIDAD INGENIERÍA AGRONÓMICA

El tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación titulado: **“EVALUACION 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 JOSÉ PICHUL – COTOPAXI”**, de responsabilidad de los Señores: Marlon Hugo Balladares Oña y Byron René Trávez Castellano; han sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS:

Ing. José Zambrano

Presidente

---

Ing. Emerson Jácome

Secretario

---

Ing. Adolfo Cevallos

Opositor

---

Ing. Juan Estrada Centeno

Profesional Externo

---

Latacunga – Ecuador

2009

## **AGRADECIMIENTO**

Un profundo agradecimiento a Dios

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, que abre sus puertas, hacia el camino de la superación.

Un agradecimiento sincero y muy especial a la Ingeniera Agrónoma Pilar González Directora de Tesis, por su apoyo acertadas sugerencias y valiosa colaboración que término llevar a la culminación del presente documento.

Mi reconocimiento a la capacidad y alto profesionalismo de los Ingenieros Miembros de Tribunal de Tesis, por su cooperación oportuna y acertada.

Los autores dejan constancia de su profundo agradecimiento a la Estación Experimental Santa Catalina, de manera especial al Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), por haber facilitado el material vegetativo y por su aporte con la información bibliográfica necesaria.

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo lo dedico con amor y cariño a mis padres Alonso y Leonor 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.*

*A mi esposa Susana, que ha depositado en mí toda su confianza brindándome su apoyo moral, espiritual de manera incondicional.*

*A mis hermanas Rosa, Judith y Maricela por su optimismo y colaboración.*

***Byron***

*Lo dedico con todo mi cariño a mi madre Martha y a mi hermano Alexander quienes siempre me estuvieron apoyando en todo momento*

*Pero en especial con todo mi amor a mi esposa Johana quien siempre me ha estado motivando e incentivando para culminar con éxito este trabajo investigativo.*

***Marlon***

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
PORTADA.....	<b>i</b>
DECLARACIÓN EXPRESA.....	<b>ii</b>
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	<b>iii</b>
AUTORIZACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS.....	<b>iv</b>
AGRADECIMIENTO.....	<b>v</b>
DEDICATORIA.....	<b>vi</b>
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	<b>vii</b>
ÍNDICE DE CUADROS.....	<b>xi</b>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	<b>xiv</b>
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	<b>xv</b>
ÍNDICE DE ANEXOS.....	<b>xvii</b>
RESUMEN.....	<b>xviii</b>
SUMMARY.....	<b>xix</b>
INTRODUCCIÓN.....	<b>1</b>
ANTECEDENTES.....	<b>3</b>
JUSTIFICACIÓN.....	<b>5</b>
OBJETIVOS.....	<b>6</b>
Objetivo General.....	<b>6</b>
Objetivos Específicos.....	<b>6</b>
HIPÓTESIS.....	<b>7</b>
Hipótesis Nula.....	<b>7</b>
Hipótesis Alternativa.....	<b>7</b>
Variables e Indicadores.....	<b>8</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Jícama o Yacón (<i>Smilax sonchifolius</i> Poep. &amp; Endl)</b>	<b>9</b>

1.1.1.	Generalidades.....	9
1.1.2.	Clasificación Taxonómica.....	9
1.1.3.	Características Botánicas.....	10
1.1.3.1.	Raíz.....	10
1.1.3.2.	Tallo.....	10
1.1.3.3.	Hojas.....	11
1.1.3.4.	Flores.....	11
1.1.3.5.	Fruto.....	11
1.1.3.6.	Semilla.....	11
1.1.3.7.	Composición química.....	12
1.1.4.	Manejo del cultivo.....	13
1.1.4.1.	Sistema del cultivo.....	13
1.1.4.2.	Época de siembra.....	14
1.1.4.3.	Propagación.....	14
1.1.4.4.	Control de malezas.....	14
1.1.4.5.	Requerimientos de fertilización.....	14
1.1.4.6.	Plagas y enfermedades.....	15
1.1.4.7.	Cosecha.....	18
1.1.4.8.	Post-cosecha.....	18
1.1.4.9.	Rendimiento.....	18
1.1.4.9.1.	Rendimiento de raíces.....	18
1.1.4.9.2.	Rendimiento de hojas.....	19
1.1.4.10.	Comercialización.....	19
1.1.5.	Características Edafológicas.....	19
1.1.5.1.	Temperatura.....	19
1.1.5.2.	Altitud.....	20
1.1.5.3.	Precipitación.....	20
1.1.6.	Morfotipos.....	20
1.1.6.1.	Morfotipo Verde Claro.....	20
1.1.6.2.	Morfotipo Verde Intenso.....	20
1.1.6.3.	Morfotipo Morado.....	21
1.2.	Fertilización.....	22

1.2.1.	Fertilización Química.....	22
1.2.2.	Fertilización Orgánica.....	22
1.2.2.1.	Estiércoles de animales.....	23

## **CAPITULO II**

<b>MATERIALES, UBICACIÓN Y METODOS.....</b>	<b>25</b>	
2.1.	Insumos, Materiales y Equipos.....	25
2.1.1.	Insumos.....	25
2.1.2	Materiales y Equipos de Campo.....	25
2.1.3.	Pesticidas.....	26
2.1.4.	Materiales de Oficina.....	26
2.2.	Ubicación del Ensayo.....	26
2.3.	Método.....	27
2.3.1.	Factores de Estudio.....	27
2.3.2.	Tratamientos.....	28
2.3.3.	Diseño Experimental.....	29
2.3.4.	Análisis Estadístico.....	29
2.3.5.	Características de la Unidad Experimental.....	29
2.4.	Manejo Específico del Experimento.....	30
2.4.1.	Ubicación del Experimento.....	30
2.4.2.	Análisis del suelo.....	30
2.4.3.	Preparación del terreno.....	30
2.4.4.	Fertilización.....	31
2.4.5.	Siembra.....	32
2.4.6.	Labores Culturales.....	33
2.4.7.	Cosecha.....	34
2.5.	Variables en Estudio.....	34
2.5.1.	Días a la germinación.....	34
2.5.2.	Altura de Planta.....	35
2.5.3.	Diámetro de Tallo.....	35
2.5.4.	Número de Brotes.....	36

2.5.5.	Días a la Floración.....	36
2.5.6.	Rendimiento de Jícama.....	37
2.5.7.	Plagas y enfermedades.....	38

### **CAPITULO III**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>	
3.1.	Días a la Germinación a los 30 y 60 días.....	39
3.2.	Altura de Planta.....	43
3.3.	Diámetro de Tallo.....	45
3.4.	Número de Brotes.....	48
3.5.	Días a la Floración.....	50
3.6.	Rendimiento.....	51
3.7.	Plagas y Enfermedades.....	53
3.7.1.	Severidad.....	53
3.7.2.	Incidencia.....	54
3.8.	Azucares Totales.....	55
3.9.	Grados Brix.....	56
3.10.	Humedad.....	57
3.11.	Análisis Económico.....	58
3.11.1.	Rendimiento total y ajustado al 10% en Kg/Ha.....	58
3.11.2.	Costos de Producción por Tratamiento.....	59
3.11.3.	Análisis de Presupuesto Parcial.....	60
3.11.4.	Análisis de Dominancia.....	61
3.11.5.	Tasa de Retorno Marginal.....	62
	Conclusiones.....	63
	Recomendaciones.....	64
	Bibliografía.....	65
	Glosario.....	70
	Anexos.....	73

## ÍNDICE DE CUADROS

N°	TITULO	Pág.
1	Variables e indicadores en el cultivo de Jícama ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poep. & Endl) Latacunga - Cotopaxi, 2008.....	8
2	Composición química de Jícama de 1 Kg de raíz (materia seca).....	13
3	Plagas que se presentan en el cultivo de Jícama.....	16
4	Enfermedades que se presentan en el cultivo de Jícama...	17
5	Composición química de desechos animales en base fresca.....	24
6	Cualidades comparativas del estiércol de cuy.....	24
7	Tratamientos para la evaluación de morfotipos de Jícama y Fertilización.....	28
8	Análisis de Varianza (ADEVA).....	29
9	Fuente y dosis de fertilizantes para los tratamientos con fertilización química.....	31
10	Fuente y dosis de abono orgánico para los tratamientos con fertilización orgánica.....	32
11	Épocas y fracciones de aplicación de los Fertilizantes y Abono Orgánico. Latacunga 2007.....	32
12	Análisis de Varianza para Días a la Germinación.....	39
13	Prueba de Tukey para Factor A días a la Germinación a los 30 días.....	40
14	Prueba de Tukey para la Interacción AB de días a la Germinación a los 30 días.....	41
15	Prueba de Tukey para Factor A de días a la Germinación a los 60 días.....	42
16	Análisis de Varianza para la variable altura de planta.....	43

<b>17</b>	Prueba de Tukey para Factor A Altura de Planta a los 60 días.....	<b>44</b>
<b>18</b>	Prueba de Tukey para Replicaciones de Altura de Planta a los 120 días.....	<b>44</b>
<b>19</b>	Análisis de Varianza para diámetro de Tallo.....	<b>45</b>
<b>20</b>	Prueba de Tukey para Replicaciones de Altura de Planta a los 180 días.....	<b>46</b>
<b>21</b>	Prueba de Tukey para Factor A de Diámetro de Tallo a los 60 días.....	<b>47</b>
<b>22</b>	Análisis de Varianza para Número de Brotes.....	<b>48</b>
<b>23</b>	Prueba de Tukey para replicaciones en la variable Número de Brotes.....	<b>48</b>
<b>24</b>	Prueba de Tukey para Factor A de Número de Brotes....	<b>49</b>
<b>25</b>	Análisis de Varianza para Días a la Floración.....	<b>50</b>
<b>26</b>	Análisis de Varianza para Rendimiento.....	<b>51</b>
<b>27</b>	Prueba de Tukey para Factor A en Rendimiento.....	<b>52</b>
<b>28</b>	Prueba de Tukey para Factor B en Rendimiento.....	<b>52</b>
<b>29</b>	Análisis de Varianza en la variable Severidad.....	<b>53</b>
<b>30</b>	Análisis de Varianza en la variable Incidencia.....	<b>54</b>
<b>31</b>	Rendimiento obtenido y ajustado al 10% de Kg/Ha.....	<b>58</b>
<b>32</b>	Costos de producción en Dólares/Ha valorados al mes de Junio de 2009.....	<b>59</b>
<b>33</b>	Análisis de Presupuesto Parcial.....	<b>60</b>
<b>34</b>	Análisis de Dominancia.....	<b>61</b>
<b>35</b>	Tasa de Retorno Marginal para los tratamientos No Dominancia.....	<b>62</b>
<b>36</b>	Datos de germinación de plantas a los 30 y 60 días de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>75</b>
<b>37</b>	Datos de altura de planta a los 60, 120, 180, 240 días de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>76</b>
<b>38</b>	Datos de diámetro de tallo a los 60, 120, 180, 240 días de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>77</b>

<b>39</b>	Datos de número de brotes de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>78</b>
<b>40</b>	Datos de días a la floración de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>79</b>
<b>41</b>	Datos de plagas y enfermedades de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>80</b>
<b>42</b>	Datos de rendimiento Tm/Ha de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>81</b>
<b>43</b>	Datos de Grados Brix, Humedad y Azucares Totales de los seis morfotipos de Jícama.....	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FÍGURAS

<b>Nº</b>	<b>TITULO</b>	<b>Pág.</b>
1	Germinación de seis Morfotipos de Jícama a los 30 y 60 días.....	42
2	Altura de planta de seis Morfotipos de Jícama a los 60, 120, 180 y 240 días.....	45
3	Diámetro de tallo de seis Morfotipos de Jícama a los 60, 120, 180 y 240 días.....	47
4	Número de Brotes de los seis Morfotipos de Jícama.....	49
5	Días a la Floración.....	50
6	Rendimiento de Jícama.....	53
7	Severidad de Plagas y Enfermedades.....	54
8	Incidencia de Plagas y Enfermedades.....	55
9	Azúcares totales de raíces tuberosas de seis morfotipos de Jícama.....	56
10	Grados Brix de raíces tuberosas de seis morfotipos de Jícama.....	56
11	Humedad de raíces tuberosas de seis morfotipos de Jícama.....	57

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Nº</b>	<b>TITULO</b>	<b>Pág.</b>
1	Preparación del terreno.....	31
2	Siembra.....	33
3	Riego de las parcelas a los 120 días.....	33
4	Cosecha manual de Jícama.....	34
5	Etapas de germinación de Jícama.....	35
6	Medición de altura de la planta a los 240 días.....	35
7	Medición del diámetro del tallo a los 240 días.....	36
8	Número de brotes a los 60 días.....	36
9	Etapas de floración de Jícama.....	37
10	Rendimiento de los morfotipos de Jícama.....	37
11	Ataque de Plagas y Enfermedades.....	38
12	Formación de surcos para la siembra.....	98
13	Estiércol listo para la aplicación.....	98
14	Cormos o semillas desinfectada lista para la siembra.....	99
15	Siembra con estiércol de cuy.....	99
16	Riego antes de la siembra.....	100
17	Germinación de Jícama.....	100
18	Planta afectada por helada.....	101
19	Control Fitosanitario.....	101
20	Desarrollo de los seis morfotipos a los 240 días.....	102
21	Etapas de Floración de Jícama.....	102
22	Visita de Miembro de Tribunal al Ensayo Ing. Emerson Jácome.....	103
23	Cosecha de las raíces tuberosas de Jícama.....	103
24	Raíces tuberosas cosechadas.....	104
25	Peso de raíces tuberosas Tm/Ha.....	104
26	Morfotipo ECU – 1247.....	105
27	Morfotipo ECU – 1251.....	105

<b>28</b>	Morfotipo ECU – 9109.....	<b>106</b>
<b>29</b>	Morfotipo ECU – 12767.....	<b>106</b>
<b>30</b>	Morfotipo SAN BUENAVENTURA.....	<b>107</b>
<b>31</b>	Morfotipo LOCOA.....	<b>107</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>TITULO</b>	<b>Pág.</b>
1	Datos de variables analizadas.....	74
2	Análisis de suelo de la propiedad del Sr. Alonso Trávez...	83
3	Análisis de materia orgánica del estiércol de cuy.....	85
4	Esquema de parcelas del ensayo.....	87
5	Distribución Geográfica de morfotipos de Jícama (DENAREF 1996).....	89
6	Contenido de Azúcares Totales, Grados Brix, Humedad del tubérculo.....	91
7	Costo de producción por Hectárea de los seis morfotipos de Jícama.....	93
8	Cálculo de fertilización.....	95
9	Fotografías del ensayo.....	97

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la propiedad del Señor Alonso Trávez, ubicada en el cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro a una altitud de 2915 msnm, y una temperatura de 14 °C.

Los objetivos específicos fueron: Determinar el mejor tratamiento de 6 morfotipos ECU – 1247, ECU – 1251, ECU – 9109, ECU – 12767 del Banco de Germoplasma de INIAP, San Buenaventura, Locoá. Evaluar y seleccionar la mejor fertilización de fondo en jícama (*Smallanthus sonchifolius*) y realizar el análisis económico de la producción de este tubérculo.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 18 tratamientos y 3 repeticiones, con un arreglo factorial A x B se utilizaron comparaciones ortogonales y pruebas de Tukey al 5%, para diferencias significativas.

En cada tratamiento se evaluó las siguientes variables: días a la germinación, altura de planta, diámetro del tallo, número de brotes, días a la floración, rendimiento de raíces tuberosas Tm/ha, severidad e incidencia de plagas y enfermedades y humedad, grados brix, azúcares totales se evaluó después de la cosecha.

El Morfotipo que reportó los mejores resultados fue ECU-9109 ya que siempre estuvo en los primeros rangos en todas las variables, con un rendimiento de 66.24 Tm/Ha. Con respecto a los resultados del análisis del análisis económico se puede manifestar que el tratamiento t16 (LOCOA con fertilización química) presentó la mayor rentabilidad en comparación con los otros tratamientos, en donde el agricultor estaría recibiendo por cada dólar invertido un retorno adicional de \$ 4,31 dólares.

## SUMMARY

This researching work was carried out in Mr. Alonso Trávez property, located in the canton Latacunga, parish Eloy Alfaro to an altitude of 2915 msnm, and a temperature of 14 °C.

The specific objectives were:

To determine the best treatment of 6 morfotipos ECU-1247, ECU-1251, ECU-9109, ECU-12767 of the Germoplasma Bank of INIAP, San Buenaventura, Locoá. To evaluate and to select the best background fertilization in jicama (*Smallanthus sonchifolius*) and to carry out the economic analysis of the production of this tuber.

We used a Design of Complete Blocks at random, with 18 treatments and 3 repetitions, with a factorial arrangement A x B we used orthogonal comparisons and tests from Tukey to 5%, to significant differences.

In each treatment it was evaluated the following variables: days to the germination, plant height, diameter of the shaft, number of buds, days to the flowers, yield of tuberous roots Tm/ha, severity and incidence of plagues and illnesses and humidity, grades brix, total sugars that we evaluated after the crop.

The Morfotipo that reported the best results was ECU-9109 because it was always in the first ranges in all the variables, with a yield of 66.24 Tm/Ha. With respect to the results of the analysis of the economic analysis it can show that the treatment t16 (LOCOA with chemical fertilization) it presented the biggest profitability in comparison with the other treatments where the farmer would be receiving for each dollar overturned an additional return of \$4,31 dollars.

# INTRODUCCIÓN

La Jícama *Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl presenta en total 21 especies, todos americanos, que se distribuyen desde sur de México hasta los Andes. Estas son plantas perennes, con menor frecuencia algunos son pequeños árboles y raramente plantas anuales (CÁRDENAS et al 1969).

Es una planta nativa de la región andina, domesticada hace varios siglos por los pobladores de las culturas preincaicas; existen evidencias arqueológicas sobre el uso de la jícama en las culturas Nazca y Mochica, desarrolladas en la costa peruana. También se encontraron restos arqueológicos de raíces, en la cultura Candelaria del noreste argentino (ZARDINI, E. 1991).

Gracias a un estudio realizado por INIAP se ha podido determinar 25 morfotipos de Jícama en el Ecuador cuya recolección se ha realizado en las provincias de Carchi, Imbabura, Tungurahua, Azuay, Cotopaxi, Pichincha, Zamora Chinchipe entre otras. Las mismas se han encontrado en estado silvestre o asociado con otros cultivos en pequeñas parcelas. En la provincia de Cotopaxi no se conoce una superficie de siembra, pero ha decir de los pocos agricultores que mantiene este producto se calcula unas 10 hectáreas distribuidas en quebradas o zonas poco aprovechadas para otros cultivos (DENAREF, 1997).

