



**ESPAMMFL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE ACTIVIDADES  
PRODUCTIVAS DEL CULTIVO YUCA, EN LA CALIDAD DEL  
SUELO, COMUNIDAD SAN PABLO DE TARUGO**

**AUTOR:**

**JAIME ALFREDO ZAMBRANO ACOSTA**

**TUTORA:**

**ING. FLOR MARÍA CÁRDENAS GUILLÉN, M.Sc.**

**CALCETA, JULIO 2016**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Jaime Alfredo Zambrano Acosta, declara bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de su autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o certificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de la propiedad Intelectual y su reglamento.

.....  
**JAIME A. ZAMBRANO ACOSTA**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Flor María Cárdenas Guillen certifica haber tutelado la tesis **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL CULTIVO YUCA, EN LA CALIDAD DEL SUELO, COMUNIDAD SAN PABLO DE TARUGO**, que ha sido desarrollada por Jaime Alfredo Zambrano Acosta, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
**ING. FLOR M. CÁRDENAS GUILLEN**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL CULTIVO YUCA, EN LA CALIDAD DEL SUELO, COMUNIDAD SAN PABLO DE TARUGO**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Jaime Alfredo Zambrano Acosta, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
**ING. VERÓNICA ESPINEL PINO**  
**MIEMBRO**

.....  
**ARQ. FRANCISCO SOLÓRZANO MURILLO**  
**MIEMBRO**

.....  
**ING. JOFFRE ANDRADE CANDELA**  
**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A mi DIOS por permitirme salir adelante en las adversidades, por darme fuerzas, salud, y sobretodo mucha constancia para llegar a culminar una etapa más de la vida.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A los productores y procesadores de yuca de la comunidad de San Pablo de Tarugo, en especial a los Señores Iván Cedeño y Pedro Cedeño Briones por las facilidades brindadas en su campo de actividades diarias y por la experiencia compartida.

A mis padres, los cuales contribuyeron para así salir adelante día a día. A mis hermanos por darme esa fuerza y apoyarme siempre en mis estudios. Además siempre agradecido con toda mi familia los amo.

A mi maravillosa esposa por todos estos años apoyándome, por brindarme su ayuda día a día, noche a noche, tu eres una de esas personas de gran Corazón a las que merece agradecer, te amo esposa gracias por tanto apoyo brindado.

A mi bella y maravillosa hija Amelia por ser ese motivo por el cual lucho cada día, gracias hija por reflejarme esa fuerza que la veo en tus ojos y en tu mirada dándome ganas para superarme y ser un hombre de bien en la sociedad te amo hija te amo.

A mi tutora de tesis Ing. Flor María Cárdenas, quien con sus conocimientos, experiencias, paciencia y motivación ha logrado que pueda culminar esta etapa.

.....  
**JAIME A. ZAMBRANO ACOSTA**

## DEDICATORIA

A mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en el día a día, por darme salud fuerza y sobretodo mucha constancia para llegar a el propósito que como estudiante tuve desde el primer día en esta prestigiosa universidad.

A mis padres, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos buenos y malos que como estudiantes tenemos que pasar, mediante todo ese esfuerzo que impulsaron en mi todo esto es para ustedes padres los amo y también para mis hermanos por todos esos momentos de dedicación que me dieron inculcándome salir adelante en el aspecto profesional.

A mis maravillosas mujeres, mi esposa y mi bella Amelia sin ustedes no podría salir adelante en este camino lleno de dificultades sin ustedes no podría haber alcanzado esta meta que nos va a repercutir en todo nuestro futuro las amo y siempre será así gracias por estar conmigo el día a día haciéndome entender que las cosas cuando son con amor son más hermosas las amo.

A mis demás familiares por ser más de lo que les pedí y de lo que en algunas ocasiones merecía, por brindarme todo lo que me hizo falta antes de que lo notara, por tenerme la paciencia que tantas veces he necesitado. Les agradezco principalmente por haberme dejado ser, porque estoy orgulloso de quien soy y de quien he sido.

A mis compañeros de clases Crifu, Pereza y Pamela por saber que cuento con verdaderos amigos en una aula de clases, siempre en las buenas y en las malas dándome la mano gracias amigos.

.....  
**JAIME A. ZAMBRANO ACOSTA**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA YUCA .....	4
2.1.1. PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YUCA .....	4
2.1.2. SUELO .....	5
2.1.3. VARIEDADES Y DENSIDAD DE SIEMBRA .....	5
2.1.4. MATERIAL DE SIEMBRA Y PLANTACIÓN .....	5
2.1.5. MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS.....	6
2.1.6. MANEJO DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN.....	6
2.1.7. COSECHA.....	10
2.2. ASPECTOS RELACIONADO CON LA CALIDAD DEL SUELO.....	11
2.2.1. CALIDAD AMBIENTAL.....	11
2.2.2. CALIDAD AMBIENTAL DEL SUELO .....	11
2.2.3. CALIDAD DEL SUELO .....	11
2.2.4. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO .....	13
2.2.4.1. TEXTURA DEL SUELO .....	13
2.2.4.2. POTENCIAL HIDROGENO (pH) DEL SUELO .....	14
2.2.4.3. MATERIA ORGÁNICA .....	14
2.2.4.4. INTERACCIÓN PLANTA – SUELO.....	14

2.2.5.	CAPACIDAD DEL SUELO.....	15
2.2.6.	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.....	15
2.3.	ANÁLISIS DE SUELOS Y SU INTERPRETACIÓN .....	15
2.4.	FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA REFERENTE A SUELOS.....	16
2.4.1.	SECCIÓN III CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS DEL SUELO .....	16
2.5.	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	17
2.6.	BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES .....	19
	CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	20
3.1.	UBICACIÓN.....	20
3.2.	DURACIÓN DEL TRABAJO.....	20
3.3.	VARIABLES ESTUDIADAS.....	20
3.3.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	20
3.3.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	21
3.4.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.5.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	21
3.6.	MÉTODOS EMPLEADOS EN LA FASE DE LABORATORIO .....	21
3.7.	PROCEDIMIENTOS.....	21
3.7.1.	ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE YUCA DE LA COMUNIDAD SAN PABLO DE TARUGO .....	21
3.7.2.	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO .....	22
3.7.2.1.	FASE 1: ESTUDIOS DE CAMPO.....	22
3.7.2.2.	FASE 2: ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	23
3.7.2.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....	23
3.7.2.4.	ESTABLECIMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO .....	23
3.7.3.	PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YUCA EN SAN PABLO DE TARUGO-CANUTO.....	25
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1.	ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE YUCA DE LA COMUNIDAD SAN PABLO DE TARUGO .....	26
	.....	28
4.2.	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO.....	29
4.2.2.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL SUELO (ICS) .....	32
3.3.	PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YUCA EN SAN PABLO DE TARUGO-CANUTO.....	33
	OBJETIVOS .....	35
	OBJETIVO GENERAL.....	35

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES .....	35
RESPONSABLE .....	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	42
5.1. CONCLUSIONES .....	42
5.2. RECOMENDACIONES .....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS.....	48

## CONTENIDO DE CUADROS

	<b>Páginas</b>
<b>Cuadro 2.1.</b> Guía general para la interpretación de análisis de suelos (parámetros químicos).....	<b>17</b>
<b>Cuadro 4.1.</b> Análisis químicos etapa de precosecha.....	<b>32</b>
<b>Cuadro 4.2.</b> Análisis químicos etapa de cosecha.....	<b>32</b>
<b>Cuadro 4.3.</b> Relaciones cationes y suma de bases intercambiables del suelo etapa de precosecha.....	<b>32</b>
<b>Cuadro 4.4.</b> Relaciones cationes y suma de bases intercambiables del suelo etapa de cosecha.....	<b>33</b>
<b>Cuadro 4.5.</b> Indicadores de calidad de suelos, unidades de medida, Valores máximos y mínimos definidos para el suelo cultivado de yuca.....	<b>33</b>
<b>Cuadro 4.6.</b> Parámetros y valores del índice de calidad de suelos.....	<b>33</b>
<b>Cuadro 4.7.</b> Clases de suelos.....	<b>34</b>
<b>Cuadro 4.8.</b> Prácticas de manejo para uso de pesticidas.....	<b>37</b>
<b>Cuadro 4.9.</b> Prácticas ambientales para reducir pérdida de M.O.....	<b>39</b>
<b>Cuadro 4.10.</b> Prácticas para el manejo de pasivos ambientales de yuca.....	<b>40</b>

## CONTENIDO DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 2.1.</b> Principales componentes de la calidad de suelo.....	<b>13</b>
<b>Figura 3.1.</b> Mapa de la comunidad de San Pablo de Tarugo.....	<b>21</b>
<b>Figura 4.1.</b> Flujograma de las actividades productivas en el cultivo de yuca.....	<b>29</b>
<b>Figura 4.2.</b> Flujograma de entradas de materias y salidas de cada actividad.....	<b>29</b>

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de las actividades productivas del cultivo de yuca en la calidad del suelo de la comunidad San Pablo de Tarugo. Fue una investigación de tipo no experimental, se emplearon métodos descriptivos y de análisis químico cuantitativo de laboratorio, realizados a las muestras tomadas en época de precosecha y cosecha en tres lotes de producción de yuca seleccionados. Se identificó a la preparación de suelo, preparación de estaquillas, siembra, resiembra, deshierba, cosecha, embalaje y comercialización como actividades acostumbradas a realizarse en la zona del cultivo durante el proceso productivo de la yuca. Los análisis químicos de suelo demuestran que los valores de K y Ca se encuentran en su nivel más elevado, el P entre los niveles de medio a alto, el Mg entre medio y óptimo, mientras que la M.O (materia orgánica) se encuentra entre el nivel medio y óptimo, su pH en un nivel óptimo de acuerdo con los valores establecidos en la tabla general para la interpretación de fertilidad del suelo (Molina y Meléndez, 2002). Se estableció que el suelo cultivado de yuca es de calidad moderada según el índice de calidad de suelos (Cantú *et al.*, 2009). Tomando en cuenta estos resultados se realizó una guía de buenas prácticas ambientales que cuenta con actividades y políticas para mejorar el rendimiento del cultivo y cuidar el ecosistema.

**PALABRAS CLAVES:** Precosecha, postcosecha, buenas prácticas ambientales, ecosistema.

## **ABSTRACT**

The research aimed to evaluate the influence of the production activities of yucca cultivation in soil quality of San Pablo de Tarugo community. It was a non-experimental research, descriptive and quantitative chemical analysis laboratory test on the samples taken preharvest and harvest time in three batches of selected yucca production methods were used. The results showed to be relevant for the production process of yucca to the activities of soil preparation, preparation of cuttings, planting, replanting, weeding, harvesting, packaging and marketing as usual in the area of cultivation activities. Chemical analyzes of soil indicates that values of P, K, Ca, Mg is at its highest level, while the OM (organic matter) is located between the middle and lower level, its pH varies between ranges slightly acid, according to the values established by the Laboratory of soil, plant tissues and waters Pichilingue Experiment Station - INIAP. Considering these results as a guide to good environmental practices that has activities and policies to improve crop yields and protect the ecosystem.

## **KEY WORDS**

Preharvest, postharvest, good environmental practices, ecosystem.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Bautista *et al.* (2004), dicen que a pesar de la importancia para la vida, el suelo no ha recibido de la sociedad la atención que merece. Su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad. Por lo tanto, los científicos se enfrentan al triple desafío de intensificar, preservar e incrementar la calidad de la tierra. Para ello, es necesario contar con una sólida concepción de la calidad y con indicadores de calidad o salud de la tierra y de manejo sostenible de la misma, tal como se cuenta para dar seguimiento a variables sociales y económicas.

En Ecuador la yuca es una raíz considerada parte de la seguridad alimentaria de la población, especialmente de las regiones costa y sierra, con amplio potencial de desarrollo agroindustrial. Las zonas que más la cultivan se encuentran en la provincia de Manabí, destacando la parroquia de Canuto del cantón Chone por el valor agregado que se le otorga a su raíz a través de productos y subproductos con diferentes usos. En el país, con énfasis en la provincia de Manabí, el cultivo de la yuca es mayormente producido por pequeños/as y medianos/as productores/as, en suelos pobres por lo general con pendientes, utilizando pocos insumos.

En Manabí, el mayor porcentaje de productores está constituido por agricultores de escasos recursos, los cuales realizan la siembran generalmente como cultivo de subsistencia en superficies de 0.25 a 5.0 hectáreas. A nivel intensivo se siembran variedades desarrolladas o recomendadas por el INIAP, la producción en el 2003 fue de 22400 toneladas métricas y la superficie cosechada fue de 5000 hectáreas, disminuyendo en el 2005 a 20640 toneladas métricas en la misma superficie cosechada en el 2003. Del 2005 al 2007 la producción aumentó a 25730 Toneladas en 5251 ha, 27691 en 6076 y 29172 en 6085, respectivamente (SICA, s.f).

Se evidencia que los procesos productivos de pre-cosecha y cosecha son manejados de forma tradicional. No conocen de los efectos positivos o

negativos que sus actividades pueden generar a la calidad de los suelos que utilizan de forma continua, ni conocen medidas adecuadas desde lo ambiental para el manejo del suelo - planta para la protección de los ecosistemas.

