

NGADI YASMINE
Yasmine_ngadi@yahoo.fr

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MEJORANA EN EL DISTRITO DE
PUQUINA MEDIANTE EL BALANCE NUTRICIONAL CON ABONAMIENTO
ORGANICO**

**PRACTICAS EN EL MARCO DEL
PROYECTO PER 116 LD**

09/2008 – 02/2009

I.	INTRODUCCIÓN	3
A.	PROBLEMÁTICA	3
1.	<i>La fertilización orgánica en el distrito de Puquina.....</i>	3
II.	OBJETIVOS.....	4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
A.	PARCELAS MUESTREADAS	4
B.	MÉTODOS DE MUESTREO	8
1.	<i>Muestreo de suelo.....</i>	8
2.	<i>Muestreo foliar.....</i>	8
C.	ANÁLISIS DE LABORATORIO	9
1.	<i>Análisis físico-químico de suelos.....</i>	9
2.	<i>Análisis foliar.....</i>	10
3.	<i>Análisis físico-químico de abonos orgánicos.....</i>	10
D.	ELABORACIÓN DE 2 MÓDULOS DE “TE DE ESTIÉRCOL”	10
1.	<i>Marco teórico.....</i>	10
2.	<i>Materiales utilizados para los módulos de Mollebaya y de Puquina</i>	11
3.	<i>Preparación del “Te de estiércol”</i>	12
E.	PARCELA DE ENSAYO (PARCELA N° 7)	13
1.	<i>Ubicación y objetivos</i>	13
2.	<i>Tratamientos</i>	13
3.	<i>Parámetros evaluados</i>	14
4.	<i>Plano de la parcela</i>	14
IV.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	16
A.	PARCELAS MUESTREADAS	16
B.	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS REALIZADOS.....	16
1.	<i>Análisis físico-químicos de suelos e interpretación.....</i>	16
2.	<i>Análisis físico-químicos de abonos orgánicos.....</i>	23
C.	EXTRACCIONES Y DISPONIBILIDAD EN LOS SUELOS DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS NUTRITIVOS (N,P K) POR PRODUCTOR	27
1.	<i>Estimación de las extracciones de nutrientes por los cultivos de mejorana y tomillo.....</i>	27
2.	<i>Disponibilidad de nutrientes en los suelos.....</i>	29
D.	PLAN DE FERTILIZACIÓN DE LA PARCELA DE ENSAYO (PARCELA N° 7).....	32
1.	<i>Plan de fertilización de acuerdo al rendimiento esperado.....</i>	32
2.	<i>Abonos orgánicos utilizados</i>	33
3.	<i>Cantidades de abonos aplicados por tratamiento</i>	34
E.	RESULTADOS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL	36
1.	<i>Resultados.....</i>	36
2.	<i>Peso promedio en fresco por mata en función del abono total invertido.....</i>	37
3.	<i>Peso en seco promedio por tratamiento en función del abono total invertido</i>	38
4.	<i>Porcentaje de aceites esenciales por tratamiento</i>	38
5.	<i>Costos</i>	39
V.	CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	40
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	42

I. Introducción

A. Problemática

1. La fertilización orgánica en el distrito de Puquina

En los últimos años la demanda de productos orgánicos u ecológicos de mercados internacionales, principalmente de consumo fresco, se viene incrementando progresivamente. Debido al incremento en costo de los fertilizantes químicos y a la contaminación ambiental que generan cuando son utilizados irracionalmente, la agricultura orgánica constituye una alternativa de desarrollo interesante para los pequeños y medianos agricultores peruanos que vienen siendo afectados últimamente por la crisis económica.

En efecto, una de las estrategias fundamentales de la agricultura orgánica consiste en promocionar una fertilización razonada basada en la nutrición adecuada y balanceada de los cultivos mediante el aprovechamiento de los procesos naturales e interacciones biológicas y la maximización del reciclaje de los elementos nutritivos. De ésta manera, la agricultura orgánica logra garantizar un rendimiento óptimo, un producto de calidad y la sostenibilidad de la producción a través el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y la conservación del medio ambiente (1-5).