En el cantón Latacunga, la mayor parte de su escasa producción se concentra en los sectores de San buenaventura y Locoá, y la obtención de este tubérculo se lo hace casi en forma silvestre ya que los productores no realizan labores preculturales ni de siembra, recogen anualmente en la época de Fieles Difuntos los frutos grandes y maduros dejando partes vegetativas para que se regeneren naturalmente y vuelven al año siguiente a cosechar.

La presente investigación, se estudió cuatro morfotipos identificados y guardados en el Banco de Germoplasma del INIAP; dos morfotipos de San Buenaventura y

Locoa con diferentes fertilizaciones de fondo, lo cual proporciona información para técnicos y agricultores que quieran desarrollar la producción de esta especie y conocer cual es el morfotipo de mejores cualidades para su utilización tanto en forraje como en la industrialización y sobre todo el comportamiento de Jícama (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl).

## ANTECEDENTES

La Jícama *Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl, es un producto consumido desde épocas ancestrales, actualmente se lo cultiva en localidades de los Andes, desde Ecuador hasta nor-oeste argentino (provincias de Salta y Jujuy). En los últimos 3 décadas el cultivo de jícama se ha extendido a otros continentes, existen reportes de su cultivo en Estados Unidos, pero no significativo a nivel comercial. En Nueva Zelanda Japón, Korea, Brasil la jícama ha alcanzado los supermercados, también se reporta la presencia en República Checa, y hace 2 años en Inglaterra, con resultados positivos. (ROJAS, C. 2007)

En el Perú se siembra en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Oxapampa, Huánuco y Puno los lugares con mayor área sembrada, el área estimada de siembra con fines comerciales en el 2006 fue de 600 ha. En Argentina se siembra sólo en las provincias norteñas de Jujuy y Salta. Fuera de los Andes, Brasil (Sao Paulo) y Japón (con 100 ha) son los países con mayor área de cultivo. (AYBAR, M. 2001)

Debido a la alta perecibilidad de las raíces y las hojas, los productos procesados ofrecen una alternativa a la comercialización tradicional de raíces frescas. Desde el 2003 varios supermercados del Perú ofrecen diferentes productos procesados: jarabe, zumo, mermelada, miel, hojuelas y té, los precios promedios son de \$ 1.45/Kg. Aunque la producción aún es en pequeña escala, ya se ha empezado a exportar jícama a Japón, Estados Unidos y algunos países europeos. La gran demanda de información sobre la jícama indica que hay mucho interés en este cultivo, en varios países del mundo. (ROJAS, C. 2007)

Un aspecto interesante de esta especie, es que a diferencia de otras raíces y tubérculos que almacenan carbohidratos en forma de almidón, esta especie lo hace en forma de inulina. Esta propiedad ha convertido a la jícama en un recurso prometedor para la elaboración de productos dietéticos e ideal para personas

diabéticas, ya que los azúcares que contiene están almacenados en forma de inulina, polímero de la fructosa o levulosa: un “azúcar” con características especiales, que aun siendo más dulce que la glucosa, no causa problemas en los diabéticos, por no elevar la glucosa sanguínea. Además, un posible uso potencial de esta especie es el forrajero; se puede alimentar al ganado con los tallos y las hojas, que contienen entre 11 % y 17 % de proteína (FAO, 1990).

La Jícama puede producir hasta 100 t/ha, lo cual sumado a otras ventajas, como su facilidad de siembra y su amplia adaptabilidad, desde el nivel del mar hasta los 3.500 metros de altitud, hacen de esta planta un cultivo potencialmente valioso desde el punto de vista comercial. (SEMINARIO, J. 2003)

En la provincia de Cotopaxi la mayor parte de su escasa producción se concentra en los sectores de San Buenaventura y Locoá, la obtención de este tubérculo se lo hace en forma silvestre y lo recogen anualmente, el 2 de noviembre (Fieles Difuntos) y se lo comercializa en las plazas de la Merced, El Salto (Latacunga).

La producción de Jícama en el Ecuador es baja y se destina principalmente al autoconsumo, encontrándose solo en forma silvestre o como cultivo de subsistencia alrededor de los huertos familiares especialmente en las familias campesinas e indígenas, lo que nos indica que no existen cultivos comerciales, esta especie se encuentra en extinción por no conocer sus propiedades medicinales, alimenticias e industriales tanto del tubérculo como de sus hojas.

Actualmente se conoce de pocas investigaciones realizadas en nuestro país para determinar la existencia de los morfotipos y características, por ser un cultivo alternativo y poco difundido, el principal reto es hacer de la Jícama un cultivo destinado a satisfacer algunos requerimientos de la vida moderna, como la producción de alimentos bajos en calorías y grasas y, básicamente, hacer de él un cultivo comercialmente competitivo, que ayude a los agricultores a generar mayores ingresos.

## JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se elaboró con la finalidad de evaluar el mejor morfotipo utilizando diferentes tipos de fertilización, tomando en cuenta que la Jícama es un producto que en América Andina ya se lo viene consumiendo desde épocas Prehispánicas, además constituye una opción prometedora para los agricultores debido a sus propiedades del fruto y las hojas en el campo medicinal, industrial y alimenticio. (FRANCO, S. 1990)

Al igual que la caña de azúcar, se pueden concentrar los azúcares y obtener panela. Existe además un potencial agroindustrial para la transformación de estos azúcares en alcohol potencial agronómico; sirve además como protector de suelos, por su capacidad de mantenerse como especie perenne, especialmente en zonas agro ecológicas áridas. (NIETO, C. et al 1989)

En el Ecuador poco se conoce de cultivos a gran escala de este producto, y existe poca información acerca de las características agroecológicas del cultivo, en lo que concierne a la Provincia de Cotopaxi se cultiva en pequeña escala en la zona occidental pero no con fines comerciales.

Por tal motivo el presente trabajo de investigación se elaboró con la finalidad de determinar las características adecuadas de la Jícama como el manejo agronómico, lo que permitirá adoptar técnicas adecuadas a los agricultores, además de que constituirá en otra opción que ayude a diversificar sus cultivos con nuevas alternativas; proyectándose a la exportación ya que en la actualidad se trata de un producto mundialmente conocido debido a sus bondades y usos

# **OBJETIVOS**

## **Objetivo General**

Evaluar los 6 morfotipos ECU-1247, ECU-1251, ECU-9109, ECU-12767 del Banco de Germoplasma del INIAP, San Buenaventura, Locoá de Jícama (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl) con 3 fertilizaciones de fondo en San José de Pichul.

## **Objetivos Específicos**

- Determinar el mejor tratamiento de 6 morfotipos ECU-1247, ECU-1251, ECU-9109, ECU-12767 del Banco de Germoplasma del INIAP, San Buenaventura y Locoá.
- Evaluar y seleccionar la mejor fertilización (química u orgánica) de fondo en Jícama (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl).
- Determinar la mejor interacción.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

# **HIPOTESIS**

## **Hipótesis nula**

La fertilización química u orgánica en los 6 morfotipos ECU-1247, ECU-1251, ECU-9109, ECU-12767 del Banco de Germoplasma del INIAP, San Buenaventura y Loco de Jícama (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl) no influyen en el rendimiento del cultivo.

## **Hipótesis alternativa**

La fertilización química u orgánica en los 6 morfotipos ECU-1247, ECU-1251, ECU-9109, ECU-12767 del Banco de Germoplasma del INIAP, San Buenaventura y Loco de Jícama (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl) influyen en el rendimiento del cultivo.

## VARIABLES E INDICADORES

**CUADRO 1.** Variables e indicadores en el cultivo de Jícama (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl) Latacunga – Cotopaxi, 2008

<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Fertilización Química</b>	Días a la germinación	%
NITRATO DE AMONIO	Altura de planta	cm
NITRATO DE POTASIO	Diámetro del tallo	cm
QUELATO DE CALCIO	Número de brotes	#
QUELATO DE ZINC	Días a la floración	%
QUELATO DE COBRE	Rendimiento de Jícama	Tm/Ha
QUELATO DE HIERRO	Plagas y enfermedades	
QUELATO DE MANGANESO	Incidencia	%
BORAX	Severidad	%
<b>Fertilización Orgánica</b>	Grados Brix	° Brix
ESTIERCOL DE CUY	Azucares totales	%
<b>Sin Fertilización</b>	Cantidad de agua en el tubérculo	%

# CAPITULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. JÍCAMA Ó YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl)

#### 1.1.1. GENERALIDADES

El origen de la jícama no está definida, ya que se tiene antecedentes que pueden provenir de las regiones de Colombia, Ecuador y Perú. Este tubérculo es común en altitudes medianas como son la de los países de Sudamérica por ejemplo se ha encontrado restos de Jícama en tumbas precolombinas en el Perú (Ártica, et al 1993).

En el Ecuador ha sido reportada en orden de importancia en las provincias de Loja, Azuay, Cañar y Bolívar. Puede encontrarse asociada con otros cultivos indígenas típicos, como son el melloco, la mashua y la oca (Cañadas, 1983).

#### 1.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Montando et, all (1991), indica la Jícama se ubica taxonómicamente de la siguiente manera:

<b>Reino:</b>	Planta
<b>División:</b>	Magnollophyta
<b>Clase:</b>	Magnolliopsida
<b>Subclase:</b>	Dicotyledoneae
<b>Orden:</b>	Asterales

<b>Familia:</b>	Asteraceae
<b>Género:</b>	<i>Smallanthus</i>
<b>Especie:</b>	<i>sonchifolius</i> Poep. & Endl
<b>Sinónimos:</b>	<i>Polymnia edulis</i> Weddell <i>Polymnia sonchifolius</i> Poep. & Endl
<b>Nombres comunes:</b>	Quechua: Yacón yakuma Aymara: Aricama, Ancona Español: Yacón, Jícama, Jacón llacón, arboloco

### 1.1.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

#### 1.1.3.1. Raíz

La raíz de la jícama se extiende hasta 0,8 m alrededor de la planta y a 0,6 m de profundidad, produciendo hasta 23 raíces tuberosas con un diámetro de 12 cm y una longitud de 30 cm con 0,30 cm de longitud de ápice de la raíz. Internamente presentan dos tipos de fibrosas y reservantes, las primeras son muy delgadas, su función es la fijación de la planta al suelo y la adsorción de agua y nutrientes. Las raíces reservantes son engrosadas, fusiformes u ovadas de color blanco, crema o anaranjado y su peso puede fluctuar entre 50 a 1000 gr (Seminario J, 2003)<sup>1</sup>.

#### 1.1.3.2. Tallo

El tallo tiene un diámetro de hasta 2,05 cm en la parte más desarrollada (base) de vigor subrobusto, todo el tallo es exuberantemente pubescente, se ha observado que después de 4 a 5 meses aproximadamente de crecimiento empieza a ramificarse, hasta con 8 tallos por planta, con una altura de planta hasta de 2,10

---

<sup>1</sup> SEMINARIO J.; VALDERRAMA M y MANRIQUE I. (2003), El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio, Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE), Lima- Perú, 60 p.

cm en su etapa de máximo crecimiento, con longitud de ramas secundarias hasta de 70 cm (Seminario J, 2003).

#### **1.1.3.3. Hojas**

Las hojas son simples palminervas 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 de la lamina es aserrado algo festoneado en hojas ternas, las hojas llegan a tener una longitud de 22 cm y un ancho de 15 cm (Ayala, 2001).

#### **1.1.3.4. Flores**

La flor en la jícama son posibles de observarse desde los 4 a 5 meses después de la plantación, la inflorescencia racimosa de tipo cabezuela en capítulo con un promedio de 10 flores por planta con 5 sépalos por flor, de color amarillo anaranjado en número de 15 y flores centrales tubulares color amarillo oscuro. (Ayala, 2001)<sup>2</sup>

#### **1.1.3.5. Fruto**

El fruto de la jícama es un aquenio en forma elipsoidal de tipo indehisciente de color café oscuro con epidermis lisa, endocarpio sólido caracterizándose por el libre desprendimiento del pericarpio con un ligero frotamiento. (Capcha, 2008)

#### **1.1.3.6. Semilla**

***Selección de plantas madres:*** durante el desarrollo vegetativo se marcan las plantas uniformes, vigorosas, de buena conformación, sanas de plagas y enfermedades con buen número de tallos y resistentes a factores adversos. (Capcha, 2008)

---

<sup>2</sup> AYALA, Cesar Centro de documentación- Soluciones Prácticas-ITDG Escuela de Agro Negocios de INDAR-PERÚ Lima, Perú 2001

**Preparación de propágulos:** Cosechar las plantas marcadas, separar la cepa y con ayuda de un cuchillo dividir la corona con 1 a 3 yemas uniformes de buen diámetro 0,5 a 0,8 y de 2 a 4 cm. de longitud, después de cada corte desinfectar el cuchillo o navaja. (Capcha, 2008).

La reproducción sexual de la jícama es difícil debido a la escasa formación de semilla sexual fértil. (Capcha, 2008)<sup>3</sup>

### **1.1.3.7. Composición Química**

#### **Composición química de las raíces**

Las raíces frescas acumulan principalmente agua y carbohidratos (Cuadro N° 2). Entre el 40 a 70% del peso seco está en forma de oligofructosa (OF) - un azúcar especial que tiene varios efectos favorables en la salud- y 15 a 40% está en forma de azúcares simples: sacarosa, fructosa y glucosa. El contenido de otros nutrientes es bajo, sólo el potasio se encuentra en cantidades importantes. Tanto las raíces como las hojas contienen compuestos con un alto poder antioxidante: ácido clorogénico, triptófano y varios fenoles derivados del ácido cafeico (Seminario J, 2003).

La Jícama es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua. Entre el 80 y 90 % del peso fresco de las raíces es agua. Los carbohidratos constituyen aproximadamente el 90 % del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70 % son fructooligosacáridos (FOS). El resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructosa y glucosa. Las raíces reservantes acumulan, además, cantidades significativas de potasio, compuestos polifenólicos derivados del ácido cafeico, sustancias antioxidantes como ácido clorogénico y triptófano y varias fitoalexinas con actividad fungicida. El

---

<sup>3</sup> CAPCHA PACHECO, Álvaro. Buena Salud, Primer curso Latinoamericano de Medicina Mundial. Lima-Perú, Editorial Santa Herminia, 2001. 70 Pág.

contenido de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales es bastante bajo. (Aybar, 2001)

**CUADRO 2.** Composición química de jícama por 1 Kg de raíz (materia fresca).

<b>VARIABLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>CV. %</b>
Materia seca	gr	98 - 136	115	8
Carbohidratos	gr	89 - 127	106	8
Fructosa	gr	31 - 89	62	23
Proteína digerible	gr	3.6 - 4.3	3.9	6
Total azúcares	gr	18 - 42	26	27
Glucosa libre	gr	2.3 - 5.9	3.4	32
Fructosa libre	gr	3.9 - 21.1	8.5	58
Sacarosa	gr	10 - 19	14	18
Sólidos solubles	Grados Brix	9.0 - 12.6	10.7	9
Proteína	gr	2.7 - 4.9	3.7	19
Fibra	gr	3.1 - 4.1	3.6	8
Grasa	mg	112 - 464	244	43
Energía	Kcal	148 - 224	174	12
Ceniza	%	4.28 - 6.01	5.03	10
Calcio	mg	56 - 131	87	25
Fósforo	mg	182 - 309	245.5	17
Potasio	mg	1.84 - 2.95	2.28	15

Fuente: Centro Internacional de la Papa (1997-1998)

#### **1.1.4. MANEJO DEL CULTIVO**

El cultivo de Jícama está asociado a pequeños agricultores, quienes la cultivan en pequeñas parcelas para aprovechar la raíz reservante en su dieta alimenticia o venderlas al mercado. (Tapia, M. 1990).

##### **1.1.4.1. Sistema de cultivo**

La Jícama se cultiva tradicionalmente bajo tres sistemas monocultivo, asociado y huerto familiar. Las asociaciones son con fréjol arbustivo o semiarbustivo, maíz para choclo, tomate, repollo. Otras veces se siembra alrededor de los cultivos de papa y maíz (Tapia, M. 1990).

#### **1.1.4.2. Época de siembra**

La Jícama se puede cultivar todo el año en la ceja de selva sierra interandina, donde no hay presencia de heladas, o las heladas se presentan al final del cultivo. Sin embargo se recomienda sembrar a inicios de las precipitaciones pluviales entre los meses de septiembre y octubre (Piccha, D. 1994).

#### **1.1.4.3. Propagación**

La Jícama es propagada vegetativamente entre 5-12 cm de propágulos (semilla vegetativa) separados de la corona. De un kilo de cepa, se obtienen aproximadamente 20 propágulos deben ser dejadas bajo la sombra por 1 a 3 días para favorecer la cicatrización de la herida. Esta herida puede ser tratada con Benlate o cenizas que pueden favorecer la protección de los patógenos. El enraizamiento puede ser favorecido o acelerado usando reguladores de crecimiento (auxinas). El distanciamiento entre plantas es 0.5-0.6 m entre surcos es 1-1.2 m. Es decir a aproximadamente 10-12 mil plantas por Ha (Piccha, D. 1994).

#### **1.1.4.4. Control de Malezas**

Después de 35 a 45 días de la plantación, se realizará el control de malas hierbas, el deshierbo manual se realiza empleando azadón en el momento oportuno. (Ayala, 2001).

#### **1.1.4.5. Requerimientos de fertilización**

Existen pocos trabajos publicados sobre el tipo y el nivel de fertilización requerido para producir comercialmente jícama.

En la Jícama se recomienda usar 140-120-100, las fuentes de NPK utilizados son Nitrato de Amonio 33.5%, Superfosfato Triple de Calcio 46%, cloruro de Potasio 60%, con el nitrogenado fraccionado, 50% a la siembra y el otro 50% a los 40 días posteriores junto con el aporque. (Ayala, 2001).

La Composición química de jícama (Cuadro N° 3), el Centro Internacional de la Papa (1997-1998), determina que los nutrientes removidos del campo por tonelada de raíces (materia fresca) de jícama son de 0.4 a 0.8 kg de nitrógeno, 0.2 a 0.3 kg de fósforo y 1.8 a 2.9 kg de potasio.

El efecto del abonamiento orgánico con humus de lombriz. Los resultados preliminares sugieren que una aplicación de 5 a 10 Tm/ha, es suficiente para producir jícama de manera regular. Otros tipos de abonamiento que deben estudiarse son el estiércol de ganado, compost. (Universidad Nacional de Cajamarca, 2003)

Es necesario implementar estas alternativas de fertilización si se quiere acceder al mercado creciente de productos orgánicos.