Por lo que para conocer la calidad del suelos será necesario reconocer las funciones del suelo, que de acuerdo a Bautista *et al*, (2004) señalan las siguientes: (1) promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible); (2) atenuar contaminantes ambientales y patógenos (calidad ambiental); y (3) favorecer la salud de plantas, animales y humanos. En el caso de esta investigación se asumió una de sus funciones que es la de promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible), con énfasis en las propiedades químicas.

Por lo expuesto se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo influyen las actividades productivas del cultivo de yuca en la calidad del suelo, de la comunidad San Pablo de Tarugo?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Desde lo teórico - social - ambiental es importante por cuanto esta investigación se constituye en una fuente de información para los productores de la zona, para que mejoren su calidad de vida, con el mejoramiento de las buenas prácticas agrícolas en el manejo técnico del cultivo, a través del conocimiento de las actividades productivas del cultivo así como la influencia de las mismas en la calidad de los suelos donde se cultiva, con alternativas tecnológicas amigables con el ambiente que disminuya los costos de producción.

Es importante desde lo práctico ya que la comunidad de San Pablo de Tarugo, de la parroquia Canuto, cantón Chone, sus habitantes se caracterizan por disponer como actividad principal proveedora de recurso económicos a la producción de yuca. En esta zona se concentra la mayor superficie de siembra,

se estima que estos productores siembran más de 1000 hectáreas por año, como materia prima para sus plantas de procesamiento de almidón de yuca, las cuales del total nacional de 367 rallanderías la mayoría se concentran en esta zona productora (Hinostroza *et al.*, 2000).

Se considera que esta actividad productiva por ser intensiva y continua podría causar impactos negativos en los suelos donde se cultiva tradicionalmente.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la influencia de las actividades productivas del cultivo de yuca en la calidad del suelo de la comunidad San Pablo de Tarugo.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Analizar las actividades productivas del cultivo de yuca
- ✓ Determinar la calidad del suelo, con base en indicadores químicos
- ✓ Elaborar una propuesta de buenas prácticas Ambientales para la producción de yuca en San Pablo de Tarugo-Canuto

### **1.4. HIPÓTESIS**

Las actividades productivas del cultivo de yuca influyen negativamente en la calidad del suelo, de la comunidad San Pablo de Tarugo.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA YUCA**

#### **2.1.1. PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YUCA**

De las 203 millones de toneladas de raíces frescas de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) que se producen en el mundo, aproximadamente el 18% (37 millones de toneladas), es producida por América Latina y el Caribe. Siendo un cultivo ampliamente extendido en el mundo, abarca alrededor de 90 países tropicales y subtropicales, se calcula que sus raíces alimentan alrededor de 5 millones de personas (Servicio de Información y Censo Agropecuario SICA, s.f). Su cultivo se considera rústico y de amplia adaptación a una gama de suelos, climas, además de soportar largos períodos de sequía. Se siembra en suelos con textura arenosa, hasta arcillosos arenosos, pasando por los francos y en altitudes desde el nivel del mar hasta 1700 m, temperatura promedio 24°C y humedad relativa cercana al 72% (CIAT, 2000).

En Ecuador se la cultiva desde el nivel del mar hasta los 2400 metros de altura (San José de Minas, Pichincha); tanto en la Costa, Sierra (algunos valles) y en el Oriente ecuatoriano; constituye un cultivo tradicional explotado durante siglos; en el oriente por indios y colonos y en la Costa y Sierra por la población nativa, repercutiendo favorablemente en el aspecto social y económico; el promedio de producción nacional es de 9-10 ton/ha (CONCOPE, 2008).

En Ecuador, especialmente en la provincia de Manabí la yuca es un cultivo desarrollado en su mayoría por pequeños y medianos productores, en suelos pobres y con pocos insumos. Estos cultivos presentan problemas de bajos rendimientos, deterioro postcosecha, baja disponibilidad de variedades mejoradas, escasa adopción de tecnologías en pre y postcosecha y dificultad en la comercialización (INIAP, 2008, Barrera *et al.*, 2010).

Según Hinostroza *et al.* (2000), se considera a la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) como una de las mayores fuentes de carbohidratos que consume gran parte de la población de las áreas marginales de la costa ecuatoriana, así como

de la región oriental. Sus raíces, tanto frescas como secas, se emplean en la alimentación humana y animal, vislumbrándose un gran potencial agroindustrial y posibilidades de exportación.

El INIAP con el apoyo del SENACYT entre 2008 al 2010 desarrolló tecnología de pre y postcosecha que permitieron conocer condiciones sociales, económicas, productivas y ambientales, sobre el estado actual de la yuca en Manabí y sus posibles soluciones (INIAP, 2008).

La yuca tiene diferentes escenarios de forma de cultivar. Los agricultores en la costa, siembran en asociación, en la Sierra se produce principalmente en monocultivo. Según el CONCOPE, (2008) en Manabí, a más del monocultivo se practica mucho la asociación con otros cultivos: yuca-maíz, yuca-frejol caupí.

### **2.1.2. SUELO**

El cultivo requiere suelos de preferencia sueltos, profundos y con algo de materia orgánica. La preparación del suelo debe tener una profundidad de 20 a 30 cm (Universidad Agraria La Molina, 2007).

### **2.1.3. VARIEDADES Y DENSIDAD DE SIEMBRA**

De acuerdo a Hinojosa *et al.* (2000) con variedades mejoradas de yuca (INIAP Portoviejo 650 y 651), el INIAP ha logrado la máxima producción con 15.000 plantas/ha. El agricultor emplea poblaciones de 5.000 plantas/ha cuando asocia y 10.000 plantas/ha para yuca en monocultivo, poblaciones que se encuentran dentro de los rangos establecidos. En conclusión, la densidad depende del tipo de planta, la fertilidad del suelo y las malas hierbas existentes.

### **2.1.4. MATERIAL DE SIEMBRA Y PLANTACIÓN**

Las estacas como material de siembra deben tener un tamaño promedio entre 15-20 cm, provenientes de plantas maduras. Se debe plantar las estacas de

forma oblicua, debajo del suelo entre 3-5 cm en el costillar del surco. Tener cuidado en la dirección de los brotes, éstos deben de apuntar hacia el surco. Para el Departamento de Ingeniería agrónoma INFOAGRO, (2008) las épocas de siembra en Manabí y la Costa ecuatoriana, coinciden con las primeras lluvias, entre los meses de diciembre y febrero, en la Amazonía entre febrero y marzo. En la Sierra y en zonas donde se presentan condiciones de pluviosidad permanente, la siembra se puede realizar en cualquier época del año.

### **2.1.5. MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS**

Con una buena rotación de cultivos y una adecuada preparación de los suelos, se consigue una baja frecuencia de malas hierbas. Es importante controlarlas al comienzo del desarrollo de la yuca, puesto que al coincidir con el periodo de lluvias, se evita que las semillas de las malezas germinen. El uso de herbicidas pre emergentes resulta bastante eficiente (INFOAGRO, 2008).

### **2.1.6. MANEJO DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN**

IICA – INIAP citado por CONCOPE (2008) consideran varios aspectos:

#### **a) Relación nutrición suelo y calidad**

En el Ecuador, los suelos utilizados a su cultivo presentan un pH entre 6.5 y 7.5, bajos contenidos de materia orgánica, nitrógeno y azufre, medianas o altas disponibilidades de fósforo y altos contenidos de potasio, calcio y magnesio; y variables de hierro, manganeso cobre y zinc. Sin embargo en las zonas de Santo domingo de los Colorados (Pichincha), Quevedo (Los Ríos) o la Maná (Cotopaxi) son frecuentes los suelos con medianas disponibilidades de fósforo y/o potasio.

#### **b) Demandas nutricionales de la yuca**

La yuca para su desarrollo y producción utiliza grandes cantidades de nutrientes; se estima que en una producción de 25 t de raíces/ha se retira del suelo aproximadamente 55 kg de N, 26 kg de  $P_2O_5$ , 105 kg de  $K_2O$ , 25 kg de CaO y 16 kg de MgO; a la vez que las plantas en total extraen del suelo 174 kg/ha de N, 72 kg/ha de  $P_2O_5$ , 200 kg/ha de  $K_2O$ , 100 kg/ha de CaO y 42 kg/ha

de MgO. Alrededor del 60% de las cantidades de nutrientes utilizadas es reincorporada al suelo en los residuos vegetales, considerándose por lo tanto a la yuca un cultivo poco agotador de los suelos.

### **c) Acciones de los nutrientes sobre el crecimiento y maduración de la planta**

Las cantidades totales requeridas de cada nutrimento para cualquier cultivo dependen de dos factores: 1) el nivel de rendimiento y 2) la concentración promedio del elemento en toda la planta que se requiere para producir ese rendimiento. Bajo condiciones favorables de crecimiento es de esperarse que la yuca produzca aproximadamente 18 t/ha de materia seca total durante los primeros 12 meses de crecimiento. Este nivel de productividad corresponde aproximadamente a 30 t/ha de raíces frescas.

### **d) Diagnóstico de deficiencias nutricionales y toxicidades**

El diagnóstico de los problemas nutricionales se realiza generalmente mediante 1) observación de síntomas de deficiencia o toxicidad, 2) análisis del suelo y de la planta y 3) aplicación de varios elementos y observación de las respuestas de la planta.

**Síntomas:** Los síntomas de deficiencia nutricional y toxicidad en la yuca fueron determinados por Krochmal y Samuels (1968) y Howell (1974) en cultivos de arena, y por Lee (1973), Asher (1975), en soluciones nutritivas. Lozano *et al.* (1976) y Asher *et al.* (1980), citado por IICA-INIAP (s.f.). Esta información se puede resumir brevemente como sigue:

**Deficiencias: N** - crecimiento reducido de la planta; en algunos cultivares, amarillamiento uniforme de las hojas, el cual comienza con las hojas inferiores pero pronto se extiende a toda la planta.

**P** - crecimiento reducido de la planta, hojas pequeñas, tallos delgados; en condiciones severas, amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales se tornan flácidas y necróticas y caen al suelo.

**K** - crecimiento reducido de la planta, hojas pequeñas; en condiciones muy severas, manchas púrpuras, amarillamiento y necrosis de los ápices y márgenes de las hojas inferiores; necrosis de los pecíolos o del tejido del tallo; grietas finas en el tallo.

**Ca** - crecimiento reducido de la raíz; hojas superiores pequeñas y deformes.

**Mg** - marcada clorosis intervenal en las hojas inferiores; cierta reducción en la altura de la planta.

**S** - amarillamiento uniforme de las hojas superiores; algunas veces se han observado síntomas similares en las hojas inferiores.

**B** - altura reducida de la planta, entrenudos y pecíolos cortos, hojas jóvenes pequeñas y deformes; manchas púrpura-gris en las hojas completamente extendidas; exudación pegajosa en el tallo y los pecíolos; reducción del desarrollo lateral de la raíz.

**Cu** - deformación y clorosis uniforme de las hojas superiores, enrollamiento hacia arriba de las puntas y los márgenes de las hojas; pecíolos largos y pendientes en las hojas completamente extendidas; crecimiento reducido de la raíz.

**Fe** - clorosis uniforme de las hojas superiores y de los pecíolos, los cuales se vuelven blancos en condiciones severas; crecimiento reducido de la planta; hojas jóvenes pequeñas pero no deformes.

**Mn** - clorosis intervenal de las hojas superiores o intermedias; clorosis uniforme en condiciones severas; crecimiento reducido de la planta; hojas jóvenes pequeñas pero sin deformación.

**Zn** - manchas intervenales amarillas o blancas en las hojas jóvenes, las cuales se estrechan y desarrollan clorosis en el ápice vegetativo en condiciones severas; manchas necróticas de las hojas inferiores; crecimiento reducido de la planta.

**Toxicidades: Al** - reducción de la altura de la planta y del crecimiento de la raíz; amarillamiento de las hojas viejas bajo condiciones severas.

**B** - manchas necróticas en las hojas viejas, especialmente a lo largo de los márgenes foliares.

**Mn** - amarillamiento de las hojas viejas con puntos de color púrpura-pardo a lo largo de las nervaduras; las hojas se tornan flácidas y caen al suelo.

Los síntomas de deficiencia de macronutrientes en concentraciones de solución son mucho menores en la yuca que en otros cultivos.

#### **e) El análisis químico del suelo o de plantas y el conocimiento de la fertilidad del suelo**

Los análisis químicos de suelos o plantas son importantes para conocer sus estados nutricionales; cuando elementos del suelo se presentan deficientes, las plantas de yuca muestran síntomas no muy característicos, por la elevada capacidad de adaptación del cultivo a suelos relativamente pobres.

#### **f) Cuando y cada cuanto hacer análisis de suelo y/o tejidos**

La ausencia de síntomas claros de deficiencia de macronutrientes en la yuca indica que los problemas nutricionales pueden pasarse por alto fácilmente. Posiblemente puede ser la razón por la cual la yuca tiene la reputación de no "necesitar" un suelo fértil. También significa que los análisis de suelo y planta se hacen más importantes para determinar el estado nutricional de la planta.

El muestreo del suelo y su análisis antes de la siembra hace posible el diagnóstico y corrección de los problemas nutricionales antes de que ellos afecten el crecimiento de la planta. Es muy importante estandarizar las técnicas de muestreo de las plantas ya que las concentraciones de nutrimentos varían entre las partes de la planta y cambian con la edad de la misma. Se selecciona un tejido indicador, del cual se obtiene una muestra en la época en que mejor indica el estado nutricional de la planta.