En Arequipa, Perú, la ONG “El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo” viene trabajando en el tema de la producción orgánica hace más de 10 años. Actualmente, está desarrollando un proyecto denominado “Promoción de un Corredor Económico al Sureste de Arequipa” orientado a impulsar la reinserción de la actividad agropecuaria campesina andina en los mercados principalmente de exportación con calidad ecológica. Este proyecto involucra seis distritos rurales de Arequipa (Chiguata, Polobaya, Pocsi, Yarabamba, Quequeña y Mollebaya) y uno de Moquegua (Puquina) e impulsa la producción, transformación y comercialización especializada de productos aromáticos, culinarios, nutraceúticos, medicinales y cosméticos.

En el caso específico del distrito de Puquina, el principal cultivo aromático orgánico que ha venido siendo sembrado ha sido el orégano (*Origanum vulgare* L.), junto con la mejorana (*Origanum majorana* L.) y el tomillo. Debido a fluctuaciones del precio del orégano, se ha decidido últimamente impulsar la producción orgánica de la mejorana. Esta producción si bien se basa en una fertilización orgánica, no se basa en una fertilización razonada. Los abonos orgánicos utilizados en la zona son dosificados en función de lo que sugiere la literatura pero no en función del contenido en nutrientes de los mismos, ni tampoco en función de las necesidades reales en nutrientes de los cultivos, ni mucho menos en función de la fertilidad acumulada en las parcelas. Al no conocer estos diferentes parámetros se utilizan abonos orgánicos y dosificaciones inadecuadas para las necesidades de la zona pero también, no se posee una base que permita mejorar la calidad de los abonos orgánicos actualmente preparados y utilizados. Finalmente, puesto que el costo del guano de isla, abono sólido principalmente recomendado y utilizado es elevado, la fertilización de las parcelas resulta ser muchas veces deficiente.

Por estas distintas razones es probable que los rendimientos obtenidos en la zona sean inferiores a los rendimientos óptimos pudiéndose obtener en condiciones edáficas idénticas.

En este estudio se propone en un primer tiempo realizar una parcela de ensayo de mejorana con 3 niveles de fertilización de acuerdo a los análisis físico-químicos previos de suelos de la zona, de los análisis químicos de los abonos orgánicos utilizados en la zona y de los análisis foliares muestreados en el momento de corte que permiten estimar la cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo. El objetivo de este estudio es, en base a una fertilización razonada, estimar el rendimiento óptimo de la mejorana en el distrito de Puquina en época de lluvias, periodo del año en el cual el agua no constituye un factor limitante de la producción y en el cual se obtienen los mejores rendimientos del año.

Por otro lado, puesto que se observaron niveles bajos en nutrientes en los abonos orgánicos elaborados líquidos, más específicamente en nitrógeno, se decidió elaborar para aplicación foliar 2 módulos de “Te de estiércol” y determinar los efectos cuando aplicado foliarmente a una concentración de 25% sobre un cultivo de mejorana.

II. Objetivos

- Realizar un estudio con tres niveles de fertilización orgánica razonada permitiendo determinar el rendimiento máximo de mejorana pudiéndose obtener bajo los factores edáficos y climáticos propios al distrito de Puquina.
- Elaborar un abono líquido fácil de preparar, con un contenido en nitrógeno superior al de lombricompostado preparado en las zonas de Puquina y Pocsi, que requiera pocos insumos externos y un tiempo de fermentación inferior al del Biol.

III. Materiales y métodos

A. Parcelas muestreadas

Se muestrearon suelos y foliares en los distritos de Puquina y de Pocsi respectivamente en 4 parcelas de mejorana (Productores 1, 2, 6, 7) y 3 parcelas de tomillo (Productores 3, 4, 5). Con estos muestreos se espera por un lado tener una idea de la fertilidad de los suelos en estos 2 distritos con productores certificados orgánicos. Por otro lado se espera poder estimar la exportación de nutrientes realizada por estos 2 cultivos en condiciones locales y poderlos comparar con lo que sugiere la literatura internacional.

