



## Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Fecha de Presentación: Junio 2010.

Estación Experimental: Santa Catalina.

Programa / Departamento: Departamento de Manejo de Suelos y Aguas.

Proyecto: Código: 63303. Generación de tecnología para la nutrición de plantas.

Actividad: Efecto de la vinaza en el rendimiento de una mezcla forrajera en un suelo Andisol, al tercer año de aplicación.

Ubicación: Provincias: Pichincha.  
Cantón: Mejía.  
Parroquia: Cutuglagua.  
Localidad: EESC – INIAP.

Autor: Egdo. Emilio Vaca Tamayo.

Coautores : Ing. Franklin Valverde.

Colaborador(es): Ing. Rusbel Jaramillo (LEVAPAN-ECUADOR).

Fecha de Inicio: Junio 2010.

Fecha de Terminación: Junio 2011.

Presupuesto: USD 10490,86

Fuente(s) de Financiamiento:

INIAP	21%
LEVAPAN	33%
EGRESADO	46%
TOTAL	100 %

## 1- ANTECEDENTES

Según el SICA/MAG (2002), el área de pasturas en Ecuador (nativas y naturalizadas), ha sido estimada en 5 510 000 ha, de estas 1 865 460 ha corresponden a páramos y 883 400 ha son pasturas naturalizadas.

La producción de pastos y agrícola en general, se ve amenazada por una degradación acelerada de los recursos agrícolas, especialmente de los suelos. El deterioro del potencial productivo de los suelos agrícolas se ha incrementado en las últimas décadas debido, entre otros factores, al uso indiscriminado de tecnologías de producción agropecuaria de poca sostenibilidad, al laboreo intenso de suelos, al uso de maquinaria inadecuada y al monocultivo extensivo (Nieto *et al.* 2004).

La promoción de una agricultura dependiente de productos comercializables, como fertilizantes químicos y plaguicidas, que hoy en día representan la mitad del costo total de la producción y la falta de técnicas adecuadas de fertilización, han contribuido a un sobre uso de químicos tóxicos que están dañando los ecosistemas, provocando nuevos brotes de plagas y enfermedades, suelos con una vida biótica cada vez menor y aguas contaminadas (Jacobsen *et al.* 2002).

Estudios realizados por el INIAP y el CIP han mostrado que la consecuencia más seria de la dependencia creciente de insumos sintéticos en la agricultura puede ser el deterioro de la salud humana de los productores y consumidores, tanto como la perturbación ecológica que interrumpe mecanismos naturales de manejo de plagas y fertilidad de suelos (Crissman *et al.* 2002).

Por lo indicado y sabiendo que la producción de levadura de Levapan, desecha aproximadamente 35000 litros de vinaza al día, una alternativa es usarla como fertilizante líquido, ya que presenta gran contenido de materia orgánica y nutrientes. Sarria y Preston (1992), reportan que un metro cúbico de vinaza diluida contiene sales minerales equivalente a 2,5 kg de urea (46 %N), 0,3 kg de superfosfato triple (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y 15,7 kg de KCl (60% K<sub>2</sub>O), siendo una fuente de fertilización mineral. Entre los compuestos orgánicos más importantes, están los alcoholes, ácidos orgánicos y aldehídos. Además incrementa la capacidad de intercambio catiónico y aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo (Machado 2007).

Las vinazas son el subproducto de la fermentación industrial de la melaza para la obtención de levaduras (Pérez *et al.* 2003) y constituye un material altamente contaminante si se deposita directamente en un cuerpo de agua, debido a su alto contenido de materia orgánica, lo cual hace necesario su tratamiento antes de ser eliminado (Cordovés 2009).

El Departamento de Manejo de Suelos y Aguas del INIAP, investigó la respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de diferentes dosis de vinaza en un suelo Mollisol, y concluyó que la vinaza mejoró las características físicas, químicas y biológicas del suelo. El mayor porcentaje de humedad gravimétrica (17,14%), se obtuvo al aplicar la dosis de 125 m<sup>3</sup>/ha de vinaza, mientras que el tratamiento químico y el testigo absoluto obtuvieron

15,59% y 15,38% respectivamente; existió incrementos en macro, micro nutrientes y biomasa microbiana (57,61%), de manera proporcional a la dosis aplicada (Taday 2009).

Trabajos realizados por este mismo Departamento, en la Unidad de Producción de Leche, de la Estación Santa Catalina en el 2008, muestran que la aplicación de diferentes dosis de vinaza en una mezcla forrajera, incrementó 68% el rendimiento de forraje fresco en comparación con el testigo absoluto; el mayor rendimiento obtenido fue con la dosis de 100 m<sup>3</sup>/ha/año de vinaza superando en 1,4% al tratamiento con fertilización química. Los tratamientos con vinaza presentaron similares rendimientos de forraje en comparación con el tratamiento químico (Jaramillo 2010).