### 2.1.7. COSECHA

Hay variedades precoces (6-7 meses), semitardías (8-10 meses) y tardías (18-24 meses); para la cosecha las plantas deben estar maduras y desojarse, cortar los estacones, después proceder con el arrancado o jalado, en un suelo preferentemente húmedo para producir menor daño a las raíces reservantes (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2007).

En Manabí, Según Hinojosa y Cárdenas, (1991) los métodos de cosecha donde se utiliza palanca o "polín" y sogas son mayormente empleados por la facilidad que representa. El arranque manual es preferido en zonas que poseen suelos blandos. Se utilizan métodos como el "nudo de puerco", "la cadena", etc. que demandan mayor tiempo o mano de obra en la cosecha que otros métodos menos conocidos y más eficaces como "el ocho" y "el lazo".

La yuca fresca en su fase de comercialización pasa por una serie de dificultades, el incremento desmedido de los precios y el deterioro del producto que muchas veces llega al consumidor en malas condiciones. La comercialización de la yuca se realiza durante todo el año, a nivel de productor mayorista. Al salir del productor el precio se incrementa y los canales de comercialización de mayor flujo están entre mayorista-minorista de mercado-consumidor (49%) y mayorista-minorista de mercado-supermercado-consumidor (18%). Los consumidores prefieren las variedades negras (cáscara café) (CONCOPE, 2008).

Este mismo autor (CONCOPE, 2008) señala que otra actividad económica importante de la yuca es la producción de sus derivados (procesamiento de almidón y harinas), se estima que existe un buen potencial de los sectores industriales que demandan estos productos. Los principales mercados están localizados en Guayaquil, Quito, Cuenca y Ambato, debido a la concentración de diferentes tipos de industrias. La oferta nacional anual de los productos derivados de la yuca (1990), asciende a 5.960 toneladas, aproximadamente. Sin embargo, ésta no abastece el mercado. En el procesamiento participan más de 200 rallanderías. Existen 21 empresas (18 en Manabí y 3 en Esmeraldas), que están agrupados en asociaciones y uniones.

## **2.2. ASPECTOS RELACIONADO CON LA CALIDAD DEL SUELO**

### **2.2.1. CALIDAD AMBIENTAL**

La calidad ambiental es el conjunto de características del ambiente, en función a la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos (MAP, 2013).

### **2.2.2. CALIDAD AMBIENTAL DEL SUELO**

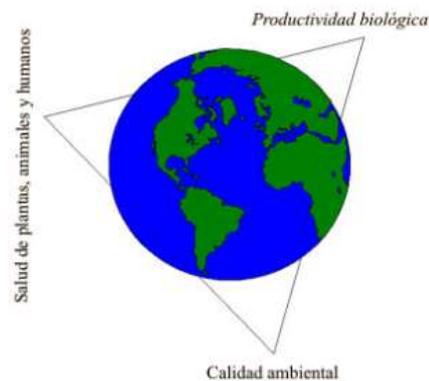
De acuerdo al MAE (2004), es la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa, y que posibilita su utilización para un propósito específico en una escala amplia de tiempo.

### **2.2.3. CALIDAD DEL SUELO**

Según Bautista *et al.* (2004), el adecuado manejo de los conceptos sobre estos temas debe redundar en un mejor manejo de la sostenibilidad del recurso, de la agricultura sostenible y en la toma de decisiones de políticas de uso del suelo. El desarrollo de indicadores de calidad del suelo debería basarse en el uso de este recurso y en la relación entre los indicadores y la función del suelo que se esté evaluando. Deben considerarse propiedades edáficas que cambien en un periodo de tiempo relativamente corto.

De acuerdo a Carter *et al.* (1997) citado por Bautista *et al.* (2004) manifiestan que la calidad del suelo debe interpretarse como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo. El término calidad del suelo se empezó a acotar al reconocer las funciones del suelo: (1) promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible); (2) atenuar contaminantes ambientales y patógenos (calidad ambiental); y (3) favorecer la salud de plantas, animales y humanos (Figura 2.1.). Al desarrollar este concepto, también se ha considerado que el suelo es el substrato básico para las plantas; capta, retiene y emite agua; y es un filtro ambiental efectivo. En consecuencia,

este concepto refleja la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa.



**Figura 2.1.** Principales componentes de la calidad de suelo (Doran y Parkin, 1994).

Para Gregorich et al. (1994) la calidad de suelo es una medida de su capacidad para funcionar adecuadamente con relación a un uso específico. Arshad y Coen (1992) le dieron a este concepto una connotación más ecológica; la definieron como su capacidad para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía para la producción de cultivos, preservando un ambiente sano. Las definiciones más recientes de calidad del suelo se basan en la multifuncionalidad del suelo y no sólo en un uso específico, pero este concepto continúa evolucionando (Singer y Ewing, 2000). Estas definiciones fueron sintetizadas por el Comité para la Salud del Suelo de la Soil Science Society of America (Karlen et al., 1997) como la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el habitat. Estas investigaciones concuerda con lo manifestado por García *et al.*, (2012), quienes indican que el término calidad del suelo se comenzó a usar al reconocer las funciones del suelo (Doran y Parkin, 1994; Karlen *et al.*, 1997, citados por García *et al.*, 2012).

Según Gaspari *et al.*, (2011), señalan que entre los problemas ambientales que causan mayor preocupación a nivel mundial se encuentran los referidos a la degradación de las tierras. Los procesos de degradación del suelo suelen

traducirse en una reducción de la productividad de los cultivos y los recursos hídricos.

#### **2.2.4. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO**

**Indicadores físicos:** Las características físicas del suelo son una parte necesaria en la evaluación de la calidad de este recurso, ya que no se pueden mejorar fácilmente (Singer y Ewing, 2000, citado por García *et al.*, 2012). La calidad física del suelo se asocia con el uso eficiente del agua, los nutrientes y los pesticidas, lo cual reduce el efecto invernadero (Navarro *et al.*, 2008), (Singer y Ewing, 2000, citado por García *et al.*, 2012), y conlleva un incremento de la producción agrícola.

**Indicadores químicos:** Los indicadores químicos se refieren a las condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y los microorganismos (SQI, 1996). Entre ellos se encuentran la disponibilidad de nutrientes, el carbono orgánico total, el carbono orgánico lábil, el pH, la conductividad eléctrica, la capacidad de absorción de fosfatos, la capacidad de intercambio de cationes, los cambios en la materia orgánica, el nitrógeno total y el nitrógeno mineralizable (García *et al.*, 2012).

**Indicadores biológicos:** Los indicadores biológicos propuestos integran gran cantidad de factores que afectan la calidad del suelo como la abundancia y subproductos de micro y microorganismos, incluidos bacterias, hongos, nematodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Incluyen funciones como la tasa de respiración, ergosterol y otros subproductos de los hongos, tasas de descomposición de los residuos vegetales, N y C de la biomasa microbiana. Como la biomasa microbiana es mucho más sensible al cambio que el C total se ha propuesto la relación C del suelo para detectar cambios tempranos en la dinámica de la materia orgánica (FAO, 2006).

##### **2.2.4.1. TEXTURA DEL SUELO**

La proporción de cada elemento del suelo se llama la textura, que representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena

gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición (Rucks *et al.*, (2004).

#### **2.2.4.2. POTENCIAL HIDROGENO (pH) DEL SUELO**

Los suelos pueden tener una reacción ácida o alcalina, y algunas veces neutral. La medida de la reacción química del suelo se expresa mediante su valor de pH (Vásquez, 2005, citado por Sainz *et al.*, 2011).

#### **2.2.4.3. MATERIA ORGÁNICA**

La materia orgánica del suelo (MO) es un indicador de salud del suelo y su efecto positivo sobre la sostenibilidad del sistema productivo ha sido ampliamente documentado. Para un determinado ambiente, los niveles de MO más elevados se encuentran en pastizales naturales, y cuando estos sistemas son cultivados, se produce una rápida caída de la MO seguida por una declinación más lenta hasta un nuevo estado estable. El nivel de MO en dicho estado va a depender del clima, suelo y del manejo del mismo (labranzas, rotaciones, secuencias de cultivos agrícolas, fertilización). La intensificación de la actividad agrícola y la falta de rotaciones con pasturas han producido un deterioro de los niveles de MO, los que en algunos casos, dependiendo del tipo de suelo y textura, presentan sólo el 50% de su nivel original (Sainz *et al.*, 2011).

#### **2.2.4.4. INTERACCIÓN PLANTA – SUELO**

Para Fedearroz, (2000), la calidad de suelo es una medida de su capacidad para funcionar adecuadamente con relación a un uso específico. Le dieron a este concepto una connotación más ecológica; la definieron como su capacidad para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía para la producción de cultivos, preservando un ambiente sano. Todo tipo de vida depende de la calidad del suelo para su supervivencia. Por ende, la protección de este recurso natural debe ser una política nacional e internacional. Para

lograr lo anterior y, al mismo tiempo, un manejo adecuado del suelo, es necesario contar con indicadores que permitan evaluar su calidad.

FAO, (2006) inidica que el desarrollo de indicadores debe hacerse con base en las funciones del suelo que se evalúan; considerando aquellas propiedades edáficas sensibles a los cambios de uso del suelo. En materia de calidad de suelo, se requiere ampliar la perspectiva original enfocada sólo a suelos agrícolas para incluir también suelos forestales de ecosistemas naturales y modificados con fines específicos como el urbano o el pecuario.

### **2.2.5. CAPACIDAD DEL SUELO**

De acuerdo a TULSMA (2003) la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa, y que posibilita su utilización para un propósito específico en una escala amplia de tiempo.

### **2.2.6. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO**

Es la determinación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, que definen su calidad ambiental.

## **2.3. ANÁLISIS DE SUELOS Y SU INTERPRETACIÓN**

Según Meléndez (2002) señala que el análisis del suelo es una herramienta muy útil para poder diagnosticar los problemas nutricionales que sufre el suelo por diversas condiciones, logrando establecer medidas para lograr un manejo sustentable de este recurso. Por medio de los análisis es posible conocer la cantidad y disponibilidad de nutrientes en el suelo (Infopos, 1997) citado por Meléndez (2002).

**Cuadro 2.1.** Guía general para la interpretación de análisis de suelos (parámetros químicos)

PARÁMETRO	UNIDAD	BAJO	MEDIO	ÓPTIMO	ALTO
Ph	cmol/L	< 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Ca	cmol/L	< 4	4 - 6	6 - 15	> 15
Mg	cmol/L	< 2	1 - 3	3 - 6	> 6
K	cmol/L	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 0.8	> 0.8
Acidez	cmol/L	---	0.3 - 1	< 0.3	> 1
S.A	%	---	10 - 30	< 10	> 30
P	mg/L	< 12	12 - 20	20 - 50	> 50
Fe	mg/L	< 5	5 - 10	10 - 50	> 50
Cu	mg/L	< 0.5	0.5 - 1	1 - 20	> 20
Zn	mg/L	< 0.2	2 - 3	3 - 10	> 10
Mn	mg/L	< 5	5 - 10	10 - 50	> 50
B	mg/L	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1	> 1
S	mg/L	< 12	12 - 20	20 - 50	> 50
M.O	%	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
RELACIONES CATIÓNICAS		Ca/Mg 2 - 5	Ca/K 5 - 25	Mg/K 2.5 - 15	(Ca+Mg)/K 10 - 40

**Autores:** Molina y Meléndez (2002)

CATIE (1978) y el Ministerio de Agricultura (1986) citados por Molina, (2002) desarrollaron una guía para poder realizar la interpretación de análisis de suelos, la cual contiene valores referenciales de cada nutriente, clasificándolos como bajo, medio, optimo o alto.

## 2.4. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA REFERENTE A SUELOS

### 2.4.1. SECCIÓN III CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS DEL SUELO (Anexo2, Tulsma, 2015)

**Art. 212. Calidad de Suelos.-** Para realizar una adecuada caracterización de este componente en los estudios ambientales, así como un adecuado control, se deberán realizar muestreos y monitoreos siguiendo las metodologías establecidas en el Anexo II y demás normativa correspondiente. La Autoridad Ambiental Competente y las entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, en el marco de sus competencias, realizarán el control de la calidad del suelo de conformidad con las normas técnicas expedidas para el efecto. Constituyen normas de calidad del suelo, características físico-químicas y biológicas que establecen la composición del suelo y lo hacen

aceptable para garantizar el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de la población.

De acuerdo a la Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados TULSMA (2015) describe el proceso para:

**“Muestreo y análisis de suelos”.** **De la toma de muestras para caracterización de suelos:** Para áreas con tipo de suelo homogéneo se toma una muestra compuesta por hectárea, formada por 15 a 20 submuestras, cada una con un peso no inferior a 0.5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm, las submuestras son mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se toma un peso de entre 0.5 y 1.0 kg, que sirve para realizar los análisis requeridos. Para ejecutar el muestreo, se traza una cuadrícula sobre el área del suelo a ser afectada por el proyecto, y dentro de ella se toman las submuestras de forma aleatoria hasta completar el número señalado. En caso de existir diversidad de tipos de suelo, se toma una muestra compuesta para cada uno de los tipos presentes en el área, de acuerdo a las condiciones antes señaladas. Para proyectos cuya superficie sea menor a 1 ha, las muestras son simples, y para superficies mayores a 1 ha son muestras compuestas.