#### **1.1.4.6. Plagas y enfermedades**

En las áreas pequeñas donde se cultiva Jícama las plantas se muestran sanas pero se presentan ciertos problemas sanitarios que seguramente se acrecentaran conforme las áreas de cultivo se incrementen

**CUADRO 3.** Plagas que se presentan en el cultivo de Jícama

<b>PLAGA</b>	<b>SÍNTOMAS</b>	<b>CONTROL</b>
<b>Arañita Roja</b> ( <i>Tetranychus sp</i> )	Este acaro se presenta la época seca, afecta al envés de las hojas provocando un amarillamiento	En forma orgánica con extractos caseros de tabaco, en dosis de 2,5 litros de extracto por mochila de 15 litros. Para el control químico de arañita se aplicará Vertimec 0,3 – 0,4 cc/lt de agua.
<b>Pulgón Rojo</b> ( <i>Myzus nicotianae</i> )	Esta plaga ataca a este cultivo en épocas secas la misma que afecta a las hojas lo cual provoca un marchitamiento.	Su control orgánico se puede realizar con agua jabonosa. Mientras el control químico se lo realiza con Actara cuya dosis es de 0,12 gr/lt de agua.
<b>Pulgón lanígero</b> ( <i>Erisoma lanigerum</i> )	Este insecto ataca al tallo, hojas, brotes; emiten una secreción produciendo nódulos lo que no permiten el desarrollo regular de la planta	Su control orgánico se puede realizar con agua jabonosa. Mientras el control químico se lo realiza con Hortene cuya dosis es de 0,5 gr/lt de agua.
<b>Comedor de hojas</b> ( <i>Ascia sp</i> )	Esta plaga perjudica al cultivo perforando las hojas, causando daños lo cual permite el contagio de enfermedades	Su control se lo puede realizar con Karate-Zeon con dosis de 1 cc/lt de agua.

Fuente: Barrantes, (1998).

**CUADRO 4.** Enfermedades que se presentan en el cultivo de Jícama

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS	CONTROL
<p><b>Tizón Marginal</b> (<i>Alternaria sp</i>)</p>	<p>Su presencia e intensidad están influenciadas por la alta humedad del aire o por lluvias frecuentes. Las hojas de todas las edades son afectadas, especialmente las del tercio medio e inferior de plantas jóvenes. La necrosis empieza por el borde y partes apicales de la hoja, la misma que se va extendiendo hacia la parte del limbo. Antes de desprenderse toma un color marrón oscuro.</p>	<p>El control para esta enfermedad se le puede realizar mediante Mancozeb con una dosis recomendable de 2,5 gr / lt de agua.</p>
<p><b>Marchitez vascular</b> (<i>Fusarium sp.</i>).</p>	<p>Las raíces reservantes afectadas muestran necrosis externa de color marrón, que alcanza los tejidos internos; el tamaño de las raíces disminuye, si las condiciones de humedad persisten, la pudrición general avanza incluyendo raicillas y toda la planta se seca. El proceso es irreversible y progresivo. De las lesiones radiculares se han reconocido en medio de cultivo, hongos de los géneros <i>Fusarium</i>, <i>Rhizoctonia</i>, <i>Cladosporium</i>, <i>Aspergillus</i>, <i>Penicillium</i> y bacterias del género <i>Erwinia</i>.</p>	<p>Su control se realiza con un producto sistémico a base de bavistin con una dosis de 1,5 cc/lt de agua.</p>

Fuente: Barrantes, (1998).

#### **1.1.4.7. Cosecha**

Las raíces alcanzan su madurez entre 6-10 meses, esto depende de la zona donde se cultiva, generalmente en zonas bajas la cosecha se adelanta. Esta operación se realiza cuando el follaje empieza a secarse. Esto se realiza en los andes en forma manual con lampas o azadón, las raíces se separan dejando en el campo las cepas (Tapia, M. 1990).

#### **1.1.4.8. Post-Cosecha**

Para consumo en fresco las raíces son expuestas al sol por algunos días (3-8 días) para incrementar su dulzor. Para almacenamiento por periodo largo, las raíces son colocadas en cuartos fríos (4°C) en oscuridad y secos. Bajo estas condiciones las raíces de la Jícama pueden ser guardadas por algunos meses (Montando et, all (1991).

#### **1.1.4.9. Rendimiento**

El carácter muy interesante de la Jícama es su alta productividad, algunos reportes disponibles indican variación desde 10 a 100 toneladas por Ha. El rendimiento de producción es de 38 toneladas por hectárea, ya que un tubérculo comúnmente pesa de 200 a 500 gr. Puede alcanzar hasta 2 Kg. los tubérculos se recogen se asolean y almacenan, frescos son insípidos, almacenados pueden durar por varios meses (National Research Council 1989).

##### **1.1.4.9.1. Rendimiento de raíces**

El rendimiento promedio de la colección de jícama es de 1.5 kg/planta, siendo entradas promisorias la ECU-1237 y ECU-1238 con 3.5 kg/planta, correspondientes al morfotipo morado. (Morillo 1998)

La densidad de siembra tiene un gran efecto sobre el rendimiento de raíces y su tamaño, así en un experimento realizado en Brasil, se encontró que el mayor rendimiento de raíces (65.8 Tm/ha) se obtuvo con menores distancias de siembra de 0.8m x 1.0m (Amaya, 2002).

En la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, se registran rendimientos de 30 a 74 Tm/ha (Nieto, 1991).

#### **1.1.4.9.2. Rendimiento de hojas**

Cada tallo produce entre 13 a 16 pares de hojas, hasta el momento de la floración, los 3 a 4 pares son hojas pequeñas, que tienen poca repercusión, en el rendimiento. Considerando una densidad de plantación de 18500 plantas por hectárea, el rendimiento de hoja seca al ambiente, se estima de 3 a 4 Tm de hoja seca por hectárea (Seminario J, 2003).

#### **1.1.4.10. Comercialización**

Con respecto a la jícama, sus productos intermedios no están tan diversificados, Sin embargo, la harina de jícama es el producto con creciente demanda exterior.

En Nueva Zelanda se vende como un camote crudo, en el Perú se encuentra la jícama junto con las plantas medicinales y las frutas el mismo trato se le da en los diferentes países.

### **1.1.5. CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓGICAS**

#### **1.1.5.1. Temperatura**

La temperatura de la jícama oscila entre 18 – 25 °C, el follaje es capaz de tolerar altas temperaturas sin síntomas de daño, si se proporciona agua adecuadamente (Ayala, 2001).

### **1.1.5.2. Altitud**

Crece desde el nivel del mar hasta los 3600 metros de altitud. La Jícama también conocida como Aricama, Jícama, Yacón (Perú, Bolivia y Ecuador) es una planta originaria de la vertiente oriental de los Andes del Perú, expandiéndose su cultivo a otras zonas agro ecológicas tropicales altas (Ayala, 2001).

### **1.1.5.3. Precipitación**

Esta especie requiere demanda hídrica de 800 mm para su cultivo. Pero pueden sobrevivir largos periodos de sequía, sin embargo la productividad es significativamente afectada en estas condiciones. (Ayala, 2001).

## **1.1.6. MORFOTIPOS**

En base a la caracterización morfológica en las colecciones de jícama del Banco de Germoplasma del INIAP, establece los siguientes grupos o morfotipos:

### **1.1.6.1. Morfotipo Verde Claro**

Planta erecta de altura mediana con entrenudos pequeños, tallos verde claro muy gruesos. Se caracteriza por tener las hojas anchas con pecíolo pequeño. Es el más tardío en florecer, flores amarillo claro en cantidad moderada. Sus raíces son las más voluminosas, de pulpa blanca y no presentan color secundario. Tienen el porcentaje más bajo de materia seca y carbohidratos. Del total de entradas caracterizadas, solamente el ECU-1245 y ECU-1246 pertenecen a este tipo, que fueron colectadas en el sur del país (Azuay y Loja) (Morillo L, 1998).

### **1.1.6.2. Morfotipo Verde Intenso**

Planta erecta. Presenta dos subgrupos:

**2A:** Se caracteriza por ser el morfotipo más pequeño de los tres, tiene poca ramificación, pero abundante floración. Presenta tallos delgados, hojas pequeñas, de borde espinoso y pecíolo grande. Son los más precoces en florecer. Rendimientos y raíces similares a los de grupo morado, pero de pulpa blanca y con menor porcentaje de materia seca y carbohidratos.

A este grupo pertenecen las siguientes entradas colectadas en cuatro provincias del centro y sur del país: Loja, Bolívar, Cañar y Azuay: **ECU-1247**, ECU-1253, ECU-1259, ECU-6666, **ECU-9109**.

**2B:** Con similares características pero con raíces de pulpa amarilla. A este subgrupo pertenecen el ECU-1261, ECU-2320 y ECU-2321. Colectadas todas en la provincia de Bolívar (Morillo L, 1998).

### **1.1.6.3. Morfotipo Morado**

Planta semirrecta, es la más alta de entrenudos más largos, tallos púrpuras gruesos, de las hojas y pecíolos más largos, con ramificación abundante en toda la planta.

Flores amarillo anaranjada en cantidad moderada. Sus raíces tienen pulpa amarilla con presencia de color secundario y poseen más alto porcentaje de materia seca y carbohidratos.

Su rendimiento es el más alto con promedio de 1.5 kg/planta e igualmente presenta el mayor número de raíces por planta.

A este subgrupo corresponden 15 entradas procedentes de todas las provincias en donde se reporta esta especie:

ECU-1236, ECU-1237, ECU-1238, ECU-1239, ECU-1241, ECU-1242, ECU-1243, ECU-1244, ECU-1248, ECU-1249, **ECU-1251**, ECU-1252, ECU-1254, ECU-1256, ECU-9110 (Morillo L, 1998).

## **1.2. FERTILIZACIÓN**

La fuente o materia prima que se utilice para fertilizar el suelo puede ser de naturaleza mineral u orgánica, estableciéndose así los siguientes tipos de fertilización.

### **1.2.1. Fertilización Química**

Los abonos químicos aportan elementos directamente asimilables por las plantas. Para definir el requerimiento de fertilización en el cultivo, se necesita conocer la diferencia entre la demanda nutricional del cultivo y la disponibilidad de nutrientes del suelo.

Un análisis químico de suelo permite identificar la cantidad de fertilizante requerida por el cultivo, en base a las recomendaciones, es conveniente calcular las cantidades de fertilizantes compuestos a usar, iniciando con los requerimientos de fósforo, porque es el nutriente que más se aplica y con más contenido de las formulaciones comunes, como por ejemplo el 18-46-0. Después se sigue con el cálculo de nitrógeno, seguido por potasio y finalmente azufre (Pumisacho, 2002).

Se han realizado ensayos en la Estación Experimental Santa Catalina-Ecuador y para todas las especies de raíces y tubérculos andinos se utiliza una fertilización de 50-80-40 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) a la siembra y después de tres meses una suplementaria con 100g/surco de una mezcla de urea con 10-30-10 (Castillo, 1997).

### **1.2.2. Fertilización Orgánica**

El uso de fertilizantes orgánicos o naturales ha despertado atención en muchas partes del mundo. Si bien la agricultura de producción ha utilizado fuentes orgánicas por muchos años y lo continuará haciendo aunque existan limitaciones prácticas y económicas en su uso (The Potash & Phosphate Institute, 1997).

La fabricación de los abonos orgánicos se puede entender como un proceso de descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los mismos residuos, bajo condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables (Restrepo, 2001).

El abono orgánico alimenta a los microorganismos del suelo, para que estos a su vez de manera indirecta alimenten a las plantas. Esta alimentación se hará mediante la incorporación al suelo de desechos vegetales y animales reciclados (sólidos y líquidos): abonos verdes, con énfasis en las leguminosas inoculadas con bacterias fijadoras de Nitrógeno (*Rhizobium*), estiércoles de animales, residuos de la agroindustria, desechos urbanos compostados o fermentados, lombricompostos (humus de lombriz); abonos verdes, inoculación de bacterias de fijación libre de Nitrógeno (*Azotobacter* y *Azoospirillum*), hongos micorrizógenos, aplicaciones de fitoestimulantes de origen orgánico ricos en fitohormonas, enzimas y aminoácidos y aplicación complementaria de polvo de rocas minerales (fosfatadas, carbonatadas, azufradas, etc.), así como microelementos (Suquilanda, 1996).

#### **1.2.2.1. Estiércoles de animales**

El estiércol es un material inestable y biodegradable en las condiciones en que normalmente se encuentra en los establos. Es el desecho más balanceado en celulosa y nutrientes y está ya preparado para la digestión anaeróbica (Rojas y González, 1993).

El estiércol es el fertilizante orgánico que más abunda y del que se dispone más fácilmente. Se obtiene recogiendo y elaborando los excrementos de los animales domésticos empleando o no procesos tecnológicos (FAO, 1975). El estiércol no es un abono de composición fija, ésta depende de la edad de los animales de que procede, de la especie, de la alimentación a la que están sometidos, trabajo que realizan, aptitud, naturaleza y composición de camas, otros. Las diversas especies

animales producen excrementos de composición química diferente (Suquilanda, 1996).

**CUADRO 5.** Composición química de desechos animales en base fresca.

Tipo de desecho	%			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	M. SECA
Vacuno	0.6	0.3	0.7	25
Porcino	0.6	0.6	0.4	25
Avícola	2.2	2.8	1.9	10

Fuente: Grudey, (1982)

**CUADRO 6.** Cualidades comparativas del estiércol de cuy.

ESPECIE	HUMEDAD	%		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Cuy	30	1.90	0.80	0.90
Caballo	59	0.70	0.25	0.77
Vacuno	79	0.73	0.23	0.62
Ave	55	1.00	0.80	0.39
Cerdo	74	0.49	0.34	0.47

Fuente: Trujillo, (1994).

## CAPÍTULO II

### MATERIALES UBICACIÓN Y MÉTODOS

#### 2.1. INSUMOS, MATERIALES Y EQUIPOS

##### 2.1.1. Insumos

- ◆ Plántulas de Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) provenientes del Banco de Germoplasma de INIAP (ECU-1247, ECU-1251, ECU-9109, ECU-12767) SAN BUENAVENTURA, LOCOA provenientes de la zona.
- ◆ Fertilización química (Nitrato de Amonio, Nitrato de Potasio, Quelato de Calcio, Quelato de Zinc, Quelato de Cobre, Quelato de Hierro, Quelato de Manganeso, Bórax)
- ◆ Fertilización orgánica (Estiércol de cuy)

##### 2.1.2. Materiales y Equipos de Campo

- ◆ Balanza.
- ◆ Rastrillo
- ◆ Azadón
- ◆ Azada.
- ◆ Flexómetro
- ◆ Calibrador pie de rey
- ◆ Estacas.
- ◆ Letreros de identificación.
- ◆ Equipo para tratamiento fitosanitario.

### **2.1.3. Pesticidas**

- ◆ Mancozeb
- ◆ Hortene
- ◆ Zuco
- ◆ Vitavax

### **2.1.4. Materiales de Oficina**

- ◆ Computadora
- ◆ Impresora
- ◆ CD,s
- ◆ Flash memory
- ◆ Hojas de papel bonn
- ◆ Cámara digital

## **2.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

El presente trabajo de investigación lo realizó en San José de Pichul, ubicado en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Longitud 78° 36' 56" Oeste; Latitud 0° 54' 25" Sur

### **Ubicación Política del Ensayo**

Provincia	:	Cotopaxi
Cantón	:	Latacunga
Parroquia	:	Eloy Alfaro
Sector	:	San José de Pichul
Lugar	:	San José de Pichul

## **Características Agroclimáticas**

Altitud	:	2915 msnm
Precipitación Anual	:	500 mm
Temperatura Promedio	:	15 °C
Humedad Relativa	:	65 %
Heliofanía	:	145.5 horas – luz

**Fuente:** Estación Meteorológica FAE (2007)

## **Características del Suelo**

Suelo	:	Franco arenoso
pH	:	8,00 ligeramente alcalino
Materia Orgánica	:	1.30 %

**Fuente:** INIAP Santa Catalina, 2007 (ANEXO N° 2)

## **2.3. METODO**

Hipotético – Deductivo

### **2.3.1. Factores en Estudio**

Los factores de estudio que intervendrán en este trabajo investigativo son:

#### **Factor A (Morfortipos de Jícama)**

- a<sub>1</sub> = ECU – 1247
- a<sub>2</sub> = ECU – 1251
- a<sub>3</sub> = ECU – 9109
- a<sub>4</sub> = ECU – 12767
- a<sub>5</sub> = SAN BUENAVENTURA
- a<sub>6</sub> = LOCOA

## Factor B (Fertilización de Fondo)

b<sub>1</sub> = Nitrato de Amonio, Nitrato de Potasio, Quelato de Calcio, Quelato de Zinc, Quelato de Cobre, Quelato de Hierro, Quelato de Manganeso, Bórax

b<sub>2</sub> = Estiércol de cuy

b<sub>3</sub> = Sin Fertilización

### 2.3.2. Tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron los siguientes:

**CUADRO 7.** Tratamientos para la evaluación de morfotipos de Jícama y Fertilización Química y Orgánica

Tratamientos	Simbología	Descripción de los Tratamientos
T1	a1b1	ECU-1247 con Fertilización Química
T2	a1b2	ECU-1247 con Fertilización Orgánica
T3	a1b3	ECU-1247 Sin Fertilización
T4	a2b1	ECU-1251 con Fertilización Química
T5	a2b2	ECU-1251 con Fertilización Orgánica
T6	a2b3	ECU-1251 Sin Fertilización
T7	a3b1	ECU-9109 con Fertilización Química
T8	a3b2	ECU-9109 con Fertilización Orgánica
T9	a3b3	ECU-9109 Sin Fertilización
T10	a4b1	ECU-12767 con Fertilización Química
T11	a4b2	ECU-12767 con Fertilización Orgánica
T12	a4b3	ECU-12767 Sin Fertilización
T13	a5b1	SAN BUENAVENTURA con Fertilización Química
T14	a5b2	SAN BUENAVENTURA con Fertilización Orgánica
T15	a5b3	SAN BUENAVENTURA Sin Fertilización
T16	a6b1	LOCOA con Fertilización Química
T17	a6b2	LOCOA con Fertilización Orgánica
T18	a6b3	LOCOA Sin Fertilización

Fuente: Balladares & Trávez, 2008

### 2.3.3. Diseño Experimental

Se aplicó un arreglo factorial AxB implementando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones.