El mismo autor comenta que la mejor eficiencia agronómica de la vinaza se encontró aplicando 25 m<sup>3</sup> de vinaza/ha/año, lo cual incrementó 1,94 t/ha de forraje fresco por cada m<sup>3</sup> de solución. Además esta dosis cubre los requerimientos de macro y micro nutrientes que el cultivo necesita para su desarrollo. Las dosis altas presentaron un excedente de nutrientes en el suelo, características que mejoran su fertilidad e incrementó la actividad biológica del mismo

En el segundo año de investigación, los rendimientos de forraje fresco obtenidos en los tratamientos con vinaza, superaron en un 58,7% al testigo absoluto, el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de 75 m<sup>3</sup>/ha/año, superando en un 1,96% al tratamiento químico, así como también se manifestó una mejora en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, por efecto de las dosis de vinaza. En general se mantuvo las tendencias registradas en el primer año de estudio (INIAP 2009).

El tercer año de estudio pretende evaluar el efecto acumulativo de la aplicación de dosis de vinaza y corroborar los resultados obtenidos en los periodos preliminares mediante un análisis comparativo de los 3 años.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El río Machangara es severamente contaminado con 35 000 m<sup>3</sup>/día de vinaza, a fin de reducir el impacto ambiental, una alternativa pertinente es su utilización como fertilizante líquido, que aportará con nutrientes requeridos por el cultivo de pasto, dentro de un enfoque de producción limpia y mejoramiento de suelos de baja fertilidad, esto beneficiará a los agricultores cuyos rendimientos de pastos son bajos debido a los altos costos de los fertilizantes químicos utilizados para la producción.

La presente investigación busca determinar la dosis óptima económica de vinaza y el efecto acumulativo en tres años consecutivos de su aplicación, en el rendimiento de una mezcla forrajera y las propiedades físicas, químicas y biológicas en un suelo Andisol. Los resultados permitirán diseñar una recomendación de fertilización en mezclas forrajeras para incrementar los rendimientos de biomasa en pastos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. General**

Determinar el efecto de la vinaza como fuente de nutrientes en el rendimiento de una mezcla forrajera y en las propiedades físicas, químicas y biológicas en un suelo Andisol, al tercer año de aplicación.

#### **3.2. Específicos**

- Evaluar el efecto acumulativo de los niveles de vinaza en tres años de aplicación sobre el rendimiento de una mezcla forrajera.
- Determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas en el suelo al tercer año de aplicación de vinaza.
- Realizar el análisis de resultados obtenidos en los tres años de investigación.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### **4. HIPÓTESIS**

Ho: La vinaza no tiene efecto en el rendimiento de una mezcla forrajera y en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

### **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1. Materiales**

##### **5.1.1. Material experimental**

- Insumos: herbicidas.
- Fuente de nutrientes: vinaza, fertilizantes.

##### **5.1.2. Materiales de campo**

- Libro de campo.
- Barreno de tubo.
- Muestreador de núcleos de suelo.
- Jalones de madera
- Flexómetro
- Soga plástica.
- Balde de plástico de 10 litros con graduación.
- Tanques plásticos de 200 litros.
- Manguera.
- Balanza tipo reloj, precisión 100gr.
- Estacas.
- Combo.
- Piola.
- Azadón.
- Hoz.
- Guadaña.

- Fundas plásticas.
- Fundas de papel.
- Marcador.

### 5.1.3. Materiales y equipos de laboratorio

- Equipos del laboratorio de análisis de suelos y foliar.
- Estufa.
- Balanza digital con dos decimales.
- Frascos de vidrio.
- Reactivos.
- Desecador.

### 5.1.4. Materiales y equipos de oficina

- Hojas de papel.
- Esferográficos.
- Calculadora.
- Computadora.
- Impresora.

## 5.2. Metodología

### 5.2.1. Características del sitio experimental

#### 5.2.1.1. Localización política y geográfica

La investigación se realizará en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP, se encuentra ubicada en la Panamericana Sur Km 1 (Cuadro1).

**Cuadro 1.** Localización del ensayo.

Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglagua
Altitud	3069 m
Latitud	0° 21' 39" S
Longitud	78° 33' 13" O

**Fuente:** INIAP 2008

### 5.2.1.2. Condiciones climáticas

**Cuadro 2.** Características climáticas del lugar del ensayo.

<b>Variables climáticas</b>	<b>Parámetros</b>
Precipitación anual (mm)	1400
Temperatura media anual (°C)	11,6
Humedad relativa anual (%)	79

**Fuente:** INAMHI, Estación Meteorológica Izobamba, 2009.

### 5.2.1.3. Zona de vida

La clasificación ecológica del sitio donde se lleva a cabo el ensayo corresponde a bosque muy húmedo montano (b.m.h.M) (Cañadas 1983).