Asimismo, TULSMA (2015) describe el proceso para:

**“Métodos analíticos”.** **De los métodos analíticos:** Los análisis físicos, químicos y microbiológicos requeridos, deben ser realizados por laboratorios acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano o el que lo reemplace, y siguiendo las metodologías estipuladas y validadas para cada caso. Los parámetros requeridos por la presente norma serán determinados en base seca de muestras de suelo.

## **2.5. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

La Constitución de la República del Ecuador (2008), en los Artículos 14, 264 y 415, se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y

ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, “sumak kawsay”.

ALFATECLIMIN (2007) hace un análisis de las Leyes ambientales ecuatorianas que las resume así: Con la promulgación de la Constitución Política de la República del Ecuador en 1998, que reconoce a las personas, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; de forma a preservar el medio ambiente y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable fue promulgada la Ley de Gestión Ambiental Ley no. 37. ro/ 245 de 30 de julio de 1999 para cumplir con dichos objetivos.

***Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria:*** En el año 2003 se publica el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) que unifica la legislación secundaria ambiental, para facilitar a los ciudadanos el acceso a la normativa requerida. Constituye un texto reglamentario bastante amplio de la normativa ecuatoriana vigente en la Ley de Gestión Ambiental y con lo que queda en vigor de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Se trata, pues, de una herramienta legal de desarrollo detallado, en el nivel reglamentario de la legislación relacionada al tema ambiental en general, a los impactos ambientales, al régimen forestal y afines, etc.

Libro VI: Calidad ambiental, Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes : recurso agua, Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente, Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones, Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, Anexo 7: Listados nacionales de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador.

## **2.6. BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES**

**El Art. 71** de la Constitución de la República del Ecuador, en su tercer inciso manifiesta que el Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema (Aguñaga, 2010).

La Secretaria Nacional Jurídica de la Presidencia de la República y el Ministerio del Ambiente mediante el oficio N<sup>o</sup>. T.5389-SNJ-10-1144 acuerdan:

**Art. 1.-** El presente Acuerdo Ministerial tiene como objetivo promover las buenas prácticas en entidades del sector público para apoyar en la reducción de la contaminación ambiental.

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

El diseño de la propuesta de investigación se enmarcó en la normativa institucional (ESPAM MFL, 2012).

### 3.1. UBICACIÓN

El estudio se ejecutó en la comunidad de San Pablo de Tarugo, parroquia Canuto, cantón Chone (Figura 3.1.)

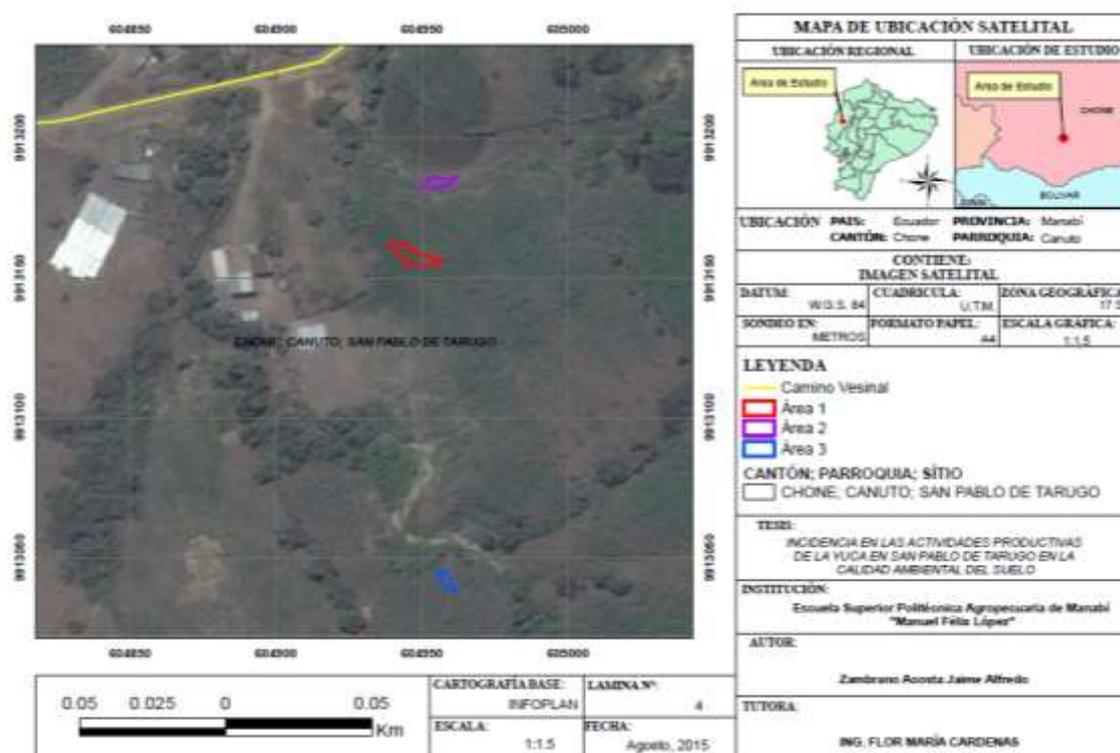


Figura 3.1. Mapa de la comunidad de San Pablo de Tarugo

### 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

El tiempo de duración de la investigación fue de 12 meses, desde octubre 2014.

### 3.3. VARIABLES ESTUDIADAS

#### 3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Actividades productivas del cultivo de yuca

### **3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad del suelo

### **3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Fue una investigación de tipo no experimental, los investigadores no tuvieron control sobre las variables independientes, ya que no podían manipular los hechos ocurridos y solo se limitaron a la observación, recolección de información, análisis y presentación de datos.

### **3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

La investigación se realizó empleando los métodos: descriptivo, que se fundamenta en recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar, los resultados de las observaciones. Según Colás (2011) este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una determinada situación; y el método de análisis químico cuantitativo de laboratorio.

### **3.6. MÉTODOS EMPLEADOS EN LA FASE DE LABORATORIO**

Los métodos empleados por el laboratorio de suelos, tejidos vegetales y aguas de la Estación experimental tropical “Pichilingue” del INIAP para el análisis de las muestras de suelo fueron:

- **Relación suelo: agua (1:2,5):** pH
- **Colorimetría:** Fosforo
- **Absorción atómica:** Potasio, Calcio y Magnesio
- **Titulación con Welkley Black:** Materia orgánica

### **3.7. PROCEDIMIENTOS**

#### **3.7.1. ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE YUCA DE LA COMUNIDAD SAN PABLO DE TARUGO**

Se utilizó la técnica de entrevistas interactiva (Grijalva *et al.*, 2004), como instrumento metodológico para la recolección de información en campo, con los

productores de yuca de la comunidad de San Pablo de Tarugo, como informantes claves, seleccionados con base a los principales criterios como fueron el grado de conocimiento sobre el cultivo de yuca, su proceso productivo, y la competencia narrativa de dichos productores. Las entrevistas se basaron en estas preguntas fundamentales como temas principales a ser considerados, lo cual estimuló sus activas participaciones como informantes en el proceso, lo que facilitó la identificación de tres lotes de superficie entre 0,50 a 1 ha, por ser la superficie de siembra más común de producción del cultivo de yuca y analizar las etapas o pasos del proceso de sus actividades productivas realizadas durante el ciclo del cultivo, como servicios que entran y salen, obteniendo al final el producto de un flujograma del proceso de campo.

### **3.7.2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO**

La determinación de la calidad del suelo estuvo comprendida en dos fases: de campo y de laboratorio.

#### **3.7.2.1. FASE 1: ESTUDIOS DE CAMPO**

Se seleccionaron tres lotes destinados a la producción de yuca, que cultivan el tamaño de superficie tradicional en la zona que va entre 0,5 a 1 ha, con la variedad INIAP Portoviejo 651, bautizada por ellos como Levapan, que es la utilizada para la producción de almidón de yuca por su tasa de conversión de 5:1, es decir utilizan cinco quintales de yuca para producir un quintal de almidón al 12% de humedad. Para la variable dependiente todos sus indicadores fueron evaluados en los tres lotes en las fases de precosecha y cosecha.

En los tres lotes seleccionados se estableció la calidad de los suelos donde se cultiva la yuca, con base a la observación de las características de la zona, apoyado con entrevistas de expertos locales en el cultivo. Se tomaron muestras del suelo georeferenciadas en dos momentos: en la fase de precosecha, (antes de la siembra) y en la fase de cosecha, para determinar el nivel de los factores químicos que posibilitaron evaluar su calidad, como potencial hidrógeno (pH),

contenidos fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) y materia orgánica (MO).

Se tomaron las muestras de acuerdo a la recomendación de TULSMA (2015), el número de alícuotas de suelo no fue inferior a 16 por hectárea, de las cuales ocho fueron tomadas en superficie y ocho a 0.5 m de profundidad en los mismos puntos de muestreo, siendo el peso de cada espécimen no inferior a 0.5 kg. Las alícuotas se mezclaron y homogenizaron para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, la cual tuvo un peso de entre 0.5 y 1.0 kg, que sirvió para realizar los análisis requeridos.

### **3.7.2.2. FASE 2: ANÁLISIS DE LABORATORIO**

La aplicación de los métodos analíticos fueron los análisis químicos requeridos, los cuales se efectuaron en los laboratorios de suelos, tejidos vegetales y aguas de la Estación experimental tropical “Pichilingue”, para los parámetros requeridos, de acuerdo a la metodología y protocolos establecidos para cada caso. Los parámetros requeridos de acuerdo a norma del TULSMA (2015) fueron determinados en base seca de muestras de suelo.

Con base a los requerimientos del cultivo y los encontrados en el análisis de los suelo se determinó la calidad química de los suelos donde se produce yuca.

### **3.7.2.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

Para la interpretación de los resultados obtenidos en la fase laboratorio (etapa de precosecha y cosecha), se empleó la guía general (Cuadro 2.1) propuesta por Molina y Meléndez (2002), con valores de referencia establecidos sobre la fertilidad del suelo.

### **3.7.2.4. ESTABLECIMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO**

Para determinar la calidad del suelo cultivado de yuca se seleccionaron los indicadores de calidad del mismo (parámetros evaluados mediante análisis químicos) y se valoró la calidad mediante un índice, empleando el valor promedio de los parámetros, el cual indica la clase de calidad del suelo según

la metodología elaborada por Cantú *et al.*, (2009), misma que se describe a continuación:

Para la obtención de un valor único de cada parámetro se promediaron los datos obtenidos en los análisis realizados a las muestras de ambas etapas. Se establecieron los valores máximos y mínimos, obteniendo el promedio de los mismos medidos en los suelos de referencia que establecen Molina y Meléndez (2002) en la Guía general para la interpretación de análisis de suelos.

Los valores de los parámetros posteriormente promediados fueron normalizados empleando una escala entre 0-1, que significa la peor y mejor condición de calidad con respecto al valor máximo, por lo cual existen dos situaciones:

- Cuando el valor máximo del indicador ( $I_{max}$ ) corresponde a la mejor situación de calidad de suelo, el valor normalizado del indicador debe ser igual a 1, calculándolo de la siguiente manera:

$$V_n = \frac{(I_m - I_{min})}{(I_{max} - I_{min})}$$

- Cuando el valor  $I_{max}$  corresponde a la peor situación de calidad de suelo ( $V_n = 0$ ) y se calcula como:

$$V_n = 1 - \frac{(I_m - I_{min})}{(I_{max} - I_{min})}$$

Dónde:

**$V_n$**  = valor normalizado

**$I_m$**  = medida del indicador

**$I_{max}$**  = valor máximo del indicador

**$I_{min}$**  = valor mínimo del indicador

Por último, se promedió los valores de todos los indicadores, obteniendo un índice de calidad del suelo (ICS), para interpretar el valor del ICS se utilizó una escala de transformación (cuadro 4.7.) que contiene cinco clases de calidad.

### **3.7.3. PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YUCA EN SAN PABLO DE TARUGO-CANUTO**

Se realizó con base a los resultados una propuesta de una guía que cuenta con actividades para mejorar la calidad del proceso productivo de la yuca en la comunidad de San Pablo de Tarugo, la misma que fue propuesta a las autoridades parroquiales.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE YUCA DE LA COMUNIDAD SAN PABLO DE TARUGO**

Se evidenció que las actividades productivas de pre-cosecha y post-cosecha de la yuca, los productores(as) las desarrollan como actividades productivas donde participa activamente la familia, compuesta de hombres y mujeres, especialmente en postcosecha en el procesamiento de ésta raíz para la obtención del almidón de yuca.

Las actividades identificadas que se realizan tradicionalmente en la zona de cultivo fueron:

#### **Preparación del suelo**

Los productores(as) no aran el terreno, solo se realiza la limpieza del mismo y posteriormente se acumulan dichos residuos en varias pilas, unas se queman y otras se dejan descomponer para recuperar la materia orgánica del suelo. Para esta actividad según ellos requieren 10 personas/ha. A cada persona se le paga entre 15 a 20 USD/ día de trabajo entre 6 a 8 horas.

#### **Variedad utilizada.**

Todos los productores estudiados emplean la variedad de yuca INIAP PORTOVIEJO 650, que ellos la han bautizado como la yuca Leva Pan, por cuanto esta variedad tiene una tasa de conversión de rendimiento de raíces fresca para almidón es de 5:1, es decir que para obtener un quintal de almidón de yuca requieren de cinco quintales de raíces frescas, según ellos con las variedades tradicionales tenían una tasa de conversión de 10:1. Esta variedad la vienen utilizando desde 1997.