De cada parcela muestreada se anotó el nombre del productor y se le asignó un número. Igualmente se anotaron los datos siguientes:

- Zona de ubicación de la parcela;
- Fecha de muestreo;
- Cultivo actual y anterior;
- Edad y rendimiento del cultivo actual;
- La superficie muestreada;
- La frecuencia de riego;
- Las muestras tomadas con el código de laboratorio correspondiente;
- La cantidad de submuestras y la profundidad de muestreo en el caso de los suelos;
- El tipo, cantidad, frecuencia de los abonos orgánicos aplicados en cada parcela.

a) Parcelas muestreadas dentro del estudio

PRODUCTOR	ARIAS Maria	ARIAS Maria	ARELA Roberto	RAMOS de MAMANI Primitiva	HERRERA Eduardo	SOTO Victor	HERRERA Santos
NUMERO PRODUCTOR	1	7	2	6	3	4	5
ZONA	Chalsasen Chico. Segundia.	El Arenal, Pochuayo o. Puquina.	Tiquillaca. Puquina.	Puquina	Tuctumpaya. Pocsi	Tuctumpaya. Pocsi.	Tuctumpaya. Pocsi.
FECHA	3/10/2008	10/12/2008	3/10/2008	17/0/08	10/10/2008	10/10/2008	10/10/2008
CULTIVO	Mejorana	Mejorana	Mejorana	Mejorana	Tomillo	Tomillo	Tomillo
EDAD CULTIVO	1 año	2 años	2 años	3 años	2 años 1/2 - 3 años	2 años - 2 años 1/2	2 años
SUPERFICIE MUESTREADA	1/2 Topo	1/2 Topo	2 Topos	1/2 Topo	1/2 Topo	1/2 Topo	1/2 Topo
RENDIMIENTO MS	150 Kg/ 1/2 Topo	200Kg / 1/2 Topo	(130 Kg/ 1/2 topo)	215 Kg (Junio) - 95 Kg (Oct.) / 1/2 topo	(170 Kg / 1/2 topo)	(50 Kg / 1/2 topo)	170 Kg/ 1/2 Topo
ULTIMO CORTE	Junio		Principios Agosto	Agost. 8	Finales Agosto	Finales Agosto	Finales Agosto
PROXIMO CORTE	Principios Octubre (3ra cosecha)	Mediados Diciembre	Final Octubre	Diciembre	Mediados Diciembre	Mediados Diciembre	Mediados Diciembre
CULTIVO ANTERIOR	Oregano Zambo (98-2006); Menta (2006-2007)	Alfalfa (15 años)	Alfalfa.	Alfalfa.	Alfalfa (4 años)	Alfalfa (4 años)	Alfalfa (4 años)
RIEGO	3/ campaña. Cada 22-28 dias.	Cada 22 dias - 30 dias	Cada 12 dias	Cada 21 dias			Gravedad. Cada 15-20 dias. En invierno hasta cada 30 dias.
MUESTRAS	1 suelo (199M-1)	1 suelo (M-1 301/1)	1 suelo (200 M-2)	1 suelo (233)	1 suelo (215 M-1)	1 suelo (216 M-2)	1 suelo (217 M32)
	1 foliar (205 M-1)		1 foliar (206 M-2)		1 foliar (212 M-1)	1 foliar (213 M-2)	1 foliar (214 M-3)
	1 Biol "crecimiento" (203 M-1)						1 Biol (220 M-2)
	1 lombricompuesto (204 M-2)						1 Te de estiércol (219 M-1)
	1 humus (202 M-2)						1 Guano de isla (218 M-1)
	1 compost (201 M-1)						
SUBMUESTRAS SUELO	5	5	7	5	6	5	6
PROFUNDIDAD MUESTREO	15-20cm	15-20 cm	15-20cm	15-20cm	15-20cm	15-20cm	15-20cm