### 5.2.1.4. Características edáficas

La investigación se realizará en un suelo perteneciente al orden Andisol; los que se caracterizan por ser negros, profundos, limosos o limo arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos del 30% de arcilla en el primer metro, con una saturación de bases mayor al 50% y generalmente se encuentran entre 2600 m a 3200 m de altitud y con un pH ligeramente ácido a neutro, son de color negros o pardos (zonas frías o templadas), pardo rojizo (zonas cálidas) y sobre todo tienen una muy buena fertilidad (Mejía 1986).

**Cuadro 3.** Clasificación taxonómica del suelo en estudio.

<b>Orden</b>	Andisol
<b>Suborden</b>	Udands
<b>Gran grupo</b>	Hapludands
<b>Subgrupo</b>	Typic Hapludands

**Fuente:** Maldonado 2010<sup>1</sup>

### 5.2.1.5. Características físicas y químicas

Las características físicas y químicas del sitio en estudio se presentan en el cuadro 4.

<sup>1</sup>Maldonado, E. 2010. Descripción del perfil del suelo en campo. SIGAGRO/MAGAP. Cutuglagua, 2010. Comunicación personal.

**Cuadro 4.** Análisis físico-químico del suelo al primer año

Elemento	Unidad	Valor	Interpretación
N	ppm	46,00	<b>M</b>
P	ppm	36,00	<b>A</b>
S	ppm	7,30	<b>B</b>
K	meq/100ml	0,69	<b>A</b>
Ca	meq/100ml	10,10	<b>A</b>
Mg	meq/100ml	1,90	<b>A</b>
Zn	ppm	4,30	<b>M</b>
Cu	ppm	6,70	<b>A</b>
Fe	ppm	412,00	<b>A</b>
Mn	ppm	8,60	<b>M</b>
B	ppm	0,41	<b>B</b>
MO	%	9,30	<b>A</b>
pH		5,60	<b>Lig. Ácido</b>
Ca/Mg		5,3	
Mg/K		2,8	
Ca + Mg/K		17,4	
<b>Textura</b>		Franco limoso	

Interpretación: **B =Bajo M=Medio A=Alto**

**Fuente:** Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas. EESC. INIAP, 2008.<sup>2</sup>

## 5.2.2. Factores en estudio

### 5.2.2.1. Dosis de vinaza

Se estudiarán seis dosis de vinaza: 0, 25, 50, 75, 100 y 125 m<sup>3</sup>/ha, más un adicional (recomendación de fertilizante químico).

### 5.2.2.2. Años

Tres años de evaluación: A1, A2 y A3.

## 5.2.3. Tratamientos

Los tratamientos en estudio son el resultado de la combinación de los factores en estudio. (Cuadro 5).

<sup>2</sup>Reporte de Análisis de Suelos del Laboratorio, Plantas y Aguas. INIAP- EESC, 2008.

**Cuadro 5.** Dosis de vinaza en tres años de aplicación.

Tratamientos	Dosis de vinaza m <sup>3</sup> /ha/año			Total de vinaza m <sup>3</sup> /ha
	Año 1	Año 2	Año 3 <sup>3</sup>	
T1	0	0	0	0
T2	25	25	25	75
T3	50	50	50	150
T4	75	75	75	225
T5	100	100	100	300
T6	125	125	125	375
T7	FQ <sup>4</sup>	FQ	FQ	FQ

<sup>3</sup> Niveles de vinaza y fertilización química al tercer año

<sup>4</sup> Ver anexo 2 cuadros de fertilización química

#### 5.2.4. Características del experimento

- Área total del ensayo: 1110 m<sup>2</sup>
- Área neta del ensayo: 672 m<sup>2</sup>
- Área de la unidad experimental: 24 m<sup>2</sup> (6 m x 4 m)
- Área de la parcela neta: 3 m<sup>2</sup> (1 m x 3 m)
- Número de unidades experimentales: 28
- Número de repeticiones: 4
- Número de tratamientos: 7

#### 5.2.5. Diseño experimental

Se utilizará el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

##### 5.2.5.1. Análisis estadístico

**Cuadro 6.** Esquema del análisis de varianza para el tercer año.

Fuentes de Variación	G.L.
Total	27
Tratamientos	6
Bloques	3
Error	18

**Cuadro 7.** Esquema del análisis de varianza para los tres años.

Fuentes de Variación	G.L.
Total	83
Repeticiones	3
Años	2
Error	6
Tratamientos	6
T x A	12
Error	54



### **5.2.6. Análisis funcional**

Se determinará el coeficiente de variación (CV) en porcentaje y se realizará la prueba de Tukey al 5% para las fuentes de variación de interés.