### 2.3.4. Análisis Estadístico

**CUADRO 8.** Análisis de Varianza (ADEVA)

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Total	<b>53</b>
Factor A (Morfortipos)	<b>5</b>
Factor B (Fertilización)	<b>2</b>
Factor A x B	<b>10</b>
Repeticiones	<b>2</b>
Error experimental	<b>34</b>

### 2.3.5. Características de la Unidad Experimental

Área total del ensayo	562.5 m <sup>2</sup>
Número de parcelas	54
Área cuadrada de parcelas	6 m <sup>2</sup>
Área cuadrada total de parcelas	324 m <sup>2</sup>
Área cuadrada total neta	2 m <sup>2</sup>
Camino entre parcelas	0.5 m
Área de caminos entre parcelas	81 m <sup>2</sup>
Área de caminos entre UE	45 m <sup>2</sup>
Camino entre repeticiones	1 m
Número total de plantas	648 plantas
Distancia entre plantas	0.40 m
Distancia entre hileras	1 m

Para llevar a cabo esta investigación se realizó 18 interacciones con 3 repeticiones las cuales se ubicaron en parcelas de 3 m x 2 m (6 m<sup>2</sup>) lo que significa que se utilizó un área de 324 m<sup>2</sup> sin incluir áreas de acceso.

## **2.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

### **2.4.1. Ubicación del Experimento**

Verificamos el terreno el terreno en donde se va a realizar la presente investigación, tomando en cuenta la topografía y la extensión del mismo; en este terreno anteriormente se encontraba sembrado maíz y su fertilización se lo hizo con abono orgánico (estiércol de chanco) del año anterior.

### **2.4.2. Análisis de suelo**

Se realizó el muestreo del suelo siguiendo la metodología recomendada por el INIAP, tomando una muestra de 1 kg en zig-zag, remitiéndolo a un análisis químico en el Laboratorio de la Estación Experimental Santa Catalina.

### **2.4.3. Preparación del terreno**

Previo a la plantación se realizó 1 arada y 1 rastra. El terreno se dividió en tres bloques, tomando en cuenta la topografía del terreno y la dirección del sol, en los que se trazaron parcelas de 6m<sup>2</sup>; los surcos se realizaron manualmente, con un total de 3 surcos por parcela y una separación de 1m. Los tratamientos se dispusieron al azar en cada bloque.



**Foto 1.** Preparación del terreno

#### 2.4.4. Fertilización

Según la recomendación del análisis químico de suelo realizado en el INIAP y los requerimientos de la Jícama, se establecieron las fuentes y cantidades de fertilizantes y abono orgánico, que se presentan en los cuadros 9,10.

**CUADRO 9.** Fuente y dosis de fertilizantes para los tratamientos con fertilización química.

<b>Fuente</b>	<b>Concentración</b>	<b>Dosis en Kg/ parcela 6m<sup>2</sup></b>
Nitrato de Amonio	33.5 % N	1.11
Nitrato de Potasio	38.7 % K 13.5% N	0.19
Quelato de Calcio	10 %	1.25
Quelato de Zinc	10 %	0.0075
Quelato de Cobre	10 %	0.0075
Quelato de Hierro	6 %	0.0312
Quelato de Manganeso	10 %	0.018
Bórax	11.3 %	0.006

**Fuente:** Balladares & Trávez, 2009

**CUADRO 10.** Fuente y dosis de abono orgánico para los tratamientos con fertilización orgánica.

Fuente	Contenido (%)		Dosis en kg/ parcela 6 m <sup>2</sup>
	Estiércol de cuy	N	1,90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,80	
K <sub>2</sub> O		0,90	

**Fuente:** Balladares & Trávez, 2009

Las dosis de fertilizaciones indicadas en Kilogramos por parcela, se dividieron para las 12 plantas de la parcela neta. La cantidad de fertilización tanto química como orgánica se realizó 3 aplicaciones durante el ciclo de cultivo, previo al análisis de suelo y el requerimiento nutricional de la planta. Las épocas de aplicación y fraccionamiento de los fertilizantes y abono orgánico se indican en el siguiente cuadro:

**CUADRO 11.** Épocas y fracciones de aplicación de los fertilizantes y abono orgánico. Latacunga, 2007.

Época de aplicación	NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> Nitrato de Amonio	KNO <sub>3</sub> Nitrato de Potasio	Ca Quelato de Calcio	Zn Quelato de Zinc	Cu Quelato de Cobre	Fe Quelato de Hierro	Mn Quelato de Manganeso	B Bórax	MO Estiércol de Cuy
Siembra	1	1	1	1	1	1	1	1	1
120 días	1	1	1	1	1	1	1	1	1
240 días	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Fuente:** Balladares & Trávez, 2009

1 = # de aplicaciones

#### 2.4.5. Siembra

Una vez ya delimitado y fertilizado las parcelas se procedió a realizar la respectiva siembra cuyas dimensiones son (1m entre hilera y 0.40 m entre planta) utilizando dos fertilizaciones de fondo (química y orgánica). Se utilizó material vegetativo para la propagación de cuatro morfotipos de jícama, facilitado por el DENAREF-INIAP y dos morfotipos recolectados en la zona de San Buenaventura y Loco. Se utilizó para el experimento un total de 648 cormos, se preparó el material vegetativo seleccionándolo y cortando las raíces comestibles, obteniendo solo los

cormos en latencia, se desinfectó con Vitavax en dosis de 5 gr/lit de agua y se procedió a la siembra directa en los surcos.



**Foto 2.** Siembra

#### **2.4.6. Labores Culturales**

Se realizaron riegos semanales, se realizó deshierbas a los 60 días después de la plantación de ahí en adelante de acuerdo a la necesidad del cultivo, se realizaron dos aporques, el primero a los 90 días después de la plantación y el segundo a los 180 días, conjuntamente se realizó la fertilización. En cuanto a control fitosanitario, se utilizó insumos (Hortene 0,5 gr/lit de agua, Zuco 1cc/lit de agua, Mancozeb 2,5 gr/lit de agua), para el control de Comedor de hojas (*Ascia sp*), Pulgón lanígero (*Erisoma lanigerum*), Tizón Marginal (*Alternaria sp*) que se presentaron en la fase de crecimiento.



**Foto 3.** Riego de las parcelas a los 120 días.

### **2.4.7. Cosecha**

La cosecha se realizó en una sola etapa a los 315 días, fue manual y se utilizaron sacos para el almacenamiento de las raíces tuberosas.



**Foto 4.** Cosecha manual de jícama.

## **2.5. VARIABLES EN ESTUDIO**

Para la toma de información de todas las variables se trabajó con los datos obtenidos de 12 plantas por unidad experimental.

### **2.5.1. Días a la germinación**

Después de la plantación se procedió a tomar los primeros datos a los 30 días con un porcentaje (45,04 %) y 60 días con un porcentaje (89,9 %), lo cual se aplicó la siguiente fórmula:



**Foto 5.** Etapa de germinación de jícama

### **2.5.2. Altura de la planta**

Para esta variable se utilizó un flexómetro y se midió desde la base del tallo hasta el ápice, durante cuatro etapas del desarrollo del cultivo, a los 60, 120, 180, 240 días y se expresó en cm.



**Foto 6.** Medición de altura de la planta a los 240 días.

### **2.5.3. Diámetro del tallo**

En esta variable se utilizó un calibrador pie de rey y se midió el diámetro en la base del tallo. Las lecturas se realizaron durante cuatro etapas del desarrollo del cultivo, a los 60, 120, 180, 240 días, y se expresó en cm.



**Foto 7.** Medición del diámetro del tallo a los 240 días

#### **2.5.4. Número de brotes**

Se evaluaron el número de brotes después de la germinación a los 60 días para lo cual se empleó el conteo de brazos de cada planta de jícama.



**Foto 8.** Número de brotes a los 60 días

#### **2.5.5. Días a la floración**

En esta variable se registró los datos en dos etapas; la primera floración se observó a los 240 días después de la plantación con el 7,1 % y la segunda etapa se registró a los 260 días en flor abierta con el 52,0 %

$$\% \text{ de floración} = \frac{\# \text{ de plantas con flor}}{\# \text{ de plantas sembradas}} \times 100$$



Foto 9. Etapa de floración de jícama

#### 2.5.6. Rendimiento de jícama

Se tomaron el peso de los tubérculos de la **unidad experimental** por morfotipo al momento de la cosecha lo cual se procedió a la toma de datos con una romana para ver la producción en kg de cada Tratamiento al final del ciclo productivo



Foto 10. Rendimiento de los morfotipos de jícama

### 2.5.7. Plagas y enfermedades

Durante el ciclo vegetativo de la Jícama se tomaron datos en lo referente al porcentaje de incidencia y severidad de plagas Comedor de hojas (*Ascia sp*), Pulgón lanígero (*Erisoma lanigerum*) y enfermedades Tizón Marginal (*Alternaria sp*), teniendo como resultado que el cultivo es resistente al ataque de patógenos, por lo cual no afecta al desarrollo y rendimiento de la misma.

#### Incidencia

$$\% \text{ Inc. Parcela} = \frac{\# \text{ de guachos afectados}}{\# \text{ de guachos revisados}} \times 100$$

#### Severidad

$$\% \text{ Sev. Parcela} = \frac{\# \text{ de plantas afectadas}}{\# \text{ de plantas revisadas}} \times 100$$



**Foto 11.** Ataque de plagas y enfermedades

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. GERMINACIÓN A LOS 30 Y 60 DÍAS

**CUADRO 12.** Análisis de Varianza para la Germinación a los 30 y 60 días

F de V	G.L	C.M	
		30 DÍAS	60 DÍAS
Replicación	2	2.296 ns	2.907 ns
Factor A	5	22.830 *	9.352 *
Factor B	2	10.019 ns	1.796 ns
Interacción AB	10	17.352 *	1.596 ns
Error	34	6.139	1.790
Total	53		
Promedio (u)		5.4	11.0
C.V (%)		45.82	12.18

\* significativo

ns no significativo

En el Cuadro 12, el análisis de varianza para la variable Germinación a los 30 días se encontró una diferencia significativa para el Factor A (Morfortipos) y la interacción AB (Morfortipos x Fertilización) con un promedio general de 5.4 plantas y un Coeficiente de Variación fue de 45.82 %. A los 60 días se detectó una diferencia significativa en el Factor A (Morfortipos) con un promedio general de 11.0 plantas y un Coeficiente de Variación fue de 12.18 %.

Al realizar la prueba de Tukey (Cuadro 13), para el Factor A de la variable Germinación a los 30 días se encontraron 3 rangos de significación, en el primer rango se ubicaron los Morfotipos (ECU-1251), (ECU-9109) con un promedio general de 7.0 plantas germinadas, en el segundo rango se ubicaron los Morfotipos (ECU-12767) con un promedio de 6.0 plantas germinadas, el Morfotipo LOCOA con un promedio de 5.3 plantas, el Morfotipo SANBUENAVENTURA con un promedio 4.0 plantas y en el tercer rango el Morfotipo (ECU-1247) con un promedio de 3.11 plantas.

**CUADRO 13.** Prueba de Tukey para Factor A para la Germinación 30 días

<b>Morfotipos</b>	<b>Promedio (plantas)</b>	<b>Rangos</b>
ECU-1251	7.00	<b>a</b>
ECU-9109	7.00	<b>a</b>
ECU-12767	6.00	<b>a b</b>
LOCOA	5.33	<b>a b</b>
SAN BUENAVENTURA	4.00	<b>a b</b>
ECU-1247	3.11	<b>b</b>

En la prueba de Tukey (Cuadro 14), para la interacción A\*B de la Variable Germinación a los 30 días se encontraron 3 rangos, en el primer rango se ubicó la interacción ECU-1251 sin Fertilización con un promedio de 9.67 plantas, en el segundo rango se ubicaron las Interacciones ECU-9109 con Fertilización Orgánica con un promedio de 9.33 plantas, ECU-12767 sin Fertilización con un promedio de 8.67 plantas, LOCOA con Fertilización Química con un promedio de 8.67 plantas, ECU-1251 con Fertilización Orgánica con un promedio de 7.66 plantas, ECU-9109 sin Fertilización con un promedio 6.67 plantas, SAN BUENAVENTURA con Fertilización Orgánica con un promedio de 5.33 plantas, ECU-9109 con Fertilización Química con un promedio de 5.00 plantas, ECU-12767 con Fertilización Orgánica con un promedio de 5.00 plantas, LOCOA con Fertilización Orgánica con un promedio 4.67 plantas,

ECU-12767 con Fertilización Química con un promedio de 4.33 plantas, SAN BUENAVENTURA con Fertilización Química con un promedio de 4.00 plantas, ECU-1247 sin Fertilización con un promedio de 4.00 plantas, ECU-1247 con Fertilización Orgánica con un promedio de 3.67 plantas, ECU-1251 con Fertilización Química con un promedio de 3.67 plantas, LOCOA sin Fertilización con un promedio de 2.67 plantas, SAN BUENAVENTURA sin Fertilización con un promedio de 2.67 plantas y en el tercer rango se lo encontró al ECU-1251 con Fertilización Química con un promedio de 1.67 plantas germinadas a los 30 días.

**CUADRO 14.** Prueba de Tukey para Interacción A\*B de germinación a los 30 días

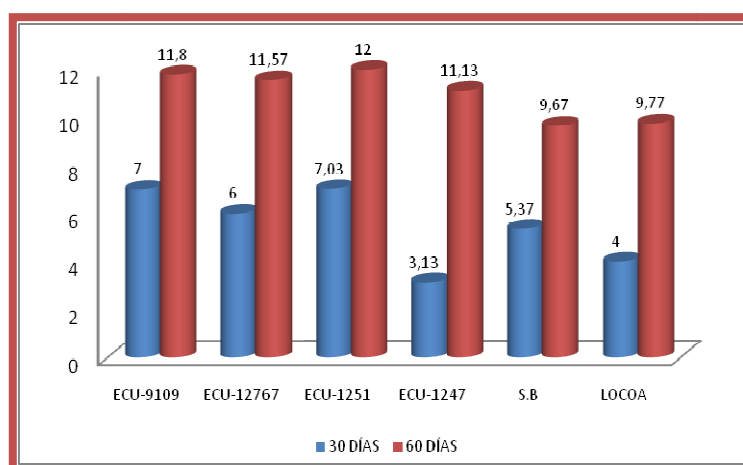
<b>Morfotipos</b>	<b>Promedio (plantas)</b>	<b>Rangos</b>
ECU-1251 sin Fertilización	9.67	<b>a</b>
ECU-9109 con Fertilización Orgánica	9.33	<b>a b</b>
ECU-12767 sin Fertilización	8.67	<b>a b</b>
Locoa con Fertilización Química	8.67	<b>a b</b>
ECU-1251 con Fertilización Orgánica	7.66	<b>a b</b>
ECU-9109 sin Fertilización	6.67	<b>a b</b>
San Buenaventura con Fertilización Orgánica	5.33	<b>a b</b>
ECU-9109 con Fertilización Química	5.00	<b>a b</b>
ECU-12767 con Fertilización Orgánica	5.00	<b>a b</b>
Locoa con fertilización Orgánica	4.67	<b>a b</b>
ECU-12767 con Fertilización Química	4.33	<b>a b</b>
San Buenaventura con Fertilización Química	4.00	<b>a b</b>
ECU-1247 sin Fertilización	4.00	<b>a b</b>
ECU-1247 con Fertilización Orgánica	3.67	<b>a b</b>
ECU-1251 con Fertilización Química	3.67	<b>a b</b>
Locoa sin Fertilización	2.67	<b>a b</b>
San Buenaventura sin Fertilización	2.67	<b>a b</b>
ECU-1247 con Fertilización Química	1.67	<b>b</b>

En el (Cuadro 15), para el Factor A de la variable Germinación a los 60 días se encontraron 3 rangos, en el primer rango se ubicaron los Morfotipos (ECU-1251) con un promedio 12.00 plantas, (ECU-9109) con un promedio de 11.78 plantas, en el segundo rango se encontraron los Morfotipos (ECU-12767) con un promedio de 11.56 plantas, (ECU-1247) con un promedio de 11.11 plantas, y en el tercer rango se encontró el Morfotipo SAN BUENAVENTURA con un promedio de 9.78 plantas, LOCOA con un promedio 9.67 plantas.

**CUADRO 15.** Prueba de Tukey para Factor A (Morfotipos) Germinación a los 60 días

Morfotipos	Promedio (plantas)	Rangos
ECU-1251	12.00	<b>a</b>
ECU-9109	11.78	<b>a</b>
ECU-12767	11.56	<b>a b</b>
ECU-1247	11.11	<b>a b</b>
SANBUENAVENTURA	9.78	<b>b</b>
LOCOA	9.67	<b>b</b>

En la germinación a los 30 y 60 días de 6 morfotipos (Figura 1); 4 del INIAP y 2 de la zona en donde no se obtuvo una igualdad debido a que la jícama no está caracterizada como una variedad sino solamente como un morfotipo. En donde los más precoces resultaron ser el Morfotipo ECU-1251 y ECU-9109.



**Fig. 1.** Germinación de seis Morfotipos de Jícama a los 30 y 60 días

### 3.2. ALTURA DE PLANTA

**CUADRO 16.** Análisis de Varianza para Altura de Planta

F de V	G.L	C.M			
		60 DÍAS	120 DÍAS	180 DÍAS	240 DÍAS
Replicación	2	7.507 ns	216.224 *	168.009 ns	725.722 ns
Factor A	5	27.212 *	89.369 ns	268.118 ns	620.482 ns
Factor B	2	1.134 ns	63.095 ns	28.342 ns	250.096 ns
Interacción AB	10	2.437 ns	36.347 ns	237.723 ns	622.432 ns
Error	34	3.065	39.312	163.600	512.184
Total	53				
Promedio (cm)		8.1	26.3	58.6	98.8
C.V (%)		21.75	23.84	21.91	23.84

\* significativo  
 ns no significativo

En el (Cuadro 16), el análisis de varianza para Altura de Planta se encontró diferencia significativa a los 60 días para el Factor A (Morfortipos) y a los 120 días para Replicaciones; mientras que a los 180 y 240 días no presentaron diferencia significativa en los factores en estudio.

El promedio general de Altura de Planta a los 60 días fue 8.1 cm y un Coeficiente de Variación es de 21.75 %, a los 120 días fue 26.3 cm y un Coeficiente de Variación de 23.84 %, a los 180 días fue 58.6 cm y un Coeficiente de Variación es de 21.91%, el promedio a los 240 días fue 98.8 cm y un Coeficiente de Variación es de 23.84%.