#### **Preparación de estaquillas**

Se evidenció que seleccionan las varetas maduras con un diámetro entre 2 a 3 cm y sanas, sin enfermedades ni daños físicos, cortan con machete las nuevas estaquillas de aproximadamente 20 cm de largo , con 4 a 5 nudos, las

cuales pueden ser sembradas al día siguiente o hasta ocho días después. Utilizan 2083 varetas con longitudes 0,80 a 1,00 de largo. De cada vareta obtienen entre 4 a 5 estaquillas. No emplean ningún producto químico para la desinfección de las estaquillas. Para esta actividad de preparación requieren dos personas/ha.

### **Siembra**

Utilizan una distancia de siembra de 1 m entre calles y 1,20 m entre surcos, con un total de 8,333 plantas/ha. La siembra se la realiza manualmente introduciendo la estaquilla a una profundidad de 5 a 8 cm en la posición acostumbrada de forma vertical. Requieren entre 10 a 15 personas/ha

### **Resiembra**

Los productores la efectúan a los 15 días después del sembrado. Utilizan entre 1 a 2 personas/ha.

### **Deshierba**

El combate de malezas se realiza de forma manual (deshierbas con machete) a los 30 y 90 días después de la siembra, sin aplicar químicos. Utilizan 10 personas/ha

### **Controles fitosanitarios**

Según los productores no acostumbran a realizarlo.

### **Cosecha**

Se la realizó empleando el método del arranque manual apoyado con palanca, sogas y machete, entre los ocho y 12 meses, en el caso de la variedad INIAP Portoviejo 651. Según los productores sus rendimientos están sobre los 600qq/ha (27 t/ha). En esta labor se emplean 20 personas /ha.

### **Embalaje**

El producto se almacena en sacos para poder transportarlo desde el cultivo hasta la planta productora de almidón del sitio. Se requieren 4 personas/ha.

## Comercialización

Los productores venden el producto cosechado a la planta procesadora de almidón de yuca de la zona, y esta a su vez les brinda los insumos y materias primas para las cosechas.

Las actividades productivas identificadas en el cultivo de la yuca en San Pablo de Tarugo, se resumen en el flujograma de procesos (Figura 4.1, 4.2.)

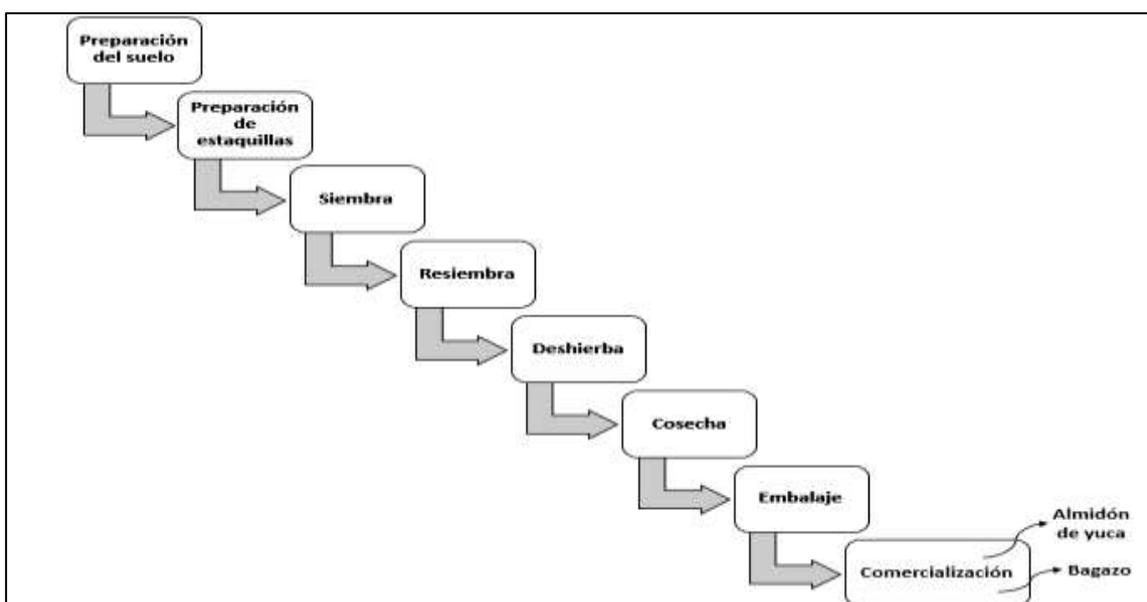


Figura 4.1. Flujograma de las actividades productivas en el cultivo de yuca

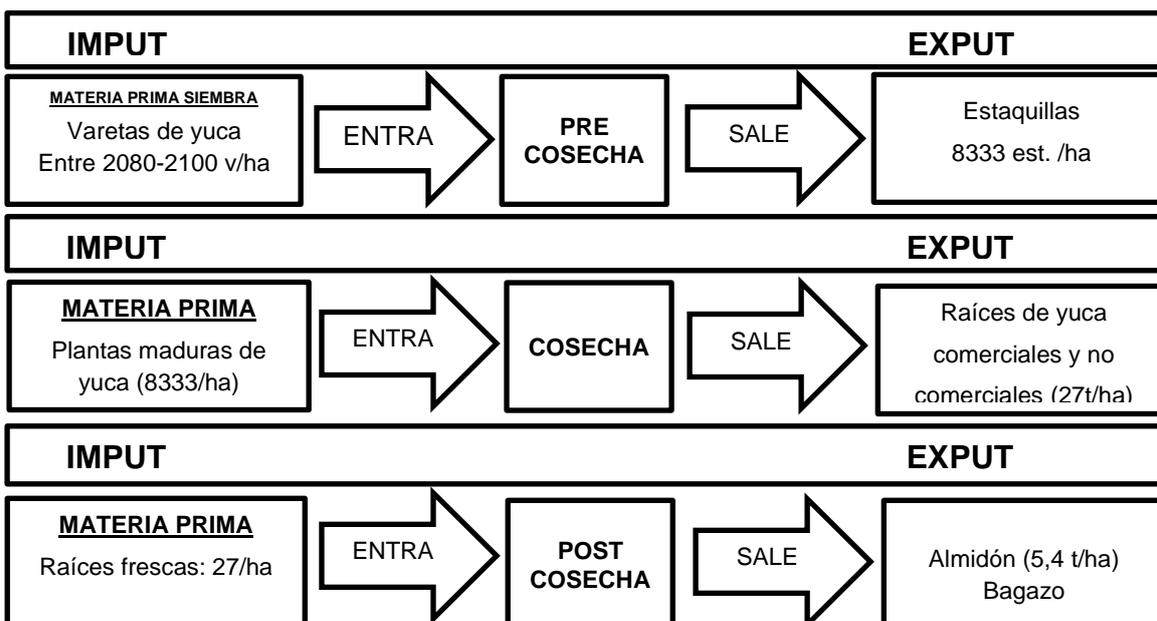


Figura 4.2. Flujograma de entradas -salidas de las actividades relevantes en el proceso productivo de la yuca

De manera general se observó que el proceso productivo participa toda la familia de preferencias los hombres, involucrando a las mujeres adultas y mayores, más en la fase de postcosecha de valor agregado como el proceso de almidón y los subproductos, con énfasis en el pelado de las raíces. Según ellos, en cuanto al suelo prefieren sembrar en los suelos de topografía alta (en lomas), con pendiente que muchas veces sobrepasan el 60%, Se evidencia que la labranza del suelo es mínima para la siembra.

## **4.2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO**

Las muestras fueron recolectadas bajo el procedimiento dispuesto por el TULSMA (2015), y se enviaron al Laboratorio de suelo, tejidos vegetales y aguas de la Estación Experimental de Pichilingue – INIAP, recolectadas en la etapa de la precosecha y de postcosecha.

### **4.1.1. CALIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS**

Los resultados de pH en la etapa de precosecha y cosecha colocan al suelo en nivel óptimo (Cuadro 4.1. 4.2.), con valores que van desde 5,7 a 6,2. Para Cabalceta y Molina (2006) el pH óptimo para la mayoría de los cultivos debería estar entre 6 y 7, aunque muchos cultivos de origen tropical pueden crecer bien con un pH de 5,5 a 6. Los pH's menores a 5,5 o arriba de 7,5 ya restringen bastante el crecimiento en las plantas, debido a que estos valores indican la existencia de varias condiciones desfavorables, tales como deficiencias de Ca y Mg, altos contenidos de aluminio y alta fijación de fósforo a pH bajo (Padilla, s.f.).

Los suelos analizados en etapa de precosecha mostraron valores medios (17 ppm) y altos (68 y 54 ppm) de fosforo (cuadro 4.1.), no siendo así en la segunda etapa (cuadro 4.2.) la cual presenta niveles óptimos del mismo (45, 46 y 36 ppm). Según Cabalceta y Molina (2006), dicen que sólo los suelos que han sido manejados durante muchos años con altas dosis de fertilizantes alcanzan valores elevados de P, y establecen 20 ppm como valor mínimo para los suelos cultivados intensivamente.

El potasio en las muestras 1, 2 y 3 de la etapa de precosecha dio como resultados 0,6 - 0,80 y 0,92 meq/100ml respectivamente, lo que indica que el suelo se encuentra en condiciones óptimas. En la segunda etapa se determinaron valores que van desde 0,84 a 1,13, los cuales se encuentran dentro del rango de alto. Para la FAO (2002), los suelos con nivel alto de K mejoran el régimen hídrico del cultivo y aumenta su tolerancia a la sequía (Cuadros 4.1, 4.2.).

La concentración de calcio (Ca) está entre 17 y 22 meq/100ml en los suelos de ambas etapas, ubicándose dentro del rango de un suelo alto o excesivo (Cuadros 4.1, 4.2.). El contenido alto de un elemento podría resultar fitotóxico para la mayoría de las plantas. Cabalceta y Molina (2006), manifiestan que la alta concentración de un elemento puede afectar la absorción de otro, como lo es entre Ca, Mg y K.

Los niveles de magnesio en ambas etapas se encuentran categorizados como medios (2-3 meq/100ml) (etapa precosecha) y óptimos (3-6 meq/100ml) (etapa cosecha), con valores que oscilan entre 2,8 y 5,3 meq/100ml (Cuadros 4.1, 4.2.). Yang (2007) citado por Cakmak y Yazici (2010), exponen que uno de los papeles bien conocidos del magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, siendo un componente básico de la clorofila, además que son varios los procesos fisiológicos y bioquímicos que se ven alterados si existe deficiencia de este elemento, afectando principalmente el crecimiento y rendimiento de la planta.

El valor porcentual de la materia orgánica (M.O.) encontrado en el suelo de ambas etapas varía entre 2,4 y 4,7%, con dicho porcentaje Molina y Melendez (2002) muestra que el suelo se encuentra en los rangos de un suelo medio o suficiente (2-5%) (Cuadros 4.1, 4.2). Kass (1996), citado por Cabalceta y Molina (2006) establecen que el contenido de materia orgánica permite estimar las reservas de N, P y S en el suelo, mejorando también muchas propiedades químicas, físicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas.

**Cuadro 4.1.** Análisis químicos de suelos etapa de precosecha

PARÁMETROS	ETAPA PRECOSECHA			Interpretación
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
pH	6,1	6,0	6,2	Óptimo
P (ppm)	17	68	54	Alto
K (meq/100ml)	0,61	0,80	0,92	Óptimo
Ca (meq/100ml)	19	22	22	Alto
Mg (meq/100ml)	2,9	2,8	4,1	Medio
M.O. (%)	4,1	4,7	3,2	Medio

**Cuadro 4.2.** Análisis químicos de suelos etapa de cosecha

PARÁMETROS	ETAPA COSECHA			Interpretación
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
pH	5,7	6,0	6,0	Óptimo
P (ppm)	45	46	36	Óptimo
K (meq/100ml)	0,84	1,13	0,99	Alto
Ca (meq/100ml)	17	18	18	Alto
Mg (meq/100ml)	3,6	5,3	5,3	Óptimo
M.O. (%)	2,8	2,4	3,4	Medio

En los cuadros 4.3 y 4.4 se muestran los valores de las relaciones catiónicas de las etapas de precosecha y cosecha de los suelos cultivados de yuca, mismos que se encuentran dentro del rango establecido por Molina y Meléndez (2002). Además se determinó la fertilidad del suelo promediando la sumatoria de las bases de cada etapa, así en la de precosecha se obtuvo 25,04 meq/100ml y en la cosecha 23,38 meq/100ml, valores que indican que el suelo es de fertilidad alta.

**Cuadro 4.3.** Relaciones cationes y suma de bases intercambiables del suelo etapa de precosecha

	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	$\Sigma$ Bases meq/100ml	Interpretación meq/100ml
<b>Muestra 1</b>	6,5	4,75	35,90	22,51	
<b>Muestra 2</b>	7,8	3,50	31,00	25,60	< 5 Baja
<b>Muestra 3</b>	5,3	4,46	28,37	27,02	5-12 Media
					>12 Alta
	<b>Promedio <math>\Sigma</math> de Bases</b>			<b>25,04</b>	

**Cuadro 4.4.** Relaciones cationes y suma de bases intercambiables del suelo etapa de cosecha

	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	$\Sigma$ Bases meq/100ml	Interpretación meq/100ml
<b>Muestra 1</b>	4,7	4,29	24,52	21,44	
<b>Muestra 2</b>	3,4	4,69	20,62	24,43	< 5 Baja
<b>Muestra 3</b>	3,4	5,35	23,54	24,29	5-12 Media
					> 12 Alta
<b>Promedio <math>\Sigma</math> de Bases</b>				<b>23,38</b>	

#### 4.2.2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL SUELO (ICS)

Para determinar la calidad de los suelos, se emplearon los parámetros analizados en laboratorio (pH, P, K, Ca, Mg y M.O) teniendo en cuenta que el número de indicadores debe ser mínimo.