### **5.2.7. Variables y métodos de evaluación**

#### **5.2.7.1. Variables en la planta**

##### **5.2.7.1.1. Rendimiento de forraje fresco**

En cada unidad experimental, con intervalos de 35 a 40 días se procederá a cortar la mezcla forrajera en la parcela neta (3m<sup>2</sup>), se determinará el peso de forraje fresco en kilogramos y se transformará a t/ha para determinar el rendimiento por corte. Para calcular el rendimiento de forraje fresco por año, se sumarán los rendimientos de todos los cortes y los resultados se reportarán en t/ha/año.

##### **5.2.7.1.2. Composición botánica de la mezcla forrajera**

En la parcela neta, en cada corte (35 a 40 días), se extraerá una muestra de 1 kg de forraje fresco para separar las especies de la mezcla forrajera (gramíneas, leguminosas y malezas), las cuales serán pesadas, y de acuerdo a sus pesos se determinará el porcentaje de las especies que conforman la mezcla forrajera en los tratamientos.

##### **5.2.7.1.3. Rendimiento de materia seca**

En cada corte (35 a 40 días), en la parcela neta, se recolectarán muestras de las especies de la mezcla forrajera (gramíneas, leguminosas y malezas), las cuales se pesarán entre 150 a 200 gramos, para obtención del peso fresco de cada especie, posteriormente las muestras serán secadas en la estufa a 65° C, hasta que registren pesos constantes para así determinar el peso seco de la especie, con los datos obtenidos se determinará el porcentaje de materia seca aplicando la fórmula siguiente:

$$MS = (PS / PF) \times 100$$

Donde:

MS = Materia seca (%)

PF =Peso fresco (g)

PS =Peso seco (g)

El rendimiento de materia seca se calculará con la siguiente fórmula:

$$RMS = RFF \times MS/100$$

Donde:

RMS = Rendimiento materia seca (t/ha)

RFF = Rendimiento forraje fresco (t/ha)

MS = Materia seca (%)

#### **5.2.7.1.4. Extracción de nutrientes**

Las muestras de gramíneas y leguminosas secadas en la estufa para la obtención de materia seca, serán agrupadas por tratamientos y especies, para ser molidas y tamizadas en una malla de 2 mm de diámetro; de cada corte se extraerá la cantidad de 10 g de material molido. Las muestras obtenidas en los siete cortes, se unirán para formar una muestra compuesta de 70 g/tratamiento/especie, la cual será homogenizada y llevada al laboratorio para realizar los análisis químicos de macro y micro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe, Mn).

El contenido de macro y micro nutrientes se determinará con la metodología de digestión húmeda con ácido nítrico - perclórico y micro Kjeldahl, utilizada en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del INIAP. Con los resultados obtenidos de concentración de nutrientes en el tejido vegetal y rendimiento de materia seca de cada especie, se calculará la extracción de nutrientes, los cuales se expresarán en kg/ha/año para macro nutrientes y g/ha/año para micro nutrientes.

Para los cálculos de extracción de macro nutrientes se aplicará la siguiente fórmula:

$$EN = RMS \times CN/100$$

Donde:

EN = Extracción de nutrientes (kg).

RMS= Rendimiento de materia seca (kg)

CN = Concentración de nutrientes del tejido vegetal (%).

Para la extracción de micro nutrientes los cálculos se realizarán con la fórmula siguiente:

$$EN = (RMS \times CN)/1000$$

Donde:

EN = Extracción de nutrientes (g)

RMS= Rendimiento de materia seca (kg)

CN = Concentración de nutrientes del tejido vegetal (ppm)

#### **5.2.7.2. Variables en el suelo**

##### **5.2.7.2.1. Análisis químico de suelos**

Al inicio y final de la investigación, con barreno se tomarán 15 submuestras de suelo por tratamiento, a dos profundidades: 0 cm a 7,5 cm y de 7,5 cm a 15 cm de profundidad. Se identificarán y se procesarán en el laboratorio para los análisis químicos de macro y micro nutrientes, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico, para determinar los cambios químicos ocurridos en el suelo, debido a la aplicación de niveles de vinaza.

El contenido de macro y micro nutrientes presentes en el suelo, se determinará siguiendo la metodología establecida por el laboratorio de análisis de suelo del INIAP. La solución extractante utilizada será Olsen modificado, el análisis de N y P se realizará por el método colorimétrico; el K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn se analizará mediante absorción atómica; para S se usará el método turbidimétrico con fosfato mono básico de calcio y B mediante el método colorimétrico de la curcumina; la conductividad eléctrica se determinará al medir el contenido de sales presentes en el suelo mediante la metodología de pasta saturada suelo – agua y la capacidad de intercambio catiónico mediante el método de cloruro de bario.