Al realizar la prueba de Tukey (Cuadro 17), para el Factor A en Altura de Planta a los 60 días se encontraron 5 rangos, en el primer rango se ubicó el Morfortipo (ECU-9109) con un promedio general de 10.17 cm, en el segundo rango se ubicó el Morfortipo (ECU-12767) con un promedio de 9.86 cm, en el tercer rango se colocó el Morfortipo (ECU-12767) con un promedio de 8.60 cm, en el cuarto

rango se colocaron los Morfotipos (ECU-1247) con un promedio de 6.89 cm y el Morfotipo LOCOA con un promedio de 6.74 cm y en el último rango se ubicó el Morfotipo SANBUENAVENTURA con un promedio 6.04 cm.

**CUADRO 17.** Prueba de Tukey para Factor A (Morfotipos) Altura de Planta a los 60 días

<b>Morfotipos</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Rangos</b>
ECU-9109	10.17	<b>a</b>
ECU-12767	9.86	<b>a b</b>
ECU-1251	8.60	<b>a b c</b>
ECU-1247	6.89	<b>b c</b>
LOCOA	6.74	<b>b c</b>
SANBUENAVENTURA	6.04	<b>c</b>

En la prueba de Tukey (Cuadro 18) de la variable Altura de Planta a los 120 días para Replicaciones se encontraron 2 rangos. Encontrándose en el primer rango la Replicación 3 con un promedio de 30.22 cm, y en el segundo rango tenemos a la Replicación 2 con un promedio de 25.03 cm y la replicación con un promedio de 23.65 cm.

**CUADRO 18.** Prueba de Tukey para Replicaciones Altura de Planta a los 120 días

<b>Replicaciones</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Rangos</b>
3	30.22	<b>a</b>
2	25.03	<b>b</b>
1	23.65	<b>b</b>

En la Figura 2, muestra el desarrollo de los seis morfotipos de jícama a los 60, 120, 180 y 240 días para la variable altura de planta en donde encontramos una diferencia significativa los 60 días lo que predominó el morfotipo ECU-9109, por

cuanto la germinación no fue homogénea, pero a medida que las plantas fueron creciendo se obtuvo una igualdad en todos los tratamientos. A los 120 días se obtuvo una diferencia en replicas debido a un factor ambiental (helada) que se suscitó durante el ciclo vegetativo de la Jícama afectando a la réplica 3.

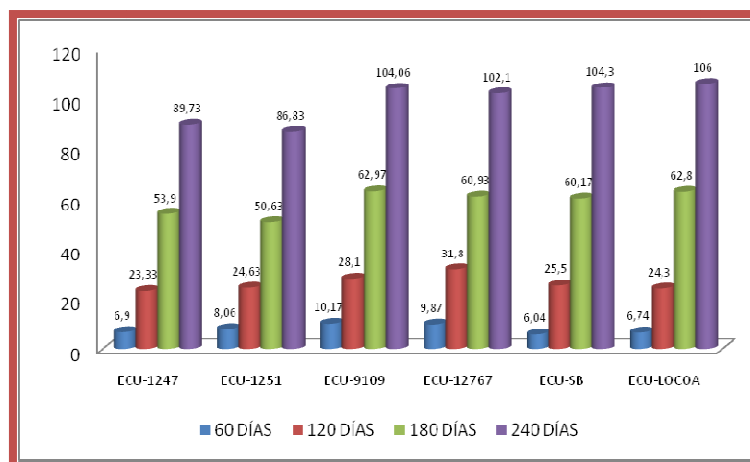


Fig. 2. Altura de planta de los seis Morfotipos de Jícama a los 60, 120, 180 y 240 días

### 3.3. DIAMETRO DE TALLO

CUADRO 19. Análisis de Varianza para diámetro de tallo

F de V	G.L	C.M			
		60 DÍAS	120 DÍAS	180 DÍAS	240 DÍAS
Replicación	2	0.032 ns	0.216 ns	0.244 *	0.217 ns
Factor A	5	0.112 *	0.083 ns	0.080 ns	0.109 ns
Factor B	2	0.014 ns	0.029 ns	0.024 ns	0.006 ns
Interacción AB	10	0.011 ns	0.035 ns	0.059 ns	0.053 ns
Error	34	0.012	0.042	0.046	0.067
Total	53				
Promedio (cm)		0.8	1.3	1.6	1.9
C.V (%)		14.66	15.21	13.60	13.89

\* significativo  
ns no significativo

En el (Cuadro 19), el análisis de varianza para Diámetro de Tallo se encontró diferencia significativa a los 60 días para el Factor A (Morforipos) y a los 180 días para Replicaciones; mientras que a los 120 y 240 días no encontraron diferencia significativa.

El promedio general de la variable Diámetro de Tallo a los 60 días fue 0.8 cm y un Coeficiente de Variación de 14.66 %, el promedio a los 120 días fue 1.3 cm y un Coeficiente de Variación de 15.21 %, el promedio 180 días fue 1.6 cm y un Coeficiente de Variación de 13.60%, el promedio de 240 días fue 1.9 cm y un Coeficiente de Variación de 13.89%.

En la prueba de Tukey (Cuadro 20) para la variable Diámetro de Tallo a los 180 días en Replicaciones se encontraron 3 rangos. Encontrándose en el primer rango la Replicación 3 con un promedio de 1.71 cm, en el segundo rango se ubicó la Replicación 1 con un promedio de 1.55 cm y por último la Replicación 2 con un promedio de 1.48 cm.

**CUADRO 20.** Prueba de Tukey para Replicaciones de Diámetro de Tallo a 180 días

<b>Replicaciones</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Rangos</b>
3	1.71	<b>a</b>
1	1.55	<b>a b</b>
2	1.48	<b>b</b>

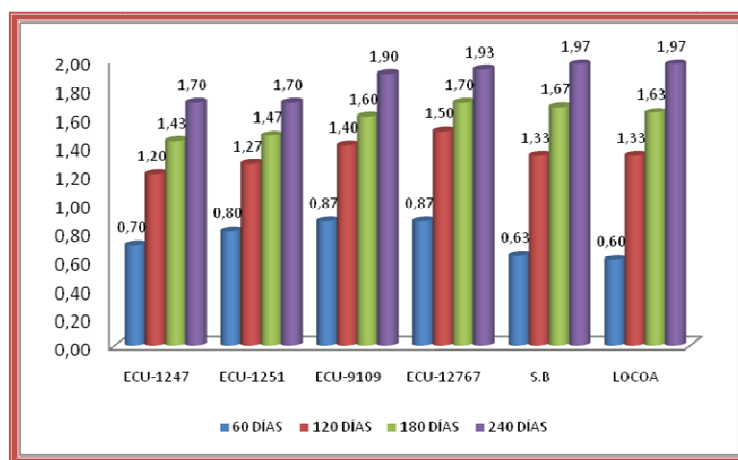
Al realizar la prueba de Tukey (Cuadro 21), para el Factor A de la variable Diámetro de Tallo los 60 días se encontraron 4 rangos, en el primer rango se ubicaron los Morfotipos (ECU-12767) con un promedio de 0.87 cm y (ECU-9109) con un promedio de 0.87 cm, en el segundo rango se ubicó el Morfotipo (ECU-1251) con un promedio de 0.82 cm, en el tercer rango se encontró el Morfotipo (ECU-1247) con un promedio de 0.70 cm y respecto al

último rango se ubicaron los Morfotipos LOCOA con un promedio de 0.64 cm y el Morfotipo SANBUENAVENTURA con un promedio 0.62 cm.

**CUADRO 21.** Prueba de Tukey para Factor A diámetro de tallo a 60 días

Morfotipos	Promedio (cm)	Rangos
ECU-12767	0.87	<b>a</b>
ECU-9109	0.87	<b>a</b>
ECU-1251	0.82	<b>a b</b>
ECU-1247	0.70	<b>b c</b>
LOCOA	0.64	<b>c</b>
SANBUENAVENTURA	0.62	<b>c</b>

En la Figura 3, muestra el grosor de los seis morfotipos de jícama a los 60, 120, 180 y 240 días para la variable diámetro de tallo, se encontró una diferencia significativa los 60 días en el Factor A lo que predominó el morfotipo ECU-12767, por cuanto la germinación no fue homogénea, pero a medida que las plantas fueron creciendo tuvimos una igualdad en todos tratamiento. A los 180 días tuvimos una diferencia en replicas debido a un factor ambiental (helada) afectando a la réplica 3.



**Fig. 3.** Diámetro de tallo de los seis morfotipos de Jícama a los 60, 120, 180 y 240 días

### 3.4. NÚMERO DE BROTES

**CUADRO 22.** Análisis de Varianza para Número de Brotes

<b>F de V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R de V</b>	<b>P</b>
Replicación	2	0.52	0.26	4.471	0.0189 *
Factor A	5	5.11	1.02	17.415	0.0000 *
Factor B	2	0.09	0.04	0.722	
Interacción AB	10	0.61	0.06	1.037	0.4349 ns
Error	34	1.99	0.05		
Total	53	8.32			
Promedio (brazos)			1.47		
C.V (%)			16.88		

\* significativo  
ns no significativo

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 23) para la variable Número de Brotes se encontró una diferencia significativa en Replicaciones y en el Factor A (Morfortipos), con un promedio general de 1,47 brotes y con un Coeficiente de Variación de 16.88%

Al realizar la prueba de Tukey (Cuadro 26) para Replicaciones se encontraron 3 rangos, encontrándose en el primer rango la Replicación 3 con un promedio de 1.57 brazos, luego tenemos la Replicación 2 con un promedio de 1,39 brotes y por último se ubicó la Replicación 1 con un promedio de 1,34 brotes.

**CUADRO 23.** Prueba de Tukey para Replicaciones de Número de Brotes

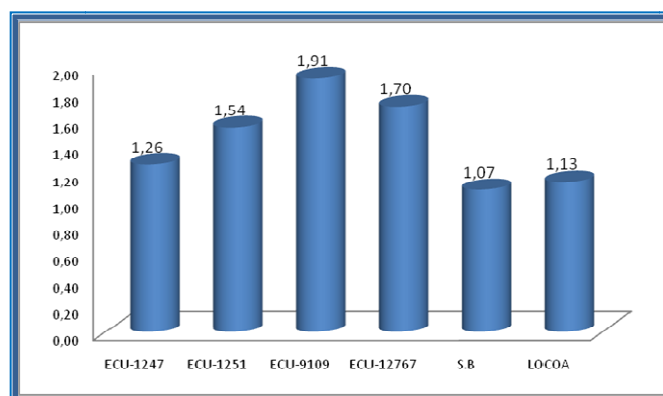
<b>Replicaciones</b>	<b>Promedio (brotes)</b>	<b>Rangos</b>
3	1.57	<b>a</b>
2	1.39	<b>a b</b>
1	1.34	<b>b</b>

Al realizar la prueba de Tukey (Cuadro 24) para el Factor A (Morfotipos) encontramos 5 rangos. Ubicándose en el primer rango el Morfotipo (ECU – 9109) con un promedio de 1,91 brotes, en el segundo rango tenemos al Morfotipo (ECU-12767) con un promedio de 1,70 brotes, en el tercer rango tenemos al Morfotipo (ECU-1251), con un promedio de 1,54 brotes, en el cuarto rango tenemos al Morfotipo (ECU-1247) con un promedio de 1,25 brotes, en el último rango tenemos al Morfotipo SAN BUENAVENTURA con un promedio de 1,13 brotes, y en el Morfotipo LOCOA con un promedio de 1,07 brotes.

**CUADRO 24.** Prueba de Tukey para Factor A de número de brotes

<b>Morfotipos</b>	<b>Promedio (brotes)</b>	<b>Rangos</b>
ECU-9109	1.91	<b>a</b>
ECU-12767	1.70	<b>a b</b>
ECU-1251	1.54	<b>b c</b>
ECU-1247	1.25	<b>c d</b>
SANBUENAVENTURA	1.13	<b>d</b>
LOCOA	1.07	<b>d</b>

En la Figura 4, muestra el número brotes de los seis morfotipos de jícama; donde tuvimos una diferencia significativa los 60 días en el Factor A lo que predominó el morfotipo ECU-9109 por tener mayor número de brotes que los demás por sus características morfológicas de las plantas.



**Fig. 4.** Número de Brotes de los seis morfotipos de Jícama

### 3.5. DÍAS A LA FLORACIÓN

**CUADRO 25.** Análisis de Varianza para Días a la Floración

F de V	G.L	S.C	C.M	R de V	P
Replicación	2	381.48	190.74	1.2966	0.2867 ns
Factor A	5	353.70	70.74	0.4809	
Factor B	2	28.70	14.35	0.0976	
Interacción AB	10	1704.63	170.46	1.1587	0.3510 ns
Error	34	5001.85	147.11		
Total	53	7470.37			
Promedio (días)			254.33		
C.V (%)			4.77		

\* significativo

ns no significativo

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 25) para la variable Días de Floración no se encontró diferencia significativa; el promedio de floración fue 254,33 días y un coeficiente de variación de 4,77%, por lo tanto se acepta la hipótesis de igualdad de tratamientos.

La Figura 5, indica que la etapa de floración el morfotipo ECU -12767 fue el más precoz en florecer, mientras el más tardío fue ECU- 1251.



**Fig. 5.** Días a la Floración

### 3.6. RENDIMIENTO

**CUADRO 26.** Análisis de Varianza para Rendimiento

<b>F de V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R de V</b>	<b>P</b>
Replicación	2	904.231	452.118	1.57	0.2223 ns
Factor A	5	8559.81	1711.96	5.95	0.0005 *
Factor B	2	4008.49	2004.25	6.97	0.0029 *
Interacción AB	10	4306.33	430.633	1.50	0.1829 ns
Error	34	9775.98	287.529		
Total	53	27554.8			
Promedio (Tm/Ha)			47.10		
C.V (%)			36.00		

\* significativo

ns no significativo

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 26) para la variable Rendimiento se obtuvo diferencias significativas para el Factor A (Morfortipos) y el Factor B (Fertilizaciones), se registró un promedio general de 47.10 Tm/Ha y un Coeficiente de Variación de 36.00 %.

Al realizar la Prueba de Tukey (Cuadro 27) para el Factor A (Morfortipos), se encontramos 5 rangos, ubicándose en el primer rango el Morfortipo (ECU-9109) con un promedio de 66.24 Tm/Ha, en el segundo rango tenemos LOCOA con un promedio de 60.53 Tm/Ha, en el tercer rango tenemos SAN BUENAVENTURA con un promedio de 44.63 Tm/Ha, en el cuarto rango tenemos el Morfortipo (ECU-12767) con un promedio de 41.71 Tm/Ha y el Morfortipo (ECU-1251) con un promedio de 40.24 Tm/Ha, en el último rango tenemos el Morfortipo (ECU-1247) con un promedio de 29.16 Tm/Ha

**CUADRO 27.** Prueba de Tukey para Factor A (Morfortipos) en Rendimiento

<b>Morfotipos</b>	<b>Promedio (Tm/Ha)</b>	<b>Rangos</b>
ECU-9109	66.24	<b>a</b>
LOCOA	60.53	<b>a b</b>
SANBUENAVENTURA	44.63	<b>a b c</b>
ECU-12767	41.71	<b>b c</b>
ECU-1251	40.24	<b>b c</b>
ECU-1247	29.16	<b>c</b>

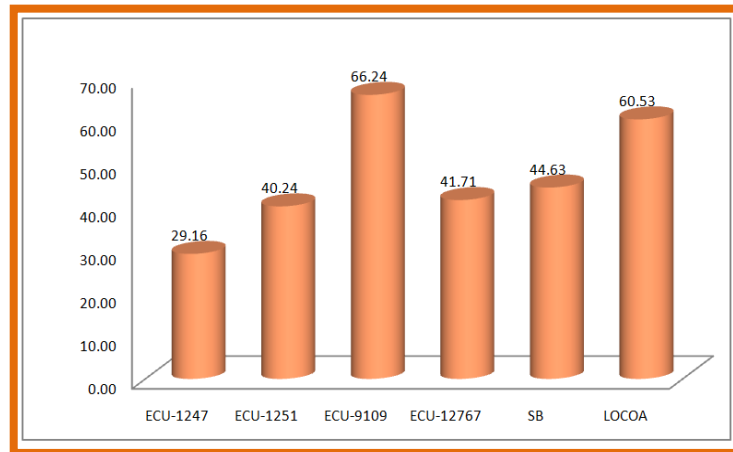
Al realizar la prueba de Tukey (Cuadro 28) para el Factor B (Fertilizaciones) encontramos 2 rangos, encontrándose en el primer rango la Fertilización Química con un promedio de 59.24 Tm/Ha y en el segundo rango se ubicó la Fertilización Orgánica con un promedio de 41.78 Tm/Ha y sin Fertilización con un promedio de 40.24 Tm/Ha.

**CUADRO 28.** Prueba de Tukey para Factor B (Fertilizaciones) en Rendimiento

<b>Fertilizaciones</b>	<b>Promedio (Tm/Ha)</b>	<b>Rangos</b>
Química	59.24	<b>a</b>
Orgánica	41.78	<b>b</b>
Sin fertilización	40.24	<b>b</b>

En la Figura 6, muestra el rendimiento de los seis morfotipos de jícama; donde tuvimos una diferencia significativa en el Factor A (Morfortipos) lo que predominó el morfotipo ECU-9109 por tener mayor rendimiento que los demás por sus características morfológicas de las plantas como también el Factor B (Fertilizaciones) indica que la tendencia de la fertilización aplicada en los

morfotipos no es la misma, lo cual demuestra que la fertilización influyó en el rendimiento.