b) Abonos orgánicos utilizados en cada parcela 1/ 2

PRODUCTOR		ARIAS Maria	ARIAS Maria	ARELA Roberto	Primitiva	HERRERA Eduardo	SOTO Victor	HERRERA Santos
N° Productor		1	7	2	6	3	4	5
HUMUS	PREPARACION	Comprado			Comprado			
	CANTIDADES UTILIZADAS	15 bolsas de 50kg / Topo. 1 mano por planta.	3 sacos humus + 8 sacos guano cuy. Spt-Oct (Mitad parcela)					
	PERIODO APLICACION	Despues del corte						
GUANO DE ISLA	PREPARACION				Comprado	Comprado		Comprado
	CANTIDADES UTILIZADAS				4 sacos (Mejorana y oregano). 1 saco mejorana.	3.5 sacos/ topo		
	PERIODO APLICACION				10 de Septiembre	1x/ corte. 3x año		
COMPOST	PREPARACION	15 Sacos de guano de cuy + 15 sacos de guano de cordero, 20Kg desechos de mala hierba, 5Kg cenizas. 6 capas.			Ceniza, hierba, guano, agua.			
	CANTIDADES UTILIZADAS				1 mano/ planta.			
	TIEMPO DESCOMPOSICION	3 meses			5-6 meses (Preparado en Abril)			
	PERIODO APLICACION	Utilizado para la elaboracion del humus de lombriz.			10 de Septiembre			
TE DE ESTIERCOL	PREPARACION							
	CANTIDADES UTILIZADAS							30 sacos/ topo
	PERIODO APLICACION							1 x/ campaña.
LOMBRICOMPUESTO	PREPARACION	2 sacos de 50Kg de humus/ 1000l de agua.	Finales noviembre. 70 litros		100 Kg/ 1000lt	Utilizado en mezcla con 2l (x mochila) guano isla.		Diluido 50%.
	CANTIDADES UTILIZADAS	8 bombas de 15l/ Topo			8 bombas 15l/ Topo. 120l / Topo	5l/ mochila. 10 mochilas/ campaña.		35l/ topo.
	PERIODO APLICACION				Junio 20.	3 x/ campaña		2 x/ campaña.

c) Abonos orgánicos utilizados en cada parcela 2/ 2

PRODUCTOR		ARIAS Maria	ARIAS Maria	ARELA Roberto	Primitiva	HERRERA Eduardo	SOTO Victor	HERRERA Santos
N° Productor		1	7	2	6	3	4	5
BIOL DE CRECIMIENTO	PREPARACION	10l Agua; 4l Suero; 4l Leche; 300ml Sangre; 1Kg Guano blanco; Hierbas amargas (Molle, huajala...); 1Kg Brote de alfalfa. Capacidad biodigestor: 220l						
	CANTIDADES UTILIZADAS	8 bombas (Hasta 12-15) de 15l/ Topo						
	TIEMPO FERMENTACION	1 mes						
	PERIODO APLICACION	4- 5 despues del corte (1 dia despues del riego)						
	APLICADO	No						
BIOL DE MADUREZ	PREPARACION	4Kg de visceras de pescado; 2l Sangre; 4l bazofia de animal, 4l Suero, 2Kg Brote de alfalfa, 4l Leche. Capacidad biodigestor: 220l						
	CANTIDADES UTILIZADAS	8 bombas de 15l/ Topo	Septiembre 2008. 4 sacos, 1 mano/ planta.					
	PERIODO APLICACION	20 dias antes del corte						
	APLICADO	Si						
BIOL	PREPARACION				200lt / Tanque. Estiercol vacuno, ortiga, brote de alfalfa, eucalipto, molle, agua.			Fermentacion 3 meses. Utilizado antes.
	CANTIDADES UTILIZADAS		60lt / Topo		3lt / 15lt			4 l/mochila. 7 mochilas/ to
	PERIODO APLICACION		20 - 30 dias antes del		8 meses			2 x/ campaña.
MEZCLAS	PREPARACION	1/2 lombricompuesto + 1/2 Biol crecimiento				Algas. Agropecuaria Av. Parra. Ceniza, guano isla.		
	CANTIDADES UTILIZADAS	8 bombas de 15l/ Topo				1 cuchara / mochila. 10 mochilas/ Topo.		
	PERIODO APLICACION	4- 5 despues del corte (1 dia despues del riego)				15 dias. 6 x/ campaña.		