#### **5.2.7.2.2. Análisis físico de suelos**

##### **5.2.7.2.2.1. Densidad aparente**

Al inicio y final del ensayo se determinará la densidad aparente por el método del cilindro descrito por Henríquez (1999), para ello se tomarán muestras de suelo a dos profundidades de 0 a 7,5 cm y 7,5 a 15 cm dentro de la parcela neta, colocando el cilindro de muestreo en el tercio medio de cada profundidad. Estas muestras se llevarán al laboratorio para registrar el peso fresco, luego se colocarán en la estufa a 105 °C durante 24 horas para determinar el peso seco.

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$Da = Ms/Vt$$

Donde:

Da = Densidad aparente (g/cc)

Ms = Masa de suelo seco a 105 °C (g)

Vt = Volumen total (cc)

##### **5.2.7.2.2.2. Humedad gravimétrica**

Se tomará muestras de suelo al inicio y al final de la evaluación, en la parcela neta de cada tratamiento. Las muestras serán tomadas con el barreno helicoidal a una profundidad de 0 a 7,5 cm y 7,5 a 15 cm, las mismas que serán pesadas y colocadas en la estufa a 105 °C por 24 horas para la obtención de sus pesos secos.

La determinación de la humedad se realizará con el método gravimétrico sugerido por Henríquez *et al.* (1999) y se expresará en porcentaje aplicando la siguiente fórmula:

$$Hg = (PSH - PSS)/PSS) \times 100$$

Donde:

Hg = Porcentaje gravimétrico de agua (%)

PSH =Peso del suelo húmedo (g)

PSS =Peso del suelo seco (g)

### 5.2.7.2.3. Análisis biológico de suelos

Para determinar la biomasa microbiana del suelo, en el primero, cuarto y séptimo corte se realizará el muestreo a dos profundidades de 0 cm a 7,5 cm y de 7,5 cm a 15 cm de profundidad. El muestreo se realizará con el barreno de tubo, en cada unidad experimental se tomarán 15 submuestras para cada profundidad. Las muestras serán llevadas al laboratorio y se analizarán aplicando el método de fumigación con cloroformo - incubación, propuesta por Horwath, W. (1994).

Los datos se obtendrán en:

$$BMS = \frac{\text{mg de C del CO}_2}{\text{gr de SS}}$$

Donde:

BMS = Biomasa microbiana del suelo (mg/g).

mg de C = miligramos de carbono.

gr de SS = gramos de suelo seco.

### 5.3. Análisis económico

Se utilizará el análisis económico del Presupuesto Parcial (CIMMYT, 1988). Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales, a fin de obtener los costos totales que varían, relacionados con los insumos, transporte, mano de obra y los beneficios netos obtenidos en cada tratamiento.

### 5.4. Análisis combinado

El análisis combinado para los tres años de evaluación se realizará para las siguientes variables:

Rendimiento de forraje fresco total anual.

Rendimiento de forraje seco total anual.

Extracción de nutrientes para N, P, K, Ca, Mg, S y MO.

Biomasa microbiana en los tratamientos 1, 6, 7.

Análisis químico de nutrientes.

### 5.5. Manejo específico del experimento

#### 5.5.1. Mantenimiento de caminos

Una semana antes del primer corte de aprovechamiento se realizará el mantenimiento de caminos, mediante la aplicación de glifosato con bomba manual.

#### 5.5.2. Corte de aprovechamiento

Luego de la evaluación de la parcela neta se procederá a realizar el corte de aprovechamiento con moto guadaña a una altura de 10 cm y se efectuarán un total de 7 cortes al año.

### **5.5.3. Aplicación de vinaza y fertilización química**

#### **5.5.3.1. Aplicación de vinaza**

En el Anexo 1 se presentan las cantidades de vinaza y agua que se aplicará a cada uno de los tratamientos. La cantidad total de vinaza para cada tratamiento se dividirá para siete aplicaciones. La aplicación se realizará al día siguiente de realizado el corte de aprovechamiento, en un periodo de 35 a 40 días; se medirá la cantidad de vinaza a aplicar en baldes graduados, luego por gravedad con mangueras se regará la parcela total.

#### **5.5.3.2. Aplicación de la fertilización química**

La fertilización química se realizará con base en los resultados del análisis químico del suelo, y se aplicará únicamente al tratamiento 7 de cada repetición, al día siguiente de realizado el corte de aprovechamiento. Se aplicará una fertilización nitrogenada y una completa, la aplicación de N se realizará en todos los cortes, mientras que la fertilización completa se realizará en el primero y cuarto corte (Ver Anexo 2).

### **5.5.4. Muestreo para evaluación variables agronómicas en la planta**

Un día antes del corte de aprovechamiento se realizará el muestreo, en la parcela neta, para evaluar las variables: rendimiento de forraje fresco, composición botánica de la mezcla forrajera, rendimiento de materia seca y extracción de nutrientes, de acuerdo a los métodos de evaluación establecidos.