**Fig. 6.** Rendimiento de Jícama

### 3.7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

#### 3.7.1. SEVERIDAD

**CUADRO 29.** Análisis de Varianza para Severidad

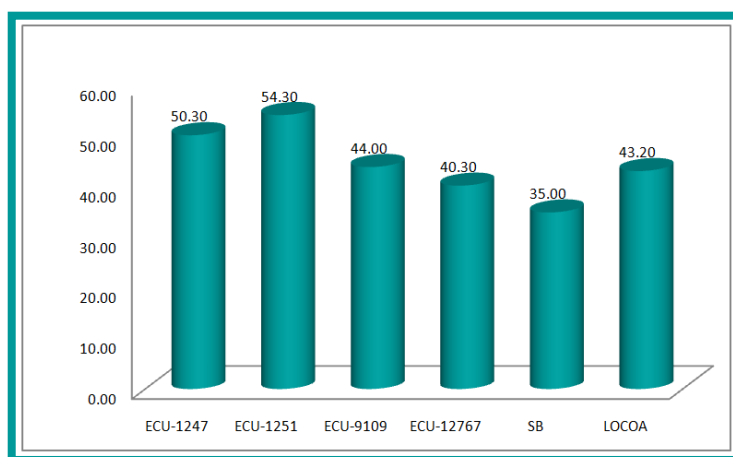
F de V	G.L	S.C	C.M	R de V	P
Replicación	2	70.0826	35.0413	0.10	0.9011 ns
Factor A	5	2162.48	432.496	1.29	0.2915 ns
Factor B	2	191.489	95.7446	0.29	0.7535 ns
Interacción AB	10	7510.22	751.022	2.24	0.1467 ns
Error	34	11406.7	335.492		
Total	53	21341.0			
Promedio (%)			44.50		
C.V (%)			41.19		

\* significativo  
 ns no significativo

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 29) para la variable Severidad de Plagas y Enfermedades no se encontró diferencia significativa, con un promedio

general de 44.5 % y un coeficiente de variación de 41.19 %, por lo tanto se acepta la hipótesis de igualdad de tratamientos.

En la Figura 7, tenemos la variable Severidad en donde se presentaron plagas y enfermedades en un porcentaje mínimo por ser resistente, en cuanto no afectó al normal desarrollo y producción de la Jícama teniendo una igualdad de tratamientos.



**Fig. 7.** Severidad de Plagas y Enfermedades

### 3.7.2. INCIDENCIA

**CUADRO 30.** Análisis de Varianza para Incidencia

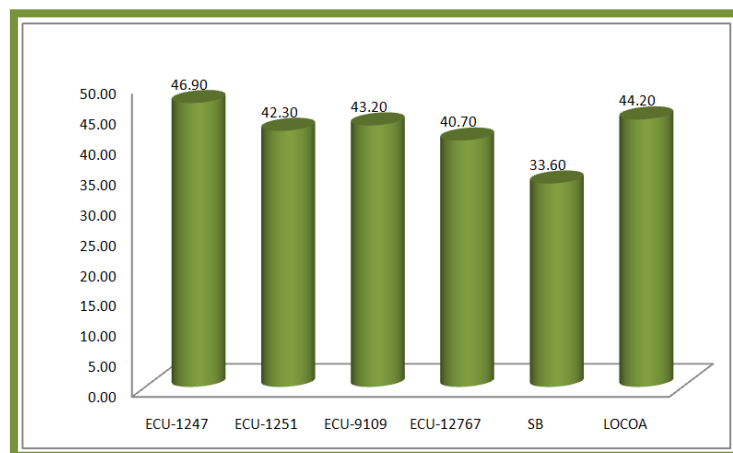
F de V	G.L	S.C	C.M	R de V	P
Replicación	2	54.5278	27.2639	0.08	0.9277 ns
Factor A	5	921.558	184.312	0.51	0.7676 ns
Factor B	2	249.103	124.552	0.34	0.7115 ns
Interacción AB	10	5765.9	576.59	1.59	0.1514 ns
Error	34	12318.4	362.304		
Total	53	19309.4			
Promedio (%)			41.8		
C.V (%)			45.53		

\* significativo

ns no significativo

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro. 30) para la variable Incidencia de Plagas y Enfermedades no se encontró diferencia significativa, con un promedio general de 41.8 % y un coeficiente de variación de 45.53%, por lo tanto se acepta la hipótesis de igualdad de tratamientos.

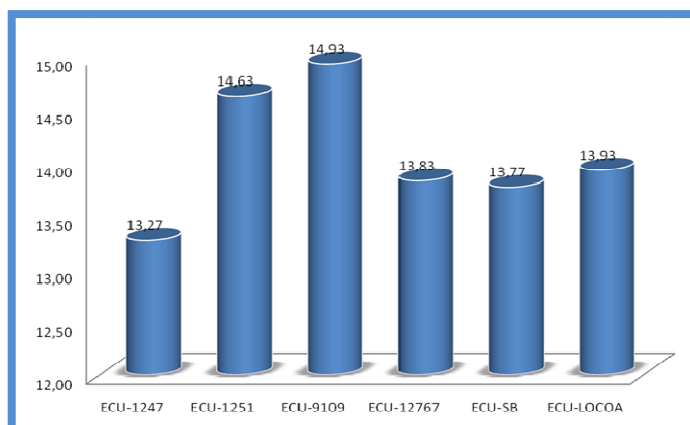
En la Figura 8, demuestra que la variable Incidencia presentó plagas y enfermedades en un porcentaje mínimo por su resistencia a los patógenos e insectos, en cuanto no afecta al normal desarrollo y producción de la jícama teniendo una igualdad de tratamientos.



**Fig. 8.** Incidencia de Plagas y Enfermedades

### 3.8. AZÚCARES TOTALES

En la Fig. 9 se observa que el Morfotipo con mayor cantidad de azúcares totales es el ECU-9109 con un promedio de 14.93%, mientras que el Morfotipo que obtuvo menor cantidad de azúcares totales fue el ECU-1247 con un promedio de 13.27%.



**Fig. 9** Azucarez Totales de Raíces de seis morfotipos de Jícama

### 3.9. GRADOS BRIX

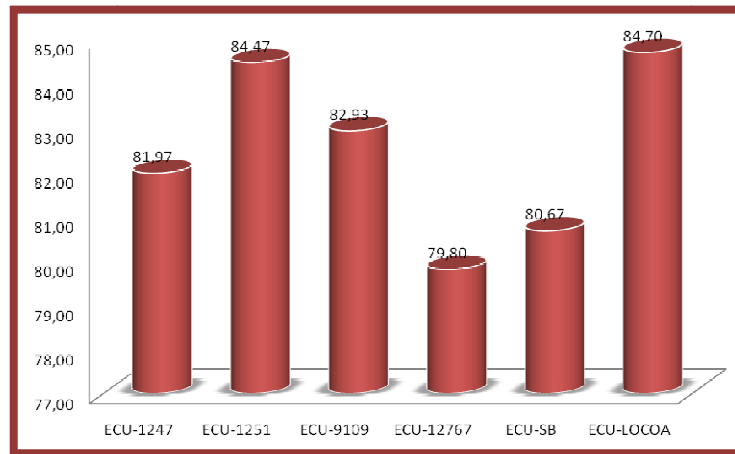
En la Fig. 10 se observa que el Morfotipo que obtuvo mayor porcentaje de ° Brix es el ECU–LOCOA con un promedio de 13.70 ° Brix mientras que el Morfotipo que obtuvo menor cantidad de ° Brix es el ECU – 1247 con un promedio de 11.03 ° Brix, de acuerdo con la bibliografía consultada coinciden con datos obtenidos en el centro Internacional de la Papa (Cuadro 2).



**Fig. 10** Grados Brix de Raíces de seis morfotipos de Jícama

### 3.10. HUMEDAD

En la Fig. 11 indica que la humedad de las raíces de los seis morfotipos de Jícama, el Morfotipo ECU-LOCOA presenta mayor porcentaje de humedad, con un promedio de 84.70 %, mientras que el Morfotipo ECU-12767 obtuvo menor porcentaje con un promedio de 79.80 %.



**Fig. 11** Humedad de Raíces de seis morfotipos de Jícama

### 3.11. ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 3.11.1. RENDIMIENTO TOTAL Y AJUSTADO (AL 10%) EN Kg/Ha

**CUADRO 31.** Rendimiento obtenido y ajustado al 10% de Jícama en Kg/Ha

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>RENDIMIENTO (Kg/Ha)</b>	<b>RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10% EN (Kg/Ha)</b>
T1	2830	2547.22
T2	2593	2333.33
T3	2676	2408.33
T4	5185	4666.67
T5	3617	3255.56
T6	2377	2138.89
T7	7985	7186.11
T8	5864	5277.78
T9	4552	4097.22
T10	3981	3583.33
T11	2417	2175.00
T12	5188	4669.44
T13	4997	4497.22
T14	3704	3333.33
T15	3698	3327.78
T16	7932	7138.89
T17	5019	4516.67
T18	3864	3477.78

En el rendimiento total y ajustado al 10% de jícama en Kg/Ha (Cuadro 31), para los tratamientos y testigos, obteniendo el mayor rendimiento el t7 (ECU-9109 con fertilización química) con 7186,11 Kg/ha; seguido por el t16 (LOCOA con fertilización química), con 7138,89 kg/ha, demostrando que la fertilización química dio mejores resultados que la fertilización orgánica, en dos morfotipos de distintos lugares.

### 3.11.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

**CUADRO 32.** Costos de producción en Dólares por Hectárea, valorados al mes de Junio del 2009

Trat.	Semilla		Química		Orgánica		Mano de Obra		Total
	Nº	Costo (\$)	Kg.	Costo (\$)	Kg.	Costo (\$)	Jornales	Costo (\$)	
T1	20000	600	242,61	699,06			81	486	1785,06
T2	20000	600			611,11	1527,78	111	666	2793,78
T3	20000	600					50	300	900,00
T4	20000	800	242,61	699,06			81	486	1985,06
T5	20000	800			611,11	1527,78	111	666	2993,78
T6	20000	800					50	300	1100,00
T7	20000	1000	242,61	699,06			81	486	2185,06
T8	20000	1000			611,11	1527,78	111	666	3193,78
T9	20000	1000					50	300	1300,00
T10	20000	1200	242,61	699,06			81	486	2385,06
T11	20000	1200			611,11	1527,78	111	666	3393,78
T12	20000	1200					50	300	1500,00
T13	20000	1400	242,61	699,06			81	486	2585,06
T14	20000	1400			611,11	1527,78	111	666	3593,78
T15	20000	1400					50	300	1700,00
T16	20000	1600	242,61	699,06			81	486	2785,06
T17	20000	1600			611,11	1527,78	111	666	3793,78
T18	20000	1600					50	300	1900,00

En el (Cuadro 32), se detalla los costos de producción para cada tratamiento con fertilización química tienen menor costo de producción al ocupar un menor número de jornales para su recolección y aplicación en comparación a la fertilización orgánica, pero los resultados obtenidos por la fertilización química (t7 y t16) son los tratamientos con mayor producción.

### 3.11.3. ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL

**CUADRO 33.** Análisis de Presupuesto Parcial

<b>TRATA.</b>	<b>RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10%</b>	<b>BENEFICIO BRUTO</b>	<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>
<b>T1</b>	2547.22	8915.28	1785.06	7130.22
<b>T2</b>	2333.33	8166.67	2793.78	5372.89
<b>T3</b>	2408.33	8429.17	900.00	7529.17
<b>T4</b>	4666.67	16333.33	1985.06	14348.27
<b>T5</b>	3255.56	11394.44	2993.78	8400.66
<b>T6</b>	2138.89	7486.11	1100.00	6386.11
<b>T7</b>	7186.11	25151.39	2185.06	22966.33
<b>T8</b>	5277.78	18472.22	3193.78	15278.44
<b>T9</b>	4097.22	14340.28	1300.00	13040.28
<b>T10</b>	3583.33	12541.67	2385.06	10156.61
<b>T11</b>	2175.00	7612.50	3393.78	4218.72
<b>T12</b>	5188.27	18158.95	1500.00	16658.95
<b>T13</b>	4497.22	15740.28	2585.06	13155.22
<b>T14</b>	3333.33	11666.67	3593.78	8072.89
<b>T15</b>	3327.78	11647.22	1700.00	9947.22
<b>T16</b>	7138.89	24986.11	2785.06	22201.05
<b>T17</b>	4516.67	15808.33	3793.78	12014.55
<b>T18</b>	3477.78	12172.22	1900.00	10272.22

En el análisis de presupuesto parcial (Cuadro 33), para cada uno de los tratamientos se observa que el beneficio bruto en campo es alto en comparación a los costos variables, por lo tanto se obtiene mayor beneficio neto, de igual manera sucede con los testigos (t6, t15) también obtienen beneficios netos altos, al obtener menor producción por hectárea.

### 3.11.4. ANALISIS DE DOMINANCIA

**CUADRO 34.** Análisis de Dominancia

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>ANALISIS DE DOMINANCIA</b>
<b>T3</b>	900.00	7529.17	ND
<b>T6</b>	1100.00	6386.11	D
<b>T9</b>	1300.00	13040.28	D
<b>T12</b>	1500.00	16658.95	ND
<b>T15</b>	1700.00	9947.22	D
<b>T1</b>	1785.06	7130.22	D
<b>T18</b>	1900.00	10272.22	D
<b>T4</b>	1985.06	14348.27	D
<b>T7</b>	2185.06	22966.33	D
<b>T10</b>	2385.06	10156.61	D
<b>T13</b>	2585.06	13155.22	D
<b>T16</b>	2785.06	22201.05	ND
<b>T2</b>	2793.78	5372.89	D
<b>T5</b>	2993.78	8400.66	D
<b>T8</b>	3193.78	15278.44	ND
<b>T11</b>	3393.78	4218.72	D
<b>T14</b>	3593.78	8072.89	D
<b>T17</b>	3793.78	12014.55	D

Para el análisis de dominancia para los tratamientos (Cuadro 34), se estableció que los tratamientos t3, t12, t7 y t16, fueron no dominados (ND), por presentar una mínima inversión para su aplicación y un beneficio neto satisfactorio, a medida que los costos de inversión se incrementaron.

Los tratamientos no dominados, por lo contrario, no obtuvieron un aumento en el beneficio neto en la medida que los costos de producción se incrementaron.

### 3.11.5. TASA DE RETORNO MARGINAL

**CUADRO 35.** Tasa de Retorno Marginal para los Tratamientos no Dominados

<b>TRAT.</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>INCREMENTO DEL BENEFICIO NETO</b>	<b>INCREMENTO DE COSTO VARIABLE</b>	<b>TRM%</b>
<b>T3</b>	7529.17	900.00			
			9129.78	600.00	1521.63
<b>T12</b>	16658.95	1500.00			
			5542.10	1285.06	<b>431.27</b>
<b>T16</b>	22201.05	2785.06			
			-6922.61	408.72	-1693.73
<b>T8</b>	15278.44	3193.78			

Del resultado del análisis de dominancia, obtuvieron la no dominancia los tratamientos (Cuadro 35) **t3**, **t12**, **t16** y **t8**, a los cuales se aplicó el análisis de la tasa de retorno marginal (TRM), obteniendo el 431.27 %, el tratamiento **t16** (LOCOA con fertilización química) alcanzando la mayor tasa de retorno marginal, por lo tanto es el tratamiento de mayor rentabilidad en comparación con los otros. El agricultor estaría recibiendo por cada dólar invertido, un retorno adicional de cuatro dólares con treinta y un centavos.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en esta investigación se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. El Morfotipo que reportó los mejores resultados fue ECU-9109 ya que siempre estuvo en los primeros rangos en todas las variables, con un rendimiento de 66.24 Tm/Ha.
2. La fertilización influyó en el rendimiento sobresaliendo la Fertilización Química con un promedio de 59.24 Tm/Ha; por cuanto la planta asimila con mayor rapidez sus elementos, mientras que la Fertilización Orgánica se encuentran en descomposición o se disipa con facilidad.
3. De acuerdo a los seis morfotipos evaluados y a las tres fertilizaciones de fondo la interacción que influyó en germinación es ECU-1251 sin fertilización.
4. Con respecto al Análisis Económico se obtuvo que el tratamiento T16 (LOCOA con fertilización química) fue el mejor aplicando la Tasa de Retorno Marginal es el de mayor rentabilidad

## RECOMENDACIONES

1. Para la industrialización es recomendable utilizar el Morfotipo ECU-9109 por contener altos contenidos en Azúcares, Grados Brix y Rendimiento.
2. Si se desea reducir la inversión en el cultivo de jícama, se puede optar por no fertilizar ya que el costo de inversión es muy conveniente y a pesar de que se obtiene menor rendimiento la producción es económicamente rentable.
3. Se recomienda al agricultor el T16 (LOCOA con fertilización química) por obtener mayor rentabilidad económica es decir por cada dólar invertido, un retorno adicional de cuatro dólares con treinta y un centavos.
4. Para darle mayor interés a esta investigación se recomienda dar un seguimiento en lo que se refiere a la industrialización ya que se puede obtener en diferentes procesos para la elaboración de productos medicinales para los diabéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA S. (1980), In Lárraga M y Solís J., (2001), Obtención de Enconfitados a partir de raíces y tubérculos Andinos. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. UTN. p. 41.
2. AMAYA J. (2002), Desenvolvimiento de Yacón (*Polymnia sonchifolia* Poep & Endl) a partir de rizóforas y de yemas axilares, en diferentes localidades. Tesis de título de Doctor en Agronomía, Área de Concentración en Horticultura. Universidad Estatal Paulística Julio de Mezquita, Brasil. 89 p.
3. ASAMI et al. (1991), In Seminario J.; Valderrama M y Manrique I. (2003), El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio, Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE), Lima – Perú. 60 p.
4. AYALA, Cesar Centro de documentación- Soluciones Prácticas - ITDG Escuela de Agro Negocios de INDAR-PERÚ Lima, Perú 2001
5. AYBAR M.; SANCHEZ A y GRAU A. (2001), Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *Journal of Ethno pharmacology*. p. 125-132.
6. CAÑADAS L. (1983), Agroecosistemas Andinos en el Ecuador. CIP. Lima - Perú.
7. CAPCHA PACHECO, Álvaro. Buena Salud, Primer curso Latinoamericano de Medicina Mundial. Lima-Perú, Editorial Santa Herminia, 2001. 70 Pág.

8. CASTILLO R y MAZÓN N. (1993-1997), Programa Colaboratorio “Manejo de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos”. Subproyecto R2-004: Manejo Integral de Recursos Filogenéticos de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador. Informe Consolidado de la Fase 1. Quito-Ecuador. p. 29 - 32.
9. COLLAZOS et al (1993), In Seminario J.; Valderrama M y Manrique I. (2003), El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la papa (CIP). Universidad Nacional de Cajamarca. Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE). Lima – Perú. 60 p.
10. Escuela de Agro Negocios de INDAR-PERÚ. Curso taller de agro exportación. Cultivo, Procesamiento y exportación de: Orégano y Yacón. 2001, Centro de documentación- Soluciones Prácticas-ITDG /Av. Jorge Chávez 275 Miraflores, Lima, Perú César L. Ayala D.
11. FAO (1975), Fertilizantes y Materia Orgánica, Boletín N° 27, In Burgos M, (1999), Aprovechamiento Biotecnológico de Residuos Animales y Vegetales para la producción de Biofertilizantes Líquido o Bioabono. UTN. Ibarra - Ecuador.
12. INIAP (1985), Recolección de varios Cultivos Andinos en Ecuador, Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos (CIRF). Quito-Ecuador. p. 100-101.
13. GRUNDEY (1982), In Burgos M, (1999), Aprovechamiento Biotecnológico de Residuos Animales y Vegetales para la producción de Biofertilizantes Líquido o Bioabono. UTN. Ibarra - Ecuador.