En los cuadros 4.5. y 4.6 se observan los valores máximos y mínimos de los indicadores, los cuales fueron establecidos obteniendo el promedio de los valores máximos y mínimos medidos en los suelos de referencia que establecen Molina y Meléndez (2002) en la Guía general para la interpretación de análisis de suelos.

**Cuadro 4.5.** Indicadores de calidad de suelos, unidades de medida, valores máximos y mínimos definidos para el suelo cultivado de yuca.

Indicadores	Unidad de medida	I max Valor máximo	I min Valor mínimo
pH	----	7	5
Fosforo (P)	ppm	35	6
Potasio (K)	meq/100ml	0,65	0,1
Calcio (Ca)	meq/100ml	12,5	2
Magnesio (Mg)	meq/100ml	4,5	1
Materia orgánica (M.O)	%	7,5	1

**Cuadro 4.6.** Parámetros y valores del índice de calidad de suelos

Parámetro	Valor indicador
pH	0,5
Fosforo (P)	0,32
Potasio (K)	0,41
Calcio (Ca)	0,65
Magnesio (Mg)	0,85
Materia orgánica (M.O)	0,37
<b>Índice de calidad del suelo (ICS)</b>	<b>0,52</b>

Para la determinación de un valor único de cada parámetro se promediaron los datos obtenidos en los análisis realizados a las muestras de ambas etapas. Estos valores fueron normalizados empleando una escala entre 0-1, que significa la peor y mejor condición de calidad. Obteniendo un índice de calidad del suelo (ICS) de 0,52 dicho valor establece que el suelo donde se cultivó yuca, tiene una calidad moderada (0,40 – 0,59) como se especifica en la escala de transformación empleada (Cantú *et al.*, 2009), la cual contiene 5 clases de calidad del suelo (Cuadro 4.7).

**Cuadro 4.7.** Clases de suelos

Índice de calidad de suelos	Escala	Clases
Muy alta calidad	0,80 - 1,00	1
Alta calidad	0,60 - 0,79	2
<b>Moderada calidad</b>	<b>0,40 - 0,59</b>	<b>3</b>
Baja calidad	0,20 - 0,39	4
Muy baja calidad	0,00 - 0,19	5

Se evidenció que la siembra continua del cultivo de yuca no ha empobrecido dichos suelos, probablemente por cuanto el cultivo en su fase de maduración va perdiendo sus hojas, con lo que devuelve al suelo parte de lo que extrajo y a la mínima labranza de preparación del suelos.

### **3.3. PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YUCA EN SAN PABLO DE TARUGO-CANUTO**

#### **PRESENTACIÓN**

La “Guía de buenas prácticas ambientales para la producción del cultivo de yuca en San Pablo de Tarugo” busca mejorar la calidad ambiental del suelo en el cultivo de la yuca, en esta comunidad, como una estrategia ambiental.

La guía es el producto final de una secuencia progresiva de una investigación realizada durante doce meses, que conllevó un análisis sobre la evaluación de las actividades en el cultivo de la yuca respecto a la calidad del suelo, sustentado en el estudio de la FAO (2013) sobre la Intensificación Sostenible de su Producción.

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es cultivada por pequeños agricultores en más de 100 países tropicales y subtropicales. Gracias a su uso eficiente del agua y los nutrientes del suelo, así como a su tolerancia a la sequía y los ataques esporádicos de plagas, la yuca puede producir rendimientos aceptables utilizando pocos insumos, o ninguno, en zonas con suelos pobres y pluviosidad aleatoria (Ospina y Ceballos, 2002).

## **INTRODUCCIÓN**

Entre los cultivos alimentarios básicos del mundo, la yuca se consideró durante mucho tiempo el menos apto para la intensificación. El enfoque de intensificación de la revolución verde, basado en la utilización de variedades de cultivos genéticamente uniformes, la labranza intensiva, el riego, los fertilizantes y los plaguicidas, ha resultado inadecuado para la yuca en zonas seca (FAO, 2013).

No obstante, la importancia de la yuca ha cambiado radicalmente. La FAO estima que la cosecha mundial en 2012 ascendió a más de 280 millones de toneladas, lo que supuso un aumento del 60% desde el año 2000.

El rendimiento medio mundial se ha incrementado casi un 1,8% anual durante el último decenio, hasta alcanzar las 12,8 toneladas por hectárea. Si se mejora la ordenación de cultivos y suelos, y se utilizan variedades de mayor rendimiento más resistentes a las sequías, las plagas y las enfermedades (FAO, 2013).

Basado en los resultados de las actividades productivas de la yuca y la calidad química de los suelos, con la consideración de que las actividades productivas del cultivo de yuca no inciden significativamente en la calidad química del suelo se propone BPM, como medida preventiva para la reducción y/o control de posibles impactos que se podrían ocasionar por el desarrollo intensivo y extensivo de estas actividades como producto ecológico alimenticio y agroindustrial.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Plantear buenas prácticas de manejo (BPM) para prevenir, reducir y /o controlar posibles impactos de las actividades del cultivo de camote en la calidad química del suelo, en las zonas productoras de San Pablo de Tarugo, cantón Chone.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evitar en lo posible el uso de pesticidas en el cultivo de yuca.
- Evitar la pérdida de materia orgánica en los suelos donde se cultiva yuca.
- Determinar procedimientos para mejorar los posibles impactos al suelo, aprovechando los pasivos ambientales como residuos vegetales follaje y raíces no comerciales.
- Prevenir los riesgos relacionados con la seguridad de los trabajadores.

### **ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES**

La propuesta de buenas prácticas de manejo contempla las siguientes acciones:

- Que se evite el uso de pesticidas
- Prevención para reducir la pérdida de la materia orgánica en el suelo.
- Manejo adecuado de pasivos ambientales de yuca como residuos vegetales de follaje y raíces no comerciales de yuca.
- Prevención para seguridad y riesgos laborales de los productores trabajadores del cultivo de yuca.

### **RESPONSABLE**

Los responsables de ejecución de la propuesta de las Buenas Prácticas Ambientales (PBPM) serían los productores de yuca de San Pablo de Tarugo

interesados con el apoyo de la ESPAM MFL y del Programa de Raíces y Tubérculos del INIAP- E.E. Portoviejo.

Los detalles de la propuesta práctica se muestran a continuación:

**Cuadro 4.8.** Prácticas de manejo para uso de pesticidas

a) BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA USO DE PESTICIDAS					
<b>OBJETIVO:</b> Evitar el uso de los pesticidas en el cultivo de YUCA					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Zonas de san Pablo de Tarugo					
<b>RESPONSABLE:</b> Productores yuqueros de la zona					
Aspecto ambiental	Impacto a identificar	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de verificación	Plazo (semanas)
Utilización de pesticidas en el cultivo.	Contaminación por el uso inadecuado de pesticidas.	<p>-Deben realizar la aplicación de estos productos personas capacitadas adecuadamente, con el equipo apropiado, que no tengan antecedentes de enfermedades cardiológicas, respiratorias, hepática.</p> <p>-La preparación de pesticidas de acuerdo a dosis recomendadas por fabricantes se ha de efectuar en espacios abiertos, que circule aire, alejados de fuentes de aguas, ríos o arroyos y solo.</p> <p>-No ingerir alimentos durante la aplicación.</p> <p>-Señalar con rótulos el área de aplicación de pesticida, evitando que se contaminen a través del ingreso</p>	<p>-Personal capacitado</p> <p>-Suelo contaminado por la fumigación con pesticidas.</p> <p>-Residuos de pesticidas.</p> <p>-Número de personal con síntomas de intoxicación.</p>	<p>-Fotos</p> <p>-Registro de capacitaciones.</p> <p>-Registro de aplicaciones</p> <p>-Registro de mantenimiento de equipos.</p>	Durante la aplicaciones

		<p>de otras personas</p> <p>-En lo posible emplear pesticidas de compuestos orgánicos naturales, de baja concentración y persistencia.</p> <p>-Efectuar la aplicación de agroquímicos en las horas de menor radiación solar, evitando la mayor evaporación y/o volatilización del producto hacia los trabajadores o el entorno.</p> <p>-Bañarse después de efectuada la aplicación de agroquímicos.</p> <p>-Mantener en óptimas condiciones los equipos y herramientas de aplicación para evitar manipulación durante las labores de aplicación.</p>			
--	--	--	--	--	--

Cuadro 4.9. Prácticas ambientales para reducir pérdida de M.O.

<b>b) BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA REDUCIR LA PÉRDIDA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO.</b>					
<b>OBJETIVO:</b> Evitar la pérdida de la materia orgánica de los suelos donde se cultiva yuca					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Zonas de San Pablo de tarugo					
<b>RESPONSABLE:</b> Productores yuqueros					
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Impacto a identificar</b>	<b>Medidas propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Plazo (semanas)</b>
-Uso de pesticidas, plaguicidas, agroquímicos.  -Uso de maquinaria pesada.	-Pérdida de la materia orgánica del suelo.  -Pérdida de nutrientes.	-Se sugiere efectuar análisis de suelo en lotes donde se cultiva yuca para conocer las propiedades físicas y químicas, como se encuentran los contenidos y poder manejar adecuadamente la relación suelo – planta.  -Seguir aplicando labranza mínima para evitar erosiones o compactaciones, no utilizar maquinaria pesada en los suelos donde se cultivará yuca para prevenir daños directo a las capas del suelo.  -Efectuar rotaciones de cultivo, para no cansar el suelo y mantener nutrientes en el mismo.  -Se sugiere aplicar abonos orgánicos secos de origen animal o vegetal, con tratamiento natural o por acopio de este compostaje, para reducir el riesgo de contaminación microbiológica en las aplicaciones superficiales.	-Suelo contaminado por el uso de pesticidas, plaguicidas, agroquímicos  -Pérdida de la capa arable del suelo por el uso de maquinaria, donde se cultiva yuca.	-Resultados de análisis de laboratorios  -Fotos	Durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 4.10. Prácticas para el manejo de pasivos ambientales de yuca

<p><b>c) BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO ADECUADO DE PASIVOS AMBIENTALES DE YUCA COMO RESIDUOS VEGETALES DE FOLLAJE Y RAÍCES NO COMERCIALES.</b></p> <p><b>OBJETIVOS:</b> Determinar procedimientos para el manejo adecuado de pasivos ambientales de yuca como residuos vegetales de follaje, tallos y raíces no comerciales.</p> <p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Zonas de San Pablo de Tarugo</p> <p><b>RESPONSABLE:</b> Productores yuqueros</p>					
Aspecto ambiental	Impacto a identificar	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de verificación	Plazo (semanas)
Uso de residuos vegetales de yuca.	Generación de residuos sin aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Construir lugares para ensilaje de hojas y tallos tiernos.</li> <li>-Construir lugares para ensilaje de raíces no comerciales.</li> <li>-El tiempo de ensilaje será mínimo de 55 días, de acuerdo a recomendación del INIAP (2010)</li> <li>-El área para ensilaje cumplirá con condiciones mínimas:</li> <li>-Contar con un espacio para que el producto pueda ser manipulado de manera segura.</li> <li>-Utilizar en la alimentación de ganado</li> <li>-Capacitación permanente a los trabajadores de pre-cosecha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Residuos de hoja y tallos tiernos ensilados.</li> <li>-Residuos de raíces no comerciales ensilados</li> <li>-Utilización en ganado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fotos</li> <li>-Registro de ensilaje.</li> </ul>	Periodo de ensilaje.

		<p>y postcosecha.</p> <p>-Obligación de ducharse después de cada aplicación de agroquímicos, si las hubiera.</p> <p>-Mantener vigente los antidotos de cada agroquímicos, los mismos que se detallan en las etiquetas de los envases.</p>			
--	--	---	--	--	--

Cuadro 4.11. Prácticas para prevenir los riesgos de los trabajadores

**c) BUENAS PRÁCTICAS PARA PREVENIR LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES.**

**OBJETIVO:** Evitar accidentes laborales

**LUGAR DE APLICACIÓN:** Zonas de San Pablo de Tarugo

**RESPONSABLE:** Productores yuqueros

Aspecto ambiental	Impacto a identificar	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de verificación	Plazo (semanas)
<p>-Uso de pesticidas, plaguicidas, agroquímicos.</p> <p>-Uso de maquinaria e implementos de campo.</p>	<p>Uso inadecuado de agroquímicos y de los materiales del trabajo de campo</p>	<p>-Capacitación permanente a los trabajadores de pre-cosecha y postcosecha.</p> <p>-Obligación de ducharse después de cada aplicación de agroquímicos, si las hubiera.</p> <p>-Contar con un espacio para que el producto pueda ser manipulado de manera segura.</p>	<p>-Número de personal con síntomas de intoxicación.</p> <p>-Personal capacitado</p>	<p>-Fotos</p> <p>-Registro del personal capacitado.</p> <p>-Registro del personal con síntomas de intoxicación.</p>	<p>Durante todo el periodo de la cosecha.</p>

		<p>-Mantener vigente los antídotos de cada agroquímicos, los mismos que se detallan en las etiquetas de los envases.</p> <p>-Mantener en óptimas condiciones los equipos y herramientas de aplicación para evitar manipulación durante las labores de aplicación.</p>			
--	--	---	--	--	--

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- ❖ En los tres lotes cultivados de yuca, con la variedad mejorada INIAP `Portoviejo 650, en la comunidad de San Pablo de Tarugo se determinaron las actividades productivas principales como preparación de suelo, preparación de estaquillas, siembra, resiembra, deshierba, cosecha, embalaje y comercialización como actividades tradicionales realizadas en la zona del cultivo. Las actividades productivas iniciales en su fase de precosecha son relevantes y se constituyen en las principales limitantes de su producción que influye en los rendimientos, en su fase cosecha, de raíces tuberosas con calidad de acuerdo al consumo y uso.
  