### **5.5.5. Análisis químico de suelos**

Un día antes del primer corte de aprovechamiento, se tomarán muestras compuestas de 1 kg de suelo en cada unidad experimental a dos profundidades: 0 a 7,5 cm y 7,5 a 15 cm, se llevará al laboratorio y se realizará el análisis químico para: N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH y MO. Con el resultado del análisis químico se realizará la recomendación de fertilización química para el tratamiento 7 (testigo químico).

### **5.5.6. Análisis físico de suelos**

Un día antes del primer corte de aprovechamiento, y al finalizar el último muestreo para la evaluación de las variables en la planta, se recolectarán las muestras de suelo, para densidad aparente y humedad gravimétrica de acuerdo a lo descrito en los métodos de evaluación.

## 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Cuadro 9.** Actividades para el tercer año del ensayo.

ACTIVIDAD	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de caminos	X				X							
Muestreo del suelo análisis físico y químico	X									X		
Muestro de suelo para biomasa microbiana	X				X					X		
Muestreo del pastos para análisis bromatológico*	X									X		
Muestreo para evaluación de variables agronómicas			X	X	X	X	X	X		X		
Aplicación de la vinaza y fertilizante químico		X	X	X	X	X	X		X			
Cortes de aprovechamiento del pasto		X	X	X	X	X	X		X			
Registro de datos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis e interpretación de resultados		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redacción de la Tesis									X	X	X	X
Elaboración del informe												X
Publicación de informe												X

\*Una muestra general para tener una referencia de la calidad del forraje

## 7. PRESUPUESTO

**Cuadro 10.** Costos del ensayo para el tercer año

RUBROS	UNIDAD	CANT	COS UNIT.	COS TOTAL
<b>Fertilización</b>				
Obtención de Vinaza	Flete	4	15	60
Aplicación de Vinaza	Jornal	9	10	90
<b>Mantenimiento Cultivo</b>				
Corte de aprovechamiento	Jornal	4	10	40
Recolección de pasto	Jornal	2	10	20
<b>Toma de muestras</b>				
Evaluación de rendimiento y composición botánica	Jornal	24	10	240
Análisis físico-químico de suelos	Jornal	1	10	10
Análisis para densidad	Jornal	1	10	10
Análisis para biomasa microbiana	Jornal	1,5	10	15
Análisis bromatológico	Jornal	1	10	10
Análisis para extracción de nutrientes	Jornal	4	10	40
<b>Equipos de campo</b>				
Botas de caucho	Par	1	8	8
Poncho de aguas	Unidad	1	13	13
Overol	Unidad	1	20	20
<b>Insumos</b>				
<b>Fertilizantes</b>				
Urea	Sacos	1	23,09	23,09
18 - 46 - 0	Sacos	1	37,76	37,76
Muriato de potasio	Sacos	1	28,91	28,91
Sulpomag	Sacos	1	18,12	18,12
<b>Herbicidas</b>				
Glifosato	Galón	1	30	30
<b>Mantenimiento Equipo</b>				
Alquiler moto guadaña	Día	8	15	120
<b>Materiales Oficina</b>				
Marcador permanente	Unidad	3	1,20	3,60
Libro de Campo	Unidad	1	5	5
Cartucho impresora	Unidad	1	100	100
Empastado	Tesis	8	7	56
<b>Servicios</b>				
Análisis físico de suelos textura	Muestras	7	3,58	25,06
Análisis químico	Muestras	56	20,4	1142,4
Análisis CIC	Muestras	56	24	1344
Análisis conductividad eléctrica	Muestras	56	3,6	201,6
Análisis para densidad	Muestras	56	2,68	150,08
Análisis para biomasa	Muestras	56	5	280
Análisis bromatológico	Muestras	7	52	364
Análisis extracción de nutrientes	Muestras	7	17,86	125,02
Análisis de materia seca	Muestras	224	2,68	600,32
Visita del tribunal de tesis	Catedráticos	4	50	200
Sueldo egresado	Dólares	12	380	4560
Imprevistos (5%)	Dólares			499,9
<b>TOTAL</b>				<b>10490,86</b>

**Cuadro 11.** Fuentes de financiamiento.

<b>Financiamiento</b>	<b>COSTO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
	<b>USD</b>	<b>(%)</b>
INIAP	2191,28	21
LEVAPAN	3437,58	33
EGRESADO	4862,00	46
TOTAL	10490,86	100