14. INTERNATIONAL POTATO CENTER (1997-1998), Impact on a Changing World. Compositional Diversity of the Yacon Storage Root. Lima - Perú. p. 425-431.
15. LEÓN J. (1964), Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas - Zona Andina. Lima - Perú. Boletín Técnico No. 6. p. 5-34.
16. MORILLO L. (1998), Análisis de Polimorfismos de las Colecciones de Jícama y Miso del Banco de Germoplasma del INIAP. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, PUCE. p. 23-33.
17. PUMISACHO M y SHEWOOD S. (2002), El Cultivo de Papa en Ecuador, Centro Internacional de la Papa. Est. Exp. Santa Catalina - INIAP. Quito - Ecuador. p. 54-69.
18. NIETO C. (1988), Estudios preliminares, agronómicos y bromatológicos en Jícama *Polymnia sonchifolia*. En Memorias de la reunión técnica sobre raíces y tubérculos andinos. Est. Exp. Santa Catalina. INIAP. Quito - Ecuador. p. 39-42.
19. NIETO (1991), In Seminario J.; Valderrama M y Manrique I. (2003), El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio, Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE). Lima - Perú, 60 p
20. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NCR). (1989), Lost Crop of the Incas. Little - know Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press. Washington, D.C., USA. p. 47-55.

- 21.** OHYAMA et al. (1990), In Seminario J.; Valderrama M y Manrique I. (2003), El yacón, fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la papa (CIP). Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE). Lima - Perú. 60 p
- 22.** POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (1997), Manual Internacional de Fertilidad de suelos. p. 9-12.
- 23.** RESTREPO J. (2001), Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José - Costa Rica. p. 17.
- 24.** ROJAS, C. (2007) Universidad Particular San Martín de Porres. Lima – Perú.
- 25.** ROJAS R y GONZÁLES L. (1993), Diseño, Construcción y Operación de un Biodigestor para la Obtención de Biogás y Bioabono en el Centro Experimental Uyumbicho. Tesis de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UCE, Quito - Ecuador.
- 26.** SEMINARIO J.; VALDERRAMA M y MANRIQUE I. (2003), El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio, Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE), Lima-Perú, 60 p.
- 27.** SAFFORD (1917), In Seminario J.; Valderrama M.; Manrique I. (2003), El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio, Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE), Lima- Perú, 60 p

- 28.** SUQUILANDA V. (1996), Agricultura Orgánica, Alternativa Tecnológica del Futuro. UPS, Fundagro. Quito - Ecuador. 654 p.
- 29.** TAKASUGI M y MASUDA T. (1996), In Seminario J.; Valderrama M y Manrique I. (2003), El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio, Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE). Lima - Perú, 60 p
- 30.** TAPIA C. (1996), Catálogo de Recursos Genéticos de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador. INIAP-DENAREF. 180 p.
- 31.** THOMSON L.; TROEH F. (1980), Los Suelos y su Fertilidad. p. 265-296.
- 32.** TRUJILLO R. (1994), Biología de Cuy, Volumen II, Editorial Pedagogía Freire. Riobamba- Ecuador.
- 33.** UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (2004), Programa de Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas, disponible en:<http://www.lamolina.edu.pe/facultad/agronomia/revistagro/publicaciones/yacon.htm>.
- 34.** WELLS J. (1965), In Salgado V. (1996), Evaluación y caracterización citogenética de 16 entradas de jícama (*Polimnia sonchifolia* Poep & End), Tesis de Ingeniera Agrónoma. UCE. p.3.
- 35.** ZARDINI E. (1991), Ethnobotanical Notes on Yacon *Polymnia sonchifolia* P&E. Economic Botany. p.72-95.

## GLOSARIO

- Almidón.-** Molécula natural formada por polisacáridos, de color blanco y aspecto granuloso, que se almacena como material de reserva en los tubérculos, raíces y semillas de ciertas plantas, especialmente en los cereales.
- Aminoácido.-** Denominación que reciben ciertos ácidos orgánicos, algunos de los cuales son los componentes básicos de las proteínas humanas.
- Calibrador.-** Instrumento para calibrar un objeto cilíndrico:
- Carbohidrato.-** Cada uno de los compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno.
- Control.-** Conjunto de mandos o botones que regulan el funcionamiento de una máquina, aparato o sistema.
- Densidad.-** Espesor, concentración. Relación entre la masa y el volumen de una sustancia o cuerpo:
- Diabético.-** De la diabetes o relativo a esta enfermedad. Que padece diabetes.
- Diámetro.-** Línea recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de una circunferencia, una superficie esférica o una curva cerrada.
- Ecotipo.-** Es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales.
- Enfermedad.-** Alteración de la salud. Alteración que afecta al funcionamiento de una institución, colectividad, etc.
- Especie.-** Conjunto de cosas semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes
- Estiércol.-** Excremento de cualquier animal. Materias orgánicas, comúnmente vegetales, que se destinan al abono de las tierras.

- Extracto.-** Resumen de un escrito. Sustancia que, en forma concentrada, se extrae de otra, de la cual conserva sus propiedades.
- Fertilización.-** Preparación de la tierra añadiendo las sustancias apropiadas para que sea más fértil.
- Fitohormonas.-** Hormonas, naturales o sintéticas, que intervienen en el desarrollo de las plantas, promoviendo o inhibiendo determinados procesos de su desarrollo.
- Forraje.-** Hierba o pasto seco que se da al ganado:
- Germinación.-** Comienzo del desarrollo de una semilla. Comienzo del desarrollo de algo inmaterial:
- Incidencia.-** Lo que sucede en el curso de un asunto o negocio y tiene relación con ello.
- 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.
- Marchitar.-** Ajar, deslucir, secar. Enflaquecer, quitar el vigor.
- Microorganismo.-** Organismo unicelular de tamaño microscópico.
- Morfotipo.-** Modelo ó 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:
- Plaga.-** Calamidad grande que afecta a un pueblo. Abundancia de algo perjudicial, de animales y organismos que afectan gravemente a la agricultura:
- Plántula.-** Embrión ya desarrollado como consecuencia de la germinación. Planta recién nacida.
- Polímero.-** Compuesto químico de elevada masa molecular obtenido mediante un proceso de polimerización:

- 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.
- Severidad.-** Rigor, falta de tolerancia. Rigidez y exactitud en el cumplimiento de una regla, una norma o una ley:
- 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. Señal, indicio de una cosa que está sucediendo o va a suceder.
- Surco.-** Hendidura que se hace en la tierra con el arado. Señal o hendidura que una cosa deja sobre otra:
- 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.
- Variedad.-** Cultivo mejorado genéticamente para tener niveles elevados de producción bajo condiciones ambientales idóneas, logradas con métodos de crianza modernos.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **DATOS DE VARIABLES ANALIZADAS**

**CUADRO 36.** Datos de germinación de plantas a los 30 y 60 días de los seis morfotipos de Jícama

TRAT	30 DÍAS			60 DÍAS		
	I	II	Repeticiones	I	II	III
			III			
a1b1	1.0	1.0	3.0	11.0	12.0	10.0
a1b2	6.0	0.0	5.0	12.0	8.0	12.0
a1b3	6.0	5.0	1.0	11.0	12.0	12.0
a2b1	4.0	3.0	4.0	12.0	12.0	12.0
a2b2	6.0	8.0	9.0	12.0	12.0	12.0
a2b3	10.0	9.0	10.0	12.0	12.0	12.0
a3b1	3.0	6.0	6.0	11.0	12.0	12.0
a3b2	6.0	11.0	11.0	12.0	11.0	12.0
a3b3	8.0	9.0	3.0	12.0	12.0	12.0
a4b1	5.0	6.0	2.0	12.0	12.0	12.0
a4b2	1.0	5.0	9.0	10.0	10.0	12.0
a4b3	8.0	9.0	9.0	12.0	12.0	12.0
a5b1	1.0	9.0	2.0	12.0	11.0	9.0
a5b2	7.0	2.0	7.0	9.0	12.0	10.0
a5b3	4.0	1.0	3.0	7.0	6.0	12.0
a6b1	7.0	10.0	9.0	11.0	11.0	10.0
a6b2	2.0	5.0	7.0	7.0	9.0	11.0
a6b3	5.0	1.0	2.0	8.0	8.0	12.0

**CUADRO 37.** Datos de altura de planta a los 60, 120, 180, 240 días de los seis morfotipos de Jícama

TRAT	60 DÍAS			120 DÍAS			180 DÍAS			240 DÍAS		
	Repeticiones											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
a1b1	5.4	7.2	5.7	19.3	25.2	17.4	63.5	54.8	46.0	107.9	90.1	82.3
a1b2	8.7	3.4	7.4	20.4	12.6	27.1	52.4	34.0	62.0	80.7	52.5	109.4
a1b3	7.7	8.8	7.7	24.2	34.6	29.3	53.8	78.4	40.1	83.7	123.0	78.0
a2b1	7.6	5.0	10.1	18.7	10.3	30.7	50.7	31.6	68.3	84.3	55.8	133.7
a2b2	9.9	5.5	10.5	29.5	21.6	35.8	59.2	46.3	56.2	89.8	73.5	115.4
a2b3	10.3	9.2	9.3	22.0	28.0	25.0	63.2	48.0	32.2	101.0	68.6	59.4
a3b1	9.9	11.2	8.0	16.3	32.6	23.2	46.1	73.7	38.4	72.6	113.9	75.5
a3b2	10.1	9.4	9.8	27.2	27.7	36.9	83.4	78.6	71.9	127.3	118.5	139.5
a3b3	11.4	9.4	12.3	29.0	22.8	37.3	64.5	44.9	65.1	100.1	66.6	122.7
a4b1	9.4	8.8	11.9	24.5	29.0	38.4	61.1	65.0	68.3	97.5	113.1	134.9
a4b2	9.1	7.5	11.8	22.8	23.5	41.3	48.5	49.3	58.4	74.3	75.4	113.7
a4b3	9.5	10.8	9.9	41.1	38.3	27.5	83.0	78.9	35.8	130.3	116.5	63.2
a5b1	5.1	8.7	5.5	17.4	30.1	27.6	56.5	74.4	62.3	95.1	117.3	117.3
a5b2	4.8	7.3	7.5	26.7	27.7	29.6	69.0	66.8	63.7	114.6	107.2	122.7
a5b3	5.0	3.4	7.1	23.3	15.6	31.5	56.3	45.6	46.9	94.5	76.5	92.1
a6b1	8.7	8.8	6.3	25.9	24.8	26.9	65.2	78.4	67.1	99.2	117.5	127.1
a6b2	3.6	6.9	8.2	11.2	29.3	25.5	43.7	73.0	49.8	76.2	118.7	87.1
a6b3	5.8	3.7	8.7	26.2	16.8	32.0	73.5	48.4	66.3	120.6	77.0	130.7

**CUADRO 38.** Datos de diámetro de tallo a los 60, 120, 180, 240 días de los seis morfotipos de Jícama

TRAT	60 DÍAS			120 DÍAS			180 DÍAS			240 DÍAS		
	Repeticiones											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
a1b1	0.6	0.7	0.5	1.1	1.2	1.0	1.6	1.4	1.3	1.8	1.5	1.5
a1b2	0.8	0.5	0.8	1.1	0.9	1.5	1.3	1.2	1.7	1.7	1.5	2.0
a1b3	0.8	0.8	0.8	1.1	1.4	1.5	1.3	1.8	1.5	1.5	2.1	1.8
a2b1	0.8	0.6	0.8	1.2	0.8	1.5	1.4	1.0	1.9	1.8	1.2	2.2
a2b2	0.9	0.7	0.9	1.3	1.1	1.6	1.5	1.3	1.7	1.8	1.5	2.0
a2b3	1.0	0.8	0.9	1.5	1.3	1.2	1.7	1.3	1.4	1.8	1.5	1.4
a3b1	0.8	0.9	0.8	1.1	1.5	1.2	1.3	1.7	1.4	1.6	2.0	1.8
a3b2	0.8	0.9	0.9	1.5	1.6	1.5	1.8	1.7	1.9	2.1	1.9	2.2
a3b3	0.9	0.8	1.0	1.4	1.2	1.6	1.5	1.2	1.8	1.8	1.5	2.2
a4b1	0.9	0.8	0.9	1.3	1.4	1.7	1.5	1.6	1.9	1.8	1.9	2.2
a4b2	0.8	0.7	1.0	1.2	1.2	1.7	1.4	1.3	2.0	1.7	1.5	2.3
a4b3	0.9	0.9	0.9	1.7	1.6	1.5	1.9	1.8	1.6	2.2	2.1	1.6
a5b1	0.6	0.7	0.6	1.2	1.4	1.5	1.7	1.6	1.9	2.0	2.0	2.2
a5b2	0.5	0.7	0.7	1.3	1.5	1.5	1.8	1.7	1.9	2.1	2.0	2.2
a5b3	0.6	0.5	0.7	1.2	1.0	1.5	1.5	1.2	1.5	1.8	1.5	1.8
a6b1	0.7	0.8	0.6	1.3	1.6	1.3	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2
a6b2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.5	1.6	1.4	1.8	1.6	1.7	2.1	1.9
a6b3	0.6	0.4	0.8	1.4	1.0	1.5	1.7	1.2	1.8	2.0	1.5	2.2

**CUADRO 39.** Datos de número de brotes de los seis morfotipos de Jícama

TRAT	Repeticiones		
	I	II	III
a1b1	1.2	1.1	1.1
a1b2	1.3	1.2	1.3
a1b3	1.4	1.3	1.3
a2b1	1.3	1.7	1.5
a2b2	1.5	1.8	1.5
a2b3	1.3	1.4	1.9
a3b1	2.2	1.8	1.8
a3b2	1.8	1.8	1.7
a3b3	1.8	2.0	2.3
a4b1	1.5	1.9	2.4
a4b2	1.7	1.2	2.3
a4b3	1.7	1.3	1.3
a5b1	1.1	1.3	1.1
a5b2	0.9	1.3	1.3
a5b3	1.0	0.8	1.4
a6b1	1.0	1.2	1.5
a6b2	0.7	1.0	1.3
a6b3	0.8	0.8	1.3

**CUADRO 40.** Datos de días a la floración de los seis morfotipos de Jícama

TRAT	Repeticiones		
	I	II	III
a1b1	265	260	260
a1b2	265	270	250
a1b3	240	240	260
a2b1	270	270	240
a2b2	265	260	250
a2b3	240	260	270
a3b1	270	250	260
a3b2	240	260	240
a3b3	240	265	240
a4b1	250	240	250
a4b2	265	265	240
a4b3	240	240	270
a5b1	265	240	250
a5b2	265	240	240
a5b3	265	270	250
a6b1	240	250	240
a6b2	270	250	260
a6b3	265	270	240

**CUADRO 41.** Datos de plagas y enfermedades de los seis morfotipos de Jícama

TRAT	INCIDENCIA			SEVERIDAD		
	I	II	Repeticiones	I	II	III
			III			
a1b1	27.7	36.4	25.0	33.3	66.6	36.4
a1b2	33.3	58.3	50.0	50.0	83.3	33.3
a1b3	50.0	16.6	83.3	66.6	16.6	66.6
a2b1	33.3	33.3	36.4	33.3	33.3	36.4
a2b2	66.6	66.6	33.3	66.6	66.6	36.4
a2b3	58.3	36.4	58.3	66.6	83.3	66.6
a3b1	83.3	33.3	83.3	76.6	66.6	66.6
a3b2	16.6	33.3	36.4	16.6	10.0	36.4
a3b3	36.4	50.0	16.6	36.4	50.0	36.4
a4b1	50.0	33.3	58.3	33.3	16.6	66.6
a4b2	33.3	66.6	16.6	33.3	66.6	36.4
a4b3	16.6	33.3	58.3	66.6	10.0	33.3
a5b1	33.3	16.6	16.6	16.6	16.6	36.4
a5b2	16.6	33.3	36.4	36.4	36.4	36.4
a5b3	33.3	83.3	33.3	33.3	36.4	66.6
a6b1	33.3	33.3	36.4	16.6	66.6	36.4
a6b2	83.3	36.4	41.7	66.6	36.4	66.6
a6b3	33.3	41.7	58.3	36.4	26.6	36.4

**CUADRO 42.** Datos de rendimiento Tm/Ha de los seis morfotipos de Jícama

TRAT	Repeticiones		
	I	II	III
a1b1	26.7	28.3	36.7
a1b2	28.0	25.0	31.0
a1b3	16.7	56.7	13.3
a2b1	45.0	48.0	75.0
a2b2	26.7	42.2	48.3
a2b3	34.3	16.7	26.0
a3b1	48.3	98.7	111.7
a3b2	86.3	35.4	68.3
a3b3	24.2	55.0	68.3
a4b1	54.0	16.7	58.3
a4b2	23.3	26.7	28.3
a4b3	76.7	35.4	56.0
a5b1	68.3	28.3	65.3
a5b2	45.0	48.3	26.7
a5b3	34.3	42.2	43.3
a6b1	88.3	83.0	85.7
a6b2	68.3	34.3	60.0
a6b3	38.0	45.0	42.2

**CUADRO 43.** Datos de Grados Brix, Humedad y Azucares Totales de los seis morfotipos de Jícama

<b>TRAT</b>	<b>GRADOS BRUX</b>	<b>HUMEDAD</b>	<b>AZUCARES TOTALES</b>
a1b1	9,5	83,79	11,88
a1b2	10,4	82,75	13,04
a1b3	13,2	79,50	15,02
a2b1	15,3	84,13	17,23
a2b2	10,4	83,79	12,94
a2b3	12,4	85,61	13,87
a3b1	13,8	80,67	16,02
a3b2	13,1	84,06	14,07
a3b3	13,6	84,17	14,73
a4b1	12,3	82,09	13,65
a4b2	15,7	76,77	16,23
a4b3	9,1	80,78	11,76
a5b1	10,9	85,45	12,55
a5b2	10,8	80,20	12,42
a5b3	14,1	76,43	16,47
a6b1	13,6	83,01	13,88
a6b2	14,6	84,57	14,52
a6b3	12,9	86,68	13,42