B. Métodos de muestreo

1. Muestreo de suelo

El punto primordial y crítico al muestrear un suelo para una recomendación de fertilización es la obtención de una muestra representativa capaz de proveer una medida del nivel promedio de fertilidad de la parcela. Existen diferentes maneras de obtener una muestra representativa. La manera más sencilla y común consiste en tomar varias submuestras al azar en un terreno homogéneo definido como unidad de muestreo. El número de submuestras por cada unidad de muestreo es variable. Algunos autores (ICA, 1992)(6) recomiendan por cada unidad entre unas 10 y 20 submuestras. Para otros autores, el número de submuestras requerido para una superficie de 1 Ha. es de 4 submuestras (7). Finalmente para algunos investigadores el número de submuestras requeridas aumenta muy poco con el tamaño del campo/lote (6; 8).

En este estudio el número de submuestras varió entre 5 y 7. Se realizó un recorrido en zig-zag dentro de la unidad de muestreo y se tomaron las submuestras en cada vértice donde cambiaba la dirección del recorrido. En cada punto de muestreo se removió la capa superficial (1-5cm) de tierra antes de introducir la lampa a una profundidad promedio de 15-20 cm, que coincide con la mayor concentración de raíces de los cultivos en el suelo. Con la lampa se hizo un hueco en forma de "V" del cual se tomó una de las paredes que se transfirió a un balde en plástico limpio. Las submuestras fueron así mezcladas en el balde hasta completar las submuestras deseadas. Finalmente, después de haber removido las piedras, raíces e insectos del suelo, se tomó aproximadamente 1Kg de muestra compuesta en una bolsa plástica para ser analizada en laboratorio al día o a los 2 días de haber sido tomada.

2. Muestreo foliar

El análisis químico de las hojas o el "análisis foliar" representa un método práctico para estimar el estado nutricional y el requerimiento nutricional de los cultivos. En este caso, puesto que aún no se posee una base de datos para la mejorana y el tomillo, se utilizó el análisis foliar para diagnosticar el requerimiento nutricional de los cultivos. Esta base de datos podría obtenerse realizando muestreos foliares puntuales durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo en diferentes parcelas.

El muestreo foliar en este estudio se tomó en lotes homogéneos. Se descartaron las plantas enfermas o no representativas de la parcela muestreada. Por otro lado, siempre se muestrearon las hojas del tercio superior de la planta manteniendo, al igual que para el muestreo de suelos, un patrón fijo de movimiento dentro de la parcela en zig-zag. Durante el muestreo foliar, se descartaron igualmente los ápices según recomendación de un profesor de la Universidad Nacional de Bogotá. Se muestrearon cada vez aproximadamente 200gr de sólo hojas en un sobre de Manila que permitía el paso de la humedad e impedía así la pudrición de las hojas. Se llevaron las muestras el mismo día o al día siguiente al laboratorio para análisis foliar.

C. Análisis de laboratorio

Todos los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis Químico & Servicios E.I.R.L., LAQ&S.

1. Análisis físico-químico de suelos

El análisis de suelos consistió en un análisis de caracterización en suelos y se evaluaron los siguientes parámetros:

ph., conductividad eléctrica (CE), materia orgánica, fósforo, potasio, nitrógeno, carbonato de calcio, textura, CIC bases intercambiables (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

La metodología utilizada por el laboratorio fue la siguiente:

- Análisis mecánico: textura por el método del hidrómetro;
- Ph.: potenciómetro. Relación suelo/ agua 1:2,5;
- Materia orgánica: método Walkley y Black;
- Nitrógeno: método de Kjeldahl;
- CaCO₃: método gasométrico;
- Conductividad eléctrica (CE): método conductímetro;
- Fósforo disponible: método Brayl. Extractante: fluoruro de amonio en solución acida;
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC): método de percolación de acetato de amonio y destilación posterior;
- Calcio y magnesio: titulación con E.D.T.A.;
- Sodio y potasio: método fotómetro de llama;
- Porcentaje de sodio intercambiable (PSI): por cálculo.