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Cañadas, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Quito, Ecuador. Pp 41- 42, 65, 172
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F.CIMMYT. Pp. 76 - 78.
- Cordovés, M. 2009. Impactos y soluciones ambientales en el sector agroindustrial cañero. Instituto Cubano de investigaciones sobre los derivados de la caña de azúcar. La Habana, Cuba. Pp 44
- Crissman, C; Espinosa, P. 2002. Impactos del uso de plaguicidas en la producción, salud y medio ambiente en Carchi: un compendio de investigaciones y respuestas multidisciplinarias. CIP-INIAP-Abya Yala. Quito, Ecuador. Pp 300
- Henríquez, C; Cabalceta, G. 1999. Guía Práctica para el estudio Introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. Escuela de Fitotecnia. Pp 34 - 42
- Horwath, W. 1994. Methods of Soil Analysis: Microbiological and Biochemical Properties. Michigan State University, East Lansing, Michigan. Pp 754 - 761
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), 2009. Boletín meteorológico. Quito, Ecuador. Pp 28
- INIAP, 2009. Informe anual del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Santa Catalina. Quito - Ecuador (Documento por Publicar).
- INIAP, 2008. Tecnología para la seguridad, la soberanía alimentaria y el desarrollo agrícola de la región interandina, Estación Santa Catalina, boletín promocional No. 20. Quito, Ecuador. sp (5)
- Jacobsen, E; Sherwood, S. 2002. Cultivo de granos andinos en el Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto, CIP-CRS-FAO. Quito, Ecuador. Pp 10
- Jaramillo, R. 2010. Efecto de la vinaza en el rendimiento de una mezcla forrajera establecida en un Andisol: Tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Pp 92-93
- Machado, G. 2007. Vinaza: características, uso y manejo, (en línea). Quito. Consultado 13 Octubre 2009. Disponible en:  
<http://www.mem.gob.gt/portal/documents/imqlinks/2007-11/750/10.pdf>

- Mejía, L. 1986. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Mapa Base I.G.M carta de suelos.
- Nieto, C. C.; Ramos, V, R.; Galarza, R. J. 2004. Sistemas Agroforestales aplicables en la Sierra Ecuatoriana: Resultado de una década de experiencias de campo. INIAP-PROMSA. Editorial NUEVA JERUSALEN. Quito, Ecuador. Boletín técnico No. 122. Pp 10-11
- Pérez, O; Ufer; C; Azañón V; Solares, E. 2008., A. 2003. Evaluación de las aplicaciones de vinaza y fertilización mineral con nitrógeno y potasio en la producción de caña en un suelo Andisol: Memoria de presentación de resultados de investigación zafra 2002-2003. Cengicaña, Guatemala. Pp 128-133
- Sarria, P; Preston, R. 1992. Reemplazo parcial del jugo de caña con vinaza y uso del grano de soya a cambio de torta en dietas de cerdo de engorde. Livestock Research for Rural Development. Pp 80-88
- SICA/ MAGAP, 2002. III Censo Nacional Agropecuario 2000. Datos Nacionales, INEC-MAG-SICA, Ecuador, 2002, (en línea). Quito. Consultado 15 Febrero 2010. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/>
- Taday, N. 2009. Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum a la aplicación de seis dosis de vinaza en un Molisol Tumbaco Pichincha. Tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. UCE. Quito, Ecuador. Pp 130

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Aplicación de vinaza.

Nº	Tratamientos vinaza m <sup>3</sup> /ha/año	litros /ha	Litros de vinaza/año por parcela 24 m <sup>2</sup>	Dividido para 7 aplicaciones litros de vinaza/aplicación/parcela 24 m <sup>2</sup>	Compensación de agua (litros)
1	0	0	0	0,0	42,8
2	25	25000	60	8,6	34,2
3	50	50000	120	17,2	25,7
4	75	75000	180	25,7	17,2
5	100	100000	240	34,2	8,6
6	125	125000	300	42,8	0
7	FQ <sup>5</sup>			0,0	42,8
		<b>Total/año</b>	<b>900</b>	<b>128.5</b>	<b>Por repetición</b>
		<b>Total/año</b>	<b>3600</b>	<b>514</b>	<b>Total/riego/aplicación</b>

<sup>5</sup> Recomendación de fertilización de mantenimiento según el análisis químico

**Anexo 2.**

**Cuadros de fertilización según recomendación:**

<b>Recomendación de fertilización completa tratamiento químico (T7)</b>						
Cortes		Kg/ha				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg
Corte	1	30	30	40	25	15
Corte	2	30				
Corte	3	30				
Corte	4	30	30	35	20	15
Corte	5	30				
Corte	6	30				
Corte	7	30				
Total	T7 (F.Q.)	210	60	75	45	30

Forma de aplicación: voleo

El fertilizantes compuesto se fraccionará en 2 aplicaciones realizadas al primer corte y cuarto corte.

El N se fraccionará para 8 aplicaciones.