- ❖ La calidad del suelo evidenciada en los indicadores químicos, a través de sus respectivos análisis químicos antes de la siembra y después de la cosecha presentó un pH en un nivel óptimo (6), contenido de MO con porcentaje de medio (3,4 %), cantidades de P consideradas entre los niveles de medio a alto (44,3 ppm), el Mg entre medio y óptimo (4 meq/100ml); y en cuanto contenidos de K (0,88 meq/100ml), Ca (19,3 meq/100ml), se encontró valores considerados altos. Se estableció que el suelo cultivado de yuca es de calidad moderada (0.52) según el índice de calidad de suelos. Según las necesidades nutricionales de la yuca estos suelos presentan condiciones adecuadas para su cultivo. Se evidenció que su siembra continua no ha empobrecido dichos terrenos, probablemente por cuanto el cultivo en su fase de maduración va perdiendo sus hojas, con lo que devuelve al suelo parte de lo que extrajo y a la mínima labranza de preparación del suelos.
  
- ❖ Se niega la hipótesis planteada, debido a que las actividades productivas del cultivo de yuca no influyen significativamente en la calidad del suelo, de la comunidad San Pablo de Tarugo.

- ❖ Se construyó una guía de buenas prácticas de manejo sostenible de producción, con actividades y políticas para mejorar el rendimiento del cultivo, sin deteriorar el suelo y cuidar el ecosistema.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- ❖ Motivar y capacitar a los agricultores y/o comercializadores del cultivo de yuca mediante charlas o conferencias para que en la etapa de preparación del suelo apliquen algún tipo de abono orgánico que les ayude a recuperar los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de la planta.
- ❖ Hacer que los cultivadores se interesen por establecer asociación de cultivo o cultivos intercalados, cubriendo la mayor superficie de suelo, manteniendo el contenido de materia orgánica, mejorando la fertilidad del suelo e incrementando los rendimientos de los cultivos, de esta manera se obtienen beneficios tanto para el suelo como para el productor.
- ❖ Promover que las autoridades locales aporten con material instructivo como lo es la guía de buenas prácticas ambientales, que pueden aplicar los productores yuqueros para mejorar la calidad del suelo y su calidad de vida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguñaga, M. 2010. Acuerdo Ministerial No. 131. Ministerio del Ambiente. EC. Consultado 2 de oct 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Acuerdo-Ministerial-131.pdf>
- ALFATECLIMIN. 2007. Leyes ambientales. Tecnologías Limpias en la Industria Minero- Metalúrgica 2007 Marco Legal - América Latina. Consultado 16 de mayo, 2014. Disponible en: [http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador\\_leyesamb.html](http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador_leyesamb.html)
- Andrade, D. y Baquero, J. 2013. Evaluación de la incidencia de las actividades del procesamiento de almidón de yuca en la calidad ambiental en san pablo de tarugo. Tesis de grado. Ingeniero en Medio Ambiente. ESPAM MFL. Calceta Manabí.
- Barrera, V; Cruz, E; Cárdenas, F; Cobeña, G; Zambrano, H. 2010. Estrategias de vida de las comunidades de pequeños/as productores/as emprendedores/as deyuca (*Manihotesculenta*Crantz) en Manabí- Ecuador. INIAP-SENACYT. Portoviejo - Ecuador. Publicación Miscelánea N 159, 82p.
- Bautista, A.; Etchevers, J.; Del Castillo R.; Gutiérrez, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. ES. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente Ecosistemas. Vol. 13, núm. 2.
- Cabalceta, G., Molina, E. 2006. Niveles críticos de nutrimentos en Ultisoles, Inceptisoles, Vertisoles y Andisoles de Costa Rica utilizando la solución extractora Mehlich 3. Agronomía Costarricense.
- Cakmak, I., Yazici, A. 2010. Magnesio: El elemento olvidado en la producción de cultivos. Informaciones Agronómicas. (En línea). TU. Consultado, 28 de ene 2016. Formato PDF. Disponible en: [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/\\$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf)
- Cantú, M; Becker, A; Bedano, J; Schiavo, H. 2009. Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices. Río cuarto-Córdova, Arg. Ciencia del Suelo. Vol. 25, n. 2. p 173-178
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2002. La yuca en el Tercer Milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT N° 327. Cali. Colombia.
- Colás, P. 2011. Métodos descriptivos. (En línea). EC. Consultado, 28 de jul 2015. Formato HTML. Disponible en:

<http://www.buenastareas.com/ensayos/M%C3%A9todos-Descriptivos/2324769.html>

CONCOPE (Consortio de Consejos Provinciales de Ecuador). 2008. Cultivo de yuca. (En línea). EC. Consultado 12 ene. 2009. Disponible en: [www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo\\_Agro/.../Cultivos.../MYuca/Manual\\_%20yuca.htm](http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/.../Cultivos.../MYuca/Manual_%20yuca.htm) - 210k

Constitución Política de la República del Ecuador. 1999. Leyes Ambientales. Ley de Gestión Ambiental del Ecuador. NO. 37. RO/ 245 DE 30 DE julio de 1999. (En línea). EC. Consultado, 14 de jun 2014. Formato HTML. Disponible en: [http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador\\_leyesamb.html](http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador_leyesamb.html)

Constitución de la República del Ecuador. 2008. Decreto Legislativo. Registro Oficial 449. (En línea). EC. Consultado 20 may. 2014. Formato PDF. Disponible en: [http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal\\_a/base\\_legal/A.\\_Constitucion\\_republica\\_ecuador\\_2008constitucion.pdf](http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal_a/base_legal/A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf)

ESPAM MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López). 2012. Manual del sistema de investigación institucional. 2a ed. Ecuador. 84p.

FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2006. Dpto. de Agricultura, Problemas y limitaciones de la producción de arroz. Consultado 10 de Junio, 2014. Disponible en: [www.fao.org](http://www.fao.org)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Ahorrar para crecer. La yuca: Guía a la intensificación sostenible de su producción. Documento de orientación. En línea. Formato HTML. Consultado el 13 de julio. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/ag/save-and-Grow/cassava/es/index.html>

Fedearroz. 2000. Manejo y conservación de suelos para la producción de arroz en Colombia. Bogotá: Fondo Nacional del Arroz.

García Y., Ramírez W., Sánchez S. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Pastos y Forrajes. Versión ISSN 0864-0394. vol.35 no.2 Matanzas abr.-jun. 2012. Matanzas, Cuba. Consultado Junio, 2014. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S08640394201200020001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S08640394201200020001)

Gaspari, F.; Rodríguez, A.; Delgado, M.; Senisterra, G; Denegri, G. 2011. Vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas serranas mediante SIG. Revista Multequina. Núm. 20. p 3.

Hinostroza, F., Cardenas, F. 1991. Métodos de cosecha de yuca. INIAP- CIID (Canadá). E.E. Portoviejo. Boletín divulgativo N. 206. Quito, Ecuador. (Agronomía-postcosecha, yuca)

\_\_\_\_ H. Álvarez; G. Cobeña. 2000. Estudio de síntesis de la yuca y su desarrollo agroindustrial en las principales zonas productivas del país. (Poligrafiado). Portoviejo, EC. 42 p.

IICA-INIAP (Instituto Interamericano de Corporación para la Agricultura - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual técnico de la yuca. (En línea). Consultado, 25 de mayo 2014. Formato PDF. Disponible en: [http://www.academia.edu/6149263/MANUAL\\_T%C3%89CNICO\\_DE\\_LA\\_YUCA](http://www.academia.edu/6149263/MANUAL_T%C3%89CNICO_DE_LA_YUCA)

INFOAGRO. 2008. Departamento de ingeniería agrónoma y contenidos. "Agricultura: El Cultivo de la yuca". (En línea). Consultado el 10 de mayo 2014 Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/yuca.html>

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2008. Innovaciones para emprendimiento de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y camote (*Ipomoea batatas* L) en la seguridad y soberanía alimentaria, y oportunidades de mercado para pequeños/as productores/as emprendedores de Manabí-Ecuador: Situación del Sector. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, EC. (Plegable promocional No.296). (2p)

MAP (Ministerio de Ambiente del Perú). 2013 (En línea). PE. Consultado, 14 de mayo 2014. Formato PDF. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/125185216/Compendio-05-Calidad-Ambiental-pdf>

Ministerio del Ambiente MA. 2004. Ley de Gestión Ambiental del Ecuador

Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Cuadro de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.

Ospina, B. y Ceballos, H. 2002. La yuca en el tercer milenio. Sistemas de modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CO. Consultado 28 de agosto 2014. Formato PDF. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/YucaTercerMilenio.pdf>

Padilla, W. s.f. Interpretación de análisis de suelos y foliar para generar un programa de fertilización. (En línea). Consultado, 1 de julio 2015. Formato HTML. Disponible en: <http://www.clinica-agricola.com/InterpretacionSuelosyFoliar.html>

Rucks, L.; García, F.; Kaplán, A.; Ponce de León, J.; Hill, M. 2004. Propiedades Físicas del Suelo. (En línea). UY. Consultado, 7 de mayo. 2014. Formato PDF. Disponible en:

<http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/FISICAS/fisicas.pdf>

Sainz, H.; Echeverría, H.; Angelini, H. 2011. Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana de Argentina. AR. Informaciones agronómicas. Núm. 2. p 6

SICA (Servicio de Información y Censo Agropecuario, EC). s.f. Yuca: La yuca en el SICA. s.f. Ecuador; producción y superficie cosechada histórica. (En línea). Ecuador, Consultado 2 may. 2014. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/cadenas/yuca/index.html>

SQI-Soil Quality Institute. Indicators for soil quality evaluation. USDA natural resources conservation service. The National Soil Survey Center / The Soil Quality Institute, NRCS, USDA / The National Soil Tilth Laboratory, Agricultural Research Service. USA. 1996

Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA). Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados. Libro VI Anexo 2. República del Ecuador. 2015. Consultado, 2 de octubre 2015. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2015/documentos/tulas.pdf>

UNA (Universidad Nacional Agraria La Molina). 2007 Programa de Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas. "La Yuca". (En línea). Consultado el 12 de Julio de 2014. Disponible en: [www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/yuca/](http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/yuca/) - 12k

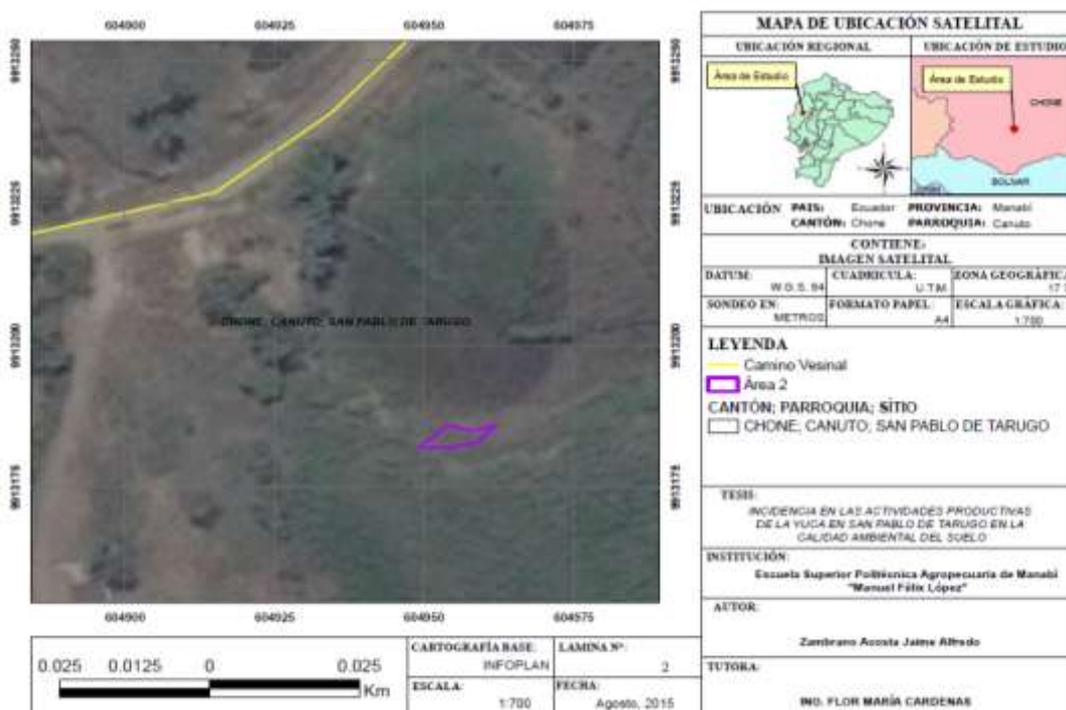
Zambrano. H. 2010. Caracterización de capitales disponibles, tipificación de productores y análisis de manejo técnico del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* crantz) para el desarrollo sostenible en cuatro localidades de Manabí. Tesis Ing. Agrícola. ESPAM. MFL.