Los análisis se interpretaron de acuerdo a la siguiente tabla de interpretación (Fuente: Dr Houba y Walinga. Agricultural University Wageningen. The Netherlands. Tabla obtenida por LAQ&S)

Rangos de interpretación para los análisis de suelos

Ph		C.E		Materia orgánica		NITROGENO		FOSFORO		POTASIO			CIC meq/ 100gr
RANGO	Ph	RANGO	C.E mS/ cm	RANGO	M.O. %	RANGO	N %	RANGO	ppm.P	ppm.K ph>6.5 ph<6.5			
Ext. Acido	< 4.5	Muy bajo	< 0.5	Bajo	0 - 2	Muy pobre	< 0.05	Bajo	0 - 6	Bajo	0 - 150	0 - 100	6.0 - 12.0
Fuert. Acido	4.5 - 5.2	Bajo	0.5 - 1	Medio	2.0 - 4.0	Pobre	0.05 - 0.12	Medio	7.0 - 14.0	Medio	155 - 200	105 - 200	12.0 - 25.0
Moder. Acido	5.3 - 5.9	Medio	1.0 - 2.0	Alto	> 4	Medio	0.12 - 0.18	Alto	15 - 30	Alto	255 - 350	205 - 300	25 - 40
Liger. Acido	6.0 - 6.5	Alto	2.0 - 3.0	Muy alto		Rico	0.18 - 0.30	Muy alto	> 30	Muy Alto	> 355	> 305	> 40
Neutro	6.6 - 7.0	Muy Alto	> 3			Muy rico	> 0.30						
Liger. Alcalino	7.1 - 7.5												
Moder. Alcalino	7.6 - 8.3												
Fuert. Alcalino	8.4 - 9.0												
Ext. Alcalino	> 9.0												

Rango para interpretación de cationes intercambiable y capacidad de intercambio catiónico

	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
K+ cambiable	< 0.05	0.05 - 0.1	0.1 - 0.4	0.4 - 0.7	> 0.7
Na+ cambiable	< 0.1	0.1 - 0.3	0.3 - 0.7	0.7 - 2.0	> 2.0
Ca2+ cambiable	< 2	2.0 - 5.0	5.0 - 10	10.0 - 20	> 20
Mg2+ cambiable	< 0.3	0.3 - 1.0	1.0 - 3.0	3.0 - 6.0	> 6.0
CIC	< 6	6.0 - 12	12.0 - 25	25 - 40	> 40

2. Análisis foliar

En los análisis foliares se determinaron los siguientes macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y hierro.

La metodología de análisis utilizada por el laboratorio fue la misma que para los suelos excepto para el fósforo en donde se utilizó un método espectrofotométrico con ácido ascórbico. El hierro se determinó mediante el método espectrofotométrico de la O-Fenantrolina.

3. Análisis físico-químico de abonos orgánicos

En el caso de los abonos orgánicos líquidos se determinaron los macronutrientes siguientes: nitrógeno, fósforo y potasio y de manera ocasional el calcio y el magnesio.

En el caso de los abonos orgánicos sólidos, se determinaron los macronutrientes siguientes: nitrógeno, fósforo, potasio además del porcentaje de materia orgánica, de la conductividad eléctrica y la relación C/N en el caso del compost.

D. Elaboración de 2 módulos de “Te de estiércol”

1. Marco teórico

En la agricultura orgánica los materiales orgánicos, básicamente de origen vegetal o estiércol animal, representan la fuente de fertilización más importante y más comúnmente utilizada. Su adecuada utilización permite el aprovechamiento sostenible de los sistemas agropecuarios y el mantenimiento de la fertilidad y calidad a largo plazo de los suelos. Sin embargo, puesto que los materiales orgánicos frescos son propensos a alojar microorganismos patógenos para la salud y tienden además a acidificar y erosionar los suelos, es necesario previo a su utilización procesarlos con el fin de reducir al máximo los riesgos microbiológicos. Son entonces indispensables los procesos controlados tales como el compostaje (Abonos orgánicos sólidos) o la fermentación (Abonos orgánicos líquidos) mediante los cuales los microorganismos digieren la materia orgánica y se regulan los unos a otros.