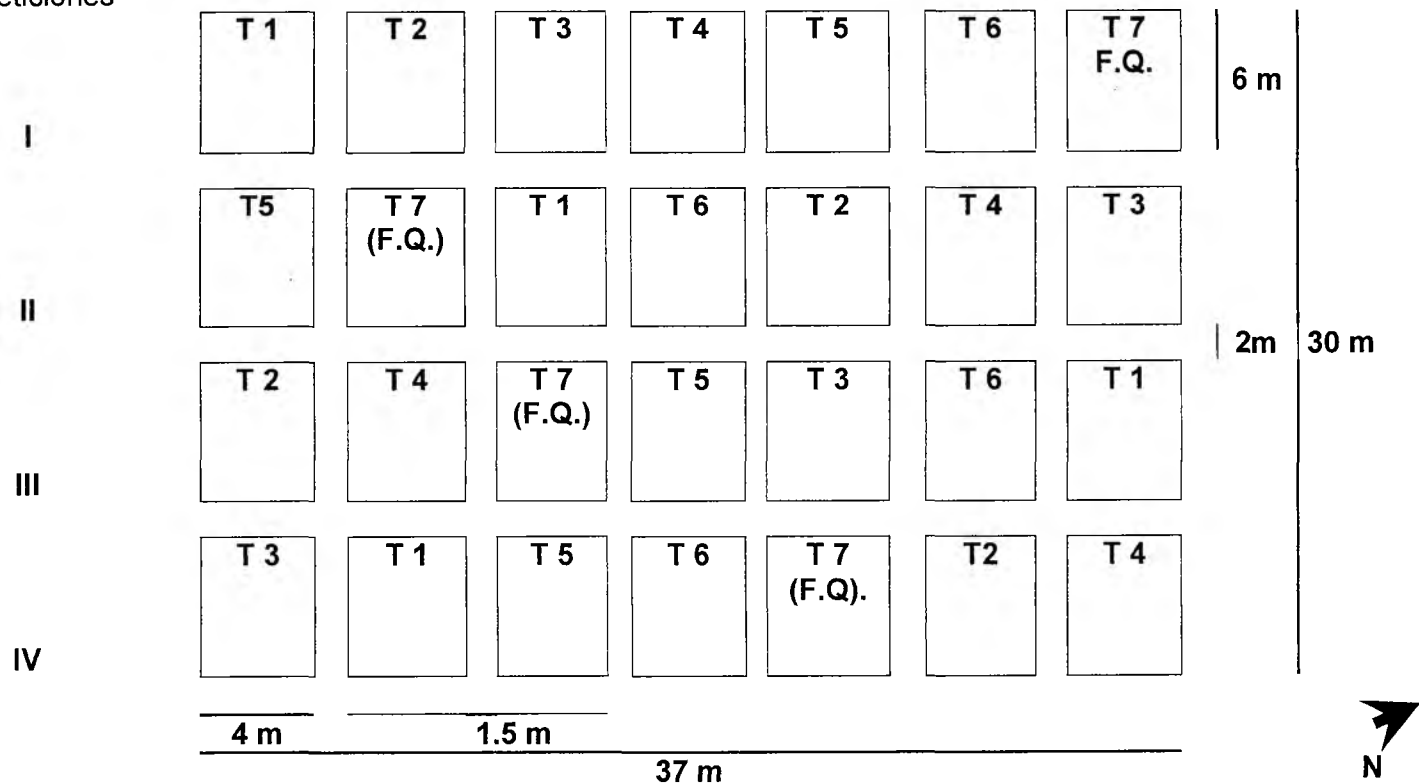
<b>Tipo de fertilización por corte para tratamiento químico (T7).</b>							
Fertilización	Completa	Nitrogenada	Nitrogenada	Completa	Nitrogenada	Nitrogenada	Nitrogenada
Cortes	1	2	3	4	5	6	7

**Cuadro de cantidad de nutrientes aplicados con vinaza según tratamientos**

Trat.	Vinaza m <sup>3</sup>	kg/ha											
		MO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	25	250	70	143	35	177	67,5	18	0,1	0,5	2,6	3,1	0,1
T3	50	500	140	286	70	354	135	35	0,2	0,9	5,3	6,2	0,2
T4	75	750	210	429	105	531	203	53	0,3	1,4	7,9	9,3	0,3
T5	100	1000	280	573	140	708	270	70	0,3	1,9	10,5	12,4	0,5
T6	125	1250	350	716	175	885	338	88	0,4	2,3	13,2	15,5	0,6

Anexo 3. Croquis de las parcelas de investigación para evaluar seis dosis de vinaza en una mezcla forrajera en pradera. EESC-INIAP. 2010

Repeticiones



**Superficie**

**Ensayo:**

Total: 1110 m<sup>2</sup> (37 x 30m)

Neta: 672 m<sup>2</sup> (28 parcelas de 24 m<sup>2</sup>)

**Parcela:**

Total: 24 m<sup>2</sup> (6x4m)

**Simbología:**

F:Q :Fertilización química

T: tratamiento