# **ANEXO 2**

## **ANALISIS DE 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



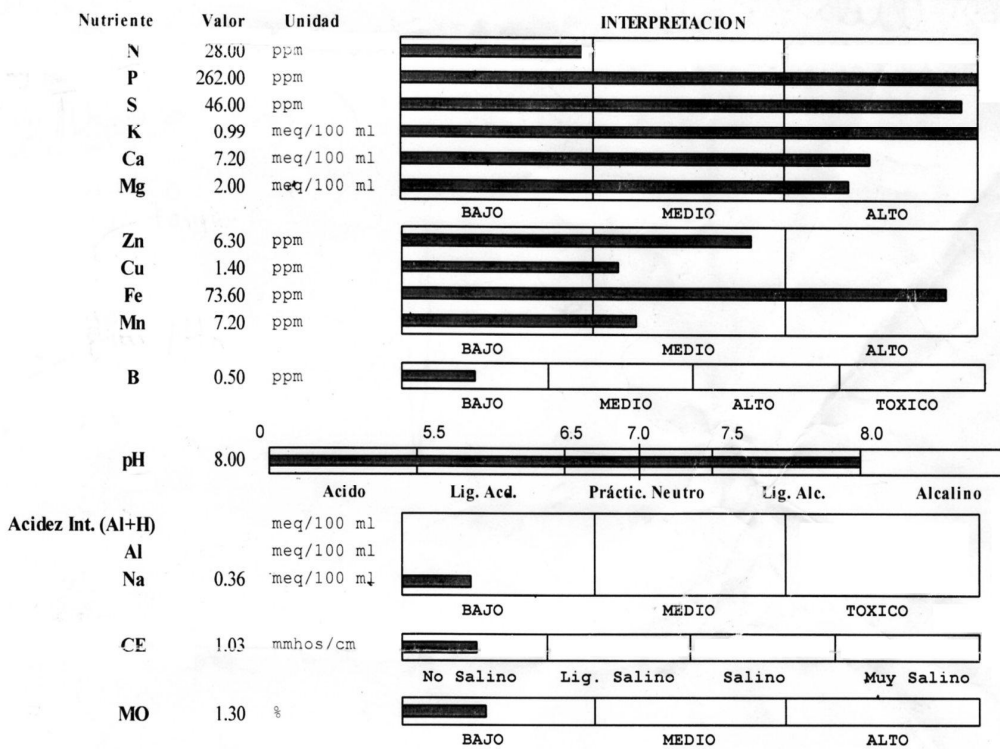
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**  
 Nombre : ALONSO TRAVEZ  
 Dirección : LATACUNGA  
 Ciudad :  
 Teléfono :  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**  
 Nombre :  
 Provincia : COTOPAXI  
 Cantón : LATACUNGA  
 Parroquia : ELOY ALFARO  
 Ubicación :

**DATOS DEL LOTE**  
 Cultivo Actual : JICAMA  
 Cultivo Anterior : MAIZ  
 Fertilización Ant. :  
 Superficie :  
 Identificación : LOTE 1 TESIS

**PARA USO DEL LABORATORIO**  
 N° Reporte : 3.319  
 N° Muestra Lab. : 64704  
 Fecha de Muestreo : 15/12/2006  
 Fecha de Ingreso : 18/12/2006  
 Fecha de Salida : 02/01/2007



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
3,6	2,0	9,3	10,6					

*[Signature]*  
 RESPONSABLE LABORATORIO

*[Signature]*  
 LABORATORISTA

# **ANEXO 3**

## **ANALISIS DE MATERIA ORGÁNICA**



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD  
INFORME DE ANÁLISIS  
No. 186

Panamericana Sur Km 17  
Casilla Postal 17 - 01 -340  
Tifs.: 2690691 Y 3007134  
Fax 3007134  
QUITO - ECUADOR

Santa Catalina, 13 de julio del 2007

Sr. Byron Trávez  
Latacunga

RESULTADOS EN BASE SECA

MUESTRA	HUMEDAD	CENIZAS	NITRÓGENO	IDENTIFICACIÓN
No.	%	%	%	
75888	41,19	64,34	1,40	ABONO DE CUY

MUESTRA	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
No.	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
75888	2,73	0,60	0,59	1,37	0,43	25	4527	64	60

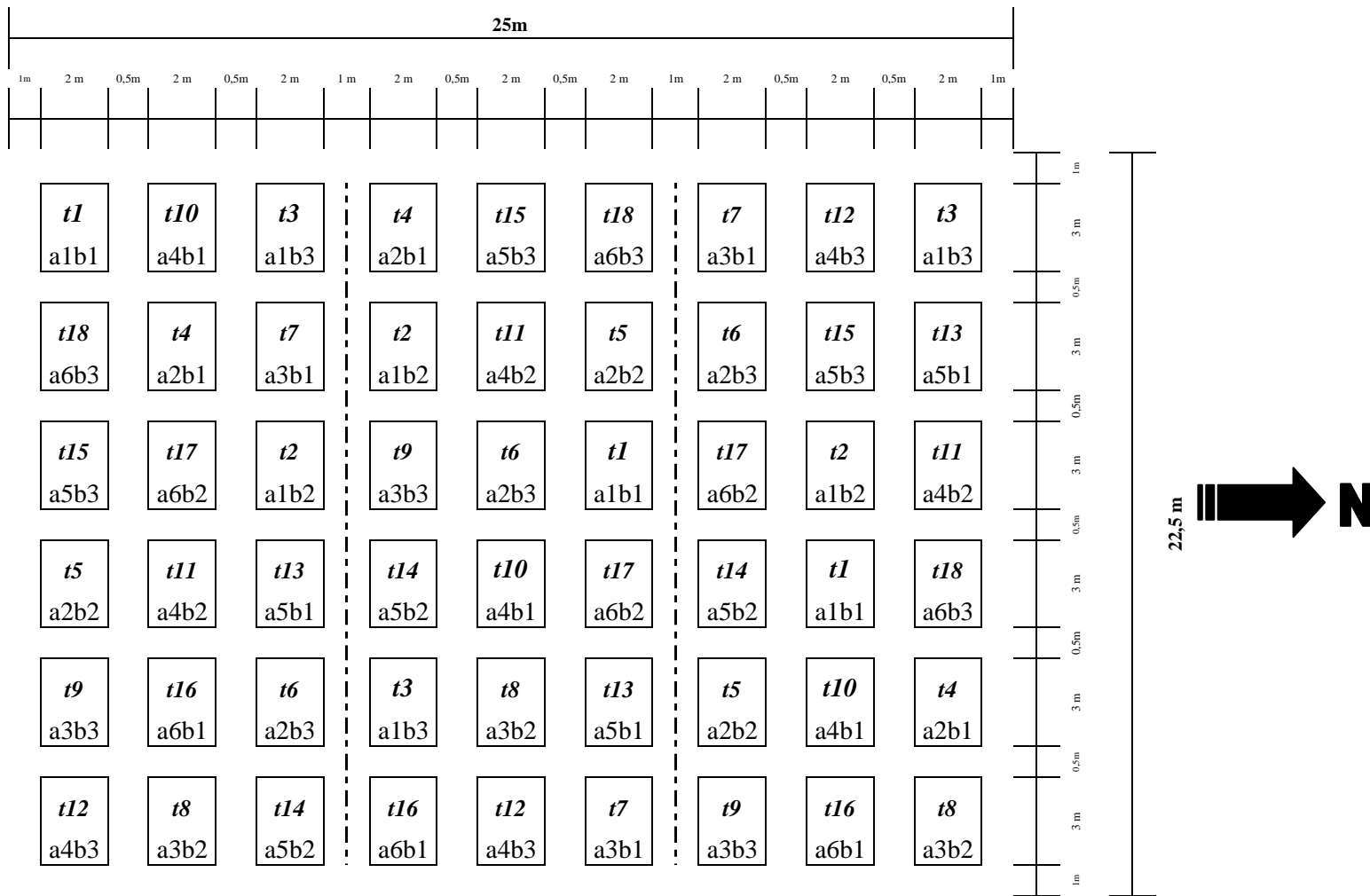
  
DR. ARMANDO RUBIO

RESPONSABLE SERVICIO DE ANÁLISIS



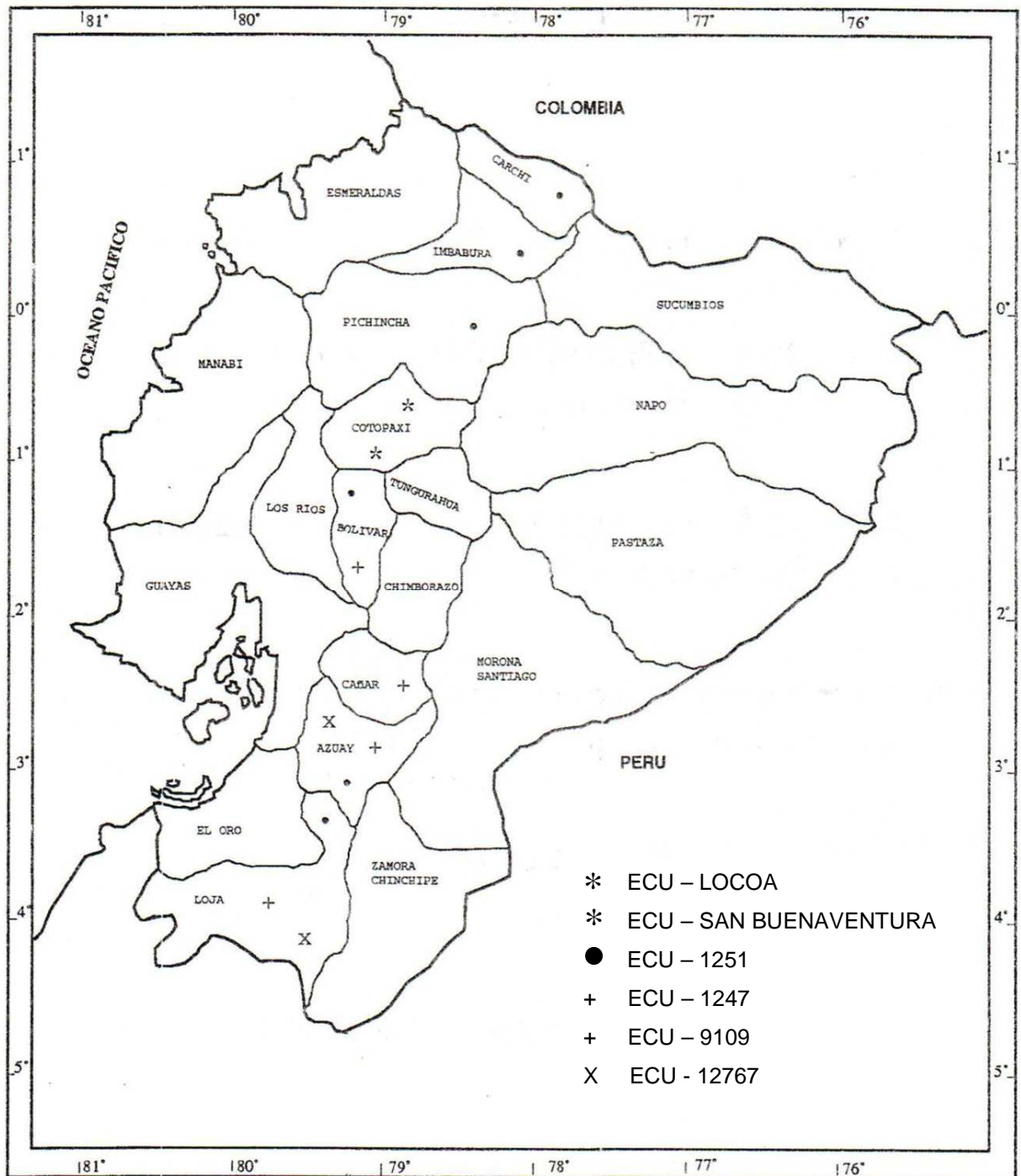
# **ANEXO 4**

## **ESQUEMA DE PARCELAS DEL ENSAYO**



# **ANEXO 5**



## **DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA DE MORFOTIPOS DE JÍCAMA**



Fuente: Catálogo de Raíces y Tubérculos Andinos (RTAs) del DENAREF, 1996

# **ANEXO 6**

**CONTENIDO DE  
AZUCARES TOTALES  
GRADOS BRIX  
HUMEDAD DEL TUBERCULO**

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03)2605-920 Ext. 169 <b>Riobamba - Ecuador</b></p>	 <p>ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	--

**INFORME DE ENSAYO No:** 0727  
**ST:** 08 - 0044 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**Nombre Peticionario:** Sr. Byron Travez  
**Atn.** -  
**Dirección:** Barrio Los Hornos, Latacunga

**FECHA:** 08 de Agosto de 2008  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2008 / 07 / 25 - 12:34  
**FECHA DE MUESTREO:** 2008 / 07 / 20 - 07:05  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2008 / 07 / 25 - 2008 / 08 / 08  
**TIPO DE MUESTRA:** Tubérculo Jicama  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-Alm 135-08  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** T1  
**PUNTO DE MUESTREO:** Latacunga- Barrio Los Hornos  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Azúcares Totales, Grados Brix, Humedad  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Sr. Byron Travez  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0°C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

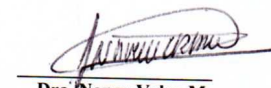
PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Azúcares Totales	PEE /LAB-CESTTA/105 AOAC/ Volumétrico	%	11,88	--	--
*Grados Brix	PEE /LAB-CESTTA/110 AOAC/ Refractométrico	%	9,5	--	--
*Humedad	PEE/LAB-CESTTA/80 AOAC/ Gravimétrico	%	83,79	--	--

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Muestra receptada en laboratorio

**RESPONSABLES DEL INFORME:**

  
**Dr. Fabián Arias**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

  
**Dra. Nancy Veloz M.**  
**JEFE DE LABORATORIO**

# **ANEXO 7**

## **COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA DE LOS SEIS MORFOTIPOS DE JÍCAMA**

Tratamientos	M <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>4</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>5</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>5</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>5</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>6</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>6</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>6</sub> F <sub>3</sub>
<b>CONCEPTO</b>																		
<i>1. Preparación del suelo</i>																		
Arada	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Rastrada	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Surcada	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Muestreo de suelo	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Análisis del suelo	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
Análisis del abono de cuy	-	25,00	-	-	25,00	-	-	25,00	-	-	25,00	-	-	25,00	-	-	25,00	-
Trazado	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00
Incorporación de M.O	-	400,00	-	-	400,00	-	-	400,00	-	-	400,00	-	-	400,00	-	-	400,00	-
Desinfección de semilla	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
<i>2. Siembra</i>	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00
<i>3. Labores culturales</i>																		
Control Químico	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50	185,50
Riegos (30/año/2jor)	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
1 <sup>era</sup> Fertilización y aporque	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-
2 <sup>da</sup> Fertilización y aporque	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-
3 <sup>ra</sup> Fertilización y aporque	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-	72,27	-	-
Control Fitosanitario	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00
<i>4. Cosecha</i>	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50	180,50
<i>Total</i>	1811,81	2020,00	1595,00	1811,81	2020,00	1595,00	1811,81	2020,00	1595,00	1811,81	2020,00	1595,00	1811,81	2020,00	1595,00	1811,81	2020,00	1595,00

# **ANEXO 8**

## **CÁLCULO DE FERTILIZACIÓN**

## FERTILIZACIÓN QUÍMICA

$$ppm = \frac{Kg * \%IA * 10}{Vm^3}$$

$$Kg = \frac{ppm * vm^3}{\%IA * 10}$$

### Nitrato de Amonio $NO_3NH_4$

$$Kg = \frac{100 * 3.75}{33.5 * 10} = \frac{375}{335} = \mathbf{1.11 Kg}$$

### Nitrato de Potasio $NO_3K$

$$Kg = \frac{20 * 3.75}{38.7 * 10} = \frac{75}{387} = \mathbf{0.19 Kg}$$

### Quelato de Calcio

$$Kg = \frac{30 * 3.75}{10 * 10} = \frac{112.5}{100} = \mathbf{1.25 Kg}$$

### Quelato de Zinc

$$Kg = \frac{0.2 * 3.75}{10 * 10} = \frac{0.75}{100} = \mathbf{0.0075 Kg}$$

### Quelato de Cobre

$$Kg = \frac{0.2 * 3.75}{10 * 10} = \frac{0.75}{100} = \mathbf{0.0075 Kg}$$

### Quelato de Hierro

$$Kg = \frac{0.5 * 3.75}{6 * 10} = \frac{1.875}{60} = \mathbf{0.0312 Kg}$$

### Quelato de Manganeso

$$Kg = \frac{0.5 * 3.75}{10 * 10} = \frac{1.875}{100} = \mathbf{0.0018 Kg}$$

### Bórax

$$Kg = \frac{0.2 * 3.75}{11.3 * 10} = \frac{0.75}{113} = \mathbf{0.006 Kg}$$

## FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

10 Ton M.O/Ha

1Ton = 22 qq

1 qq = 110 lb

22 \* 110 = 2420 \* 10 = 24200 lb ÷ 2.2 lb = **11000 Kg/Ha**

11000 Kg

10000 m<sup>2</sup>

X

6 m<sup>2</sup>

$$X = \frac{11000 Kg * 6 m^2}{10000 m^2} = \mathbf{6.6 Kg}$$

# **ANEXO 9**

## **FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO**



**Foto 12.** Formación de surcos para la siembra



**Foto 13.** Estiércol listo para la aplicación



**Foto 14.** Cormos o semilla desinfectada lista para la siembra



**Foto 15.** Siembra con estiércol de cuy



**Foto 16.** Riego antes de la siembra



**Foto 17.** Germinación de Jícama



**Foto 18.** Planta afectada por helada



**Foto 19.** Control Fitosanitario



**Foto 20.** Desarrollo de los seis morfotipos a los 240 días



**Foto 21.** Etapa de Floración de Jícama



**Foto 22.** Visita de Miembro de Tribunal al Ensayo Ing. Emerson Jácome



**Foto 23.** Cosecha de las raíces tuberosas de Jicama



**Foto 24.** Raíces tuberosas cosechadas



**Foto 25.** Peso de raíces tuberosas Tm/Ha



**Foto 26.** Morfotipo ECU – 1247



**Foto 27.** Morfotipo ECU – 1251



**Foto 28.** Morfotipo ECU – 9109



**Foto 29.** Morfotipo ECU – 12767



**Foto 30.** Morfotipo ECU – SAN BUENAVENTURA



**Foto 31.** Morfotipo ECU – LOCOA