# **ANEXOS**

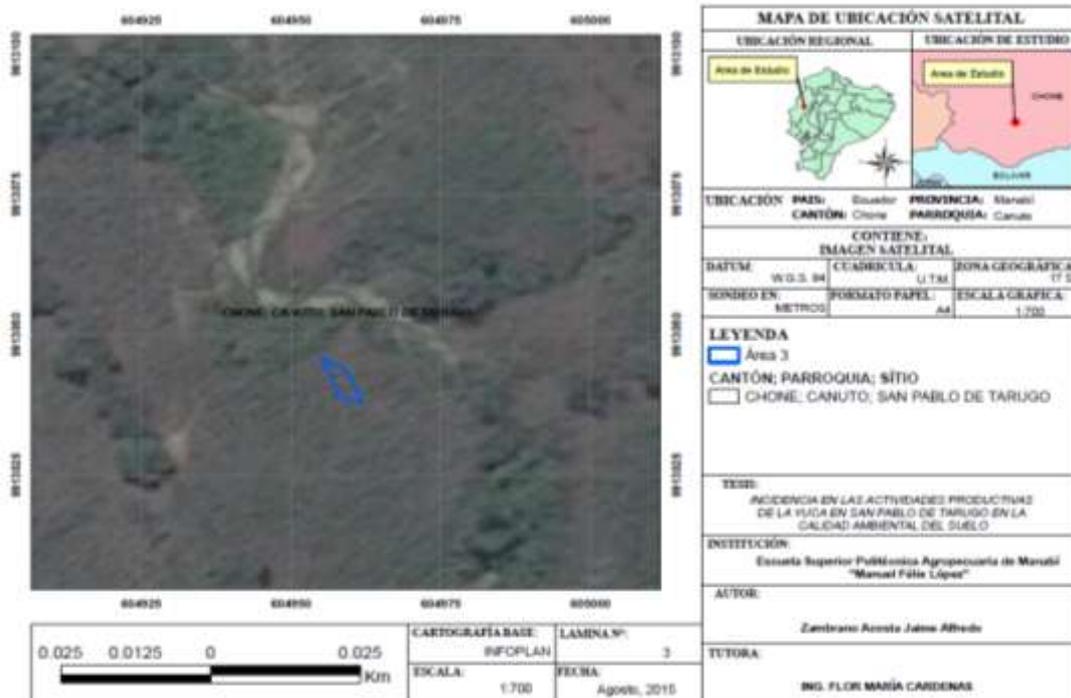
**Anexo 1. Ubicación geográfica del primer lote seleccionado para la toma de muestras**



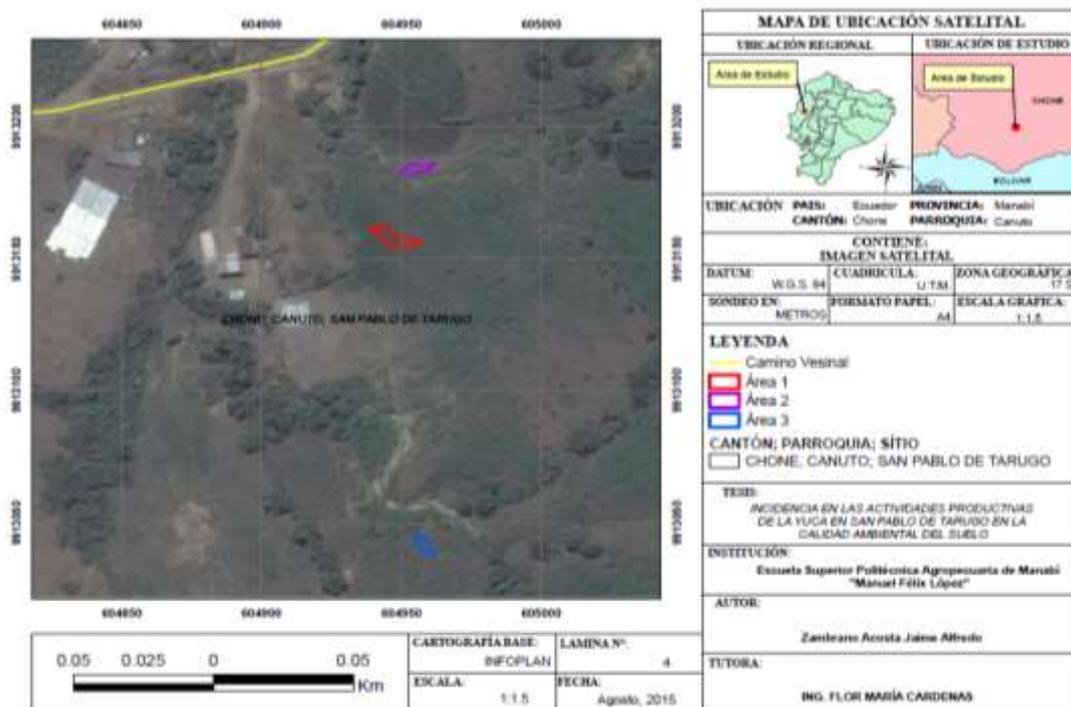
**Anexo 2. Ubicación geográfica del segundo lote seleccionado para la toma de muestras**



**Anexo 3. Ubicación geográfica del tercer lote seleccionado para la toma de muestras**



**Anexo 4. Ubicación geográfica del total del área seleccionada para la toma de muestras**



Anexo 5a. Resultados de análisis químicos – precosecha

**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empallme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador. Teléf: 052 783044 suelos.ec@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Zambrano Jaime	Nombre	: Sin nombre	Cultivo Actual	: Yuca
Dirección	:	Provincia	: Manabí	N° Reporte	: 005182
Ciudad	: Chone	Cantón	: Chone	Fecha de Muestreo	: 04/03/2015
Teléfono	:	Parroquia	: Canuto	Fecha de Ingreso	: 04/03/2015
Fax	:	Ubicación	: San Pablo de Tarugo	Fecha de Salida	: 16/03/2015

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		ppm										
	Identificación	Area	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
74203	Muestra 1		30 M	17 M	0,61 A	19 A	2,9 A	10 M	1,6 B	3,8 M	62 A	56,1 A	0,20 B
74204	Muestra 2		40 M	68 A	0,80 A	22 A	2,8 A	7 B	3,0 M	3,1 M	77 A	51,3 A	0,22 B
74205	Muestra 3		24 M	54 A	0,92 A	22 A	4,1 A	20 M	2,7 M	3,8 M	42 A	45,9 A	0,16 B

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES			
<b>MAc</b>	= Muy Acido	<b>LAc</b>	= Ligero Acido	<b>pH</b>	= Suelo: agua (1:2,5)	<b>Gham</b>	Modificado
<b>Ac</b>	= Acido	<b>PN</b>	= Pasa: Neutro	<b>S</b>	= Colormetria	<b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>	
<b>MeAc</b>	= Media: Acido	<b>N</b>	= Neutro	<b>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>	= Turbidimetría	<b>Extracción de Calcio</b>	Morobiolect
					= Absorción atómica	<b>R,S</b>	

**LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

*(Signature)*

**RESPONSABLE LABORATORIO**

*(Signature)*

*La muestra será guardada en el Laboratorio por los riesgos que se le genera por estar en un medio ácido*

Anexo 5b. Resultados de análisis químicos – precosecha



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Telf: 052 783044 suelos.ceep@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**

Nombre : Zambrano Jaime  
 Dirección :  
 Ciudad : Chone  
 Teléfono :  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**

Nombre : Sin nombre  
 Provincia : Manabí  
 Cantón : Chone  
 Parroquia : Camato  
 Ubicación : San Pablo de Tarago

**PARA USO DEL LABORATORIO**

Cultivo Actual : Yuca  
 N° de Reporte : 005182  
 Fecha de Muestreo : 04-03-2015  
 Fecha de Ingreso : 04-03-2015  
 Fecha de Salida : 16-03-2015

N° Muestr. Laborat.	mg/100ml			dS/m		C.E.		M.O.		Ca	Mg		Car+Mg		Σ Bases		RAS		ppm	Textura (%)		
	Al+H	Al	Na	Cl	S	M	A	M	M		Mg	K	K	Σ	RAS	CI	Arrenal	Limo		Arechilla	Clase Textural	
74203								4,1	M	6,5	4,75	35,90	22,51									
74204								4,7	M	7,8	3,50	31,00	25,60									
74205								3,2	M	5,3	4,46	28,37	27,02									

**INTERPRETACION**

Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y CI
B = Bajo	S = No Salino	B = Bajo
M = Medio	MS = Lig. Salino	M = Medio
T = Toxicos		A = Alto

**ABBREVIATURAS**

C.E. = Conductividad Eléctrica  
 M.O. = Materia Orgánica  
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio

**METODOLOGIA USADA**

C.E. = Conductivimetro  
 M.O. = Tinción de Walkley Black  
 Al+H = Tinción con NaOH



INiAP - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

*La muestra está guardada en el Laboratorio por las razones dadas en el formulario de recepción*

*16-03-2015 de 14:30 hrs. a las 16:00 hrs.*

*+ el profesor*

**RESPONSABLE LABORATORIO**

*x W. J. Zambrano*

**LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

Anexo 6a. Resultados de análisis químicos - cosecha



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador; Teléf: 052 783044 suelos.ceep@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : Zambrano Jaime          Dirección :          Ciudad : Chone          Teléfono :          Fax :</p>	<p><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : San Pablo de Tarago          Provincia : Manabí          Cantón : Chone          Parroquia : Curuto          Ubicación : San Pablo de Tarago</p>	<p><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Cultivo Actual : Yuca          N° Reporte : 005245          Fecha de Muestreo : 27/03/2015          Fecha de Ingreso : 27/03/2015          Fecha de Salida : 28/04/2015</p>
--	--	---

N° Muest. Laboral.	Datos del Lote		ppm						meq/100ml				ppm			
	Identificación	Area	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B			
74546	Muestra 1 Cosecha		23	45	0,84	17	3,6									
74547	Muestra 2 Cosecha		23	46	1,13	18	5,3									
74548	Muestra 3 Cosecha		16	36	0,99	18	5,3									



<p><b>INTERPRETACION</b></p> <p>pH : 5,7 MeAc          6,0 MeAc          6,0 MeAc</p> <p>Elementos de N a B : B = Bajo, M = Medio, A = Alto</p> <p>RC = Requiere Cal</p> <p>LAf = Liger Acido, LAI = Lige Alcalino          PN = Pnac Neutro, MeAl = Medio Alcalino          MeAc = Medio Acido, N = Neutro, Al = Alcalino</p>	<p><b>METODOLOGIA USADA</b></p> <p>pH : Suelo: agua (1:2,5)          N,P,B : Olsen Modificado          S : Colorimetría          K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn : Turbidimetría          Zn : Absorción atómica</p>
--	--

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

  
**ALIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

La muestra será guardada en el laboratorio por los meses siguientes a la fecha de muestreo.  
 Teléfono: 052 783044

Anexo 6b. Resultados de análisis químicos - cosecha



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.ceip@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Zambrano Jaime Dirección : Ciudad : Chone Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : San Pablo de Tarugo Provincia : Manabí Cantón : Chone Parroquia : Canuto Ubicación : San Pablo de Tarugo	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : Yuca N° de Reporte : 005245 Fecha de Muestreo : 27/03/2015 Fecha de Ingreso : 27/03/2015 Fecha de Salida : 28/04/2015
---	---	---

N° Muest. Laborat.	meq/100ml		dS/m		M.O.		Ca	Mg	Ca+Mg	Σ Bases	RAS	ppm	Textura (%)		
	Al+H	Al	Na	C.E.	(%)	M.O.							Arenal	Limo Arcilla	Clase Textural
74546					2,8	B	4,7	4,29	24,52	21,44					
74547					2,4	B	3,4	4,69	20,62	24,43					
74548					3,4	M	3,4	5,35	23,54	24,29					



<b>INTERPRETACION</b> Al+H, Al y Na : H = Bajo M = Medio T = Tóxico NS = No Salino LS = E.p. Salino C.E. = Salino S = Salino MS = Muy Salino	<b>ABBREVIATURAS</b> C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio	<b>METODOLOGIA USADA</b> C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Walkley Black Al+H = Titulación con NaOH
---	---	--


  
 M. Serrano  
 RESPONSABLE LABORATORIO


  
 J. Chacón  
 RESPONSABLE LABORATORIO

Este informe es válido para el uso en el laboratorio  
 por las normas técnicas en el área de regulación  
 tecnológica en los resultados

M. Serrano  
 RESPONSABLE DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

**Anexo 7.** Entrevista con uno de los agricultores de la zona



**Anexo 9.** Toma de puntos fase cosecha



**Anexo 8.** Toma de puntos fase precosecha



**Anexo 10.** Cosecha