La calidad del abono orgánico obtenido está así estrechamente relacionada con la calidad de la materia prima utilizada pero también con el tipo y el tiempo del proceso de fermentación aplicado. Entre más largo sea el tiempo de residencia, menor la probabilidad del abono en contener microorganismos patógenos y mayor la posibilidad de que se amplifiquen las trazas de micronutrientes y el contenido en metabolitos. Sin embargo hay que tener en cuenta que a partir de los 30 días de fermentación la concentración de macronutrientes empieza a disminuir (9).

En el caso de los abonos orgánicos líquidos, abonos ricos en nitrógeno, la fermentación puede ser de dos tipos: aeróbica o anaeróbica. Se le llama “Fertilizante orgánico líquido” o “Te orgánico” al extracto líquido elaborado a partir de distintos materiales orgánicos puestos en agua que permiten crear un líquido rico en nutrientes, compuestos orgánicos y microorganismos benéficos (Merrill et al., 1998). Este abono líquido es la resultante de la digestión tanto aeróbica como anaeróbica de la materia orgánica (de origen vegetal y/o animal) en un medio líquido por determinado tiempo (Vairo Dos Santos, 1992). En la fermentación aeróbica, y como consecuencia directa de la mayor concentración de oxígeno, la población microbiana es mucho más elevada que en las preparaciones anaeróbicas. Por lo tanto, el preparado aeróbico tiende a estar listo más rápido que el preparado anaeróbico (9; 10).

Se ha comprobado que los abonos orgánicos líquidos aplicados foliarmente a los cultivos en una concentración entre el 20 y 50% estimulan el crecimiento, mejoran la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Pueden ser igualmente aplicados en el suelo en concentraciones mayores aumentando así los procesos microbianos de éste y la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas, y en el cuello de las plantas para favorecer el crecimiento radicular. Puede igualmente utilizarse para imbibición de semillas permitiendo así acelerar la germinación. Estos abonos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, en vitaminas y en aminoácidos lo que les confiere la propiedad de regular el metabolismo vegetal y ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo (4; 9-11).

En esta propuesta, y teniendo en cuenta todo lo anterior mencionado, se propone la preparación para aplicación foliar del "Te de estiércol". El "Te de estiércol" es un abono orgánico líquido aeróbico con tiempo mínimo de fermentación de 2 semanas(12). Durante el proceso de preparación, el estiércol suelta sus nutrientes (Esencialmente NPK) al agua los cuales se vuelven disponibles para la plantas (11). La calidad del abono líquido obtenido dependerá esencialmente de la calidad del estiércol utilizado. Esta práctica, cuando aplicado directamente al suelo, promueve un reciclaje de nutrientes más eficiente ya que el estiércol al permanecer en el suelo, por su composición química, tiende a polimerizarse a temperatura ambiente demorando la movilización de sus nutrientes hacia las capas del suelo (13).

2. Materiales utilizados para los módulos de Mollebaya y de Puquina

Los estiércoles fueron escogidos en función al contenido promedio en nitrógeno de acuerdo a la literatura y a los análisis químicos realizados por El Taller:

a) Modulo de Mollebaya (8/11/08)

Para el modulo de "Te de estiércol" de Mollebaya se utilizaron los siguientes materiales:

- Tanque de 1000 litros;
- 150 Kg de estiércol fresco vacuno;
- 25 Kg de Guano de isla "Proabonos";
- 20 Kg de brote de alfalfa;
- 5 sacos de talega de 50Kg;
- 1 pita.

Este modulo fue realizado principalmente como ensayo. Se realizó un seguimiento en los tiempos 5, 10, 17 y 34 días y se aplicó a 2 concentraciones diferentes en la parcela de mejorana nº 6 perteneciente a la productora Primitiva a unos 2 meses del corte. Dada la no uniformidad de la parcela no se pudieron observar diferencias notables entre las 2 concentraciones utilizadas.

b) Modulo de Puquina (3/12/08)

Para el modulo de "Te de estiércol" de Puquina se utilizaron los siguientes materiales:

- Tanque de 1100 litros;
- 20 Kg de estiércol fresco vacuno;
- 20 Kg de estiércol fresco de cuy;
- 20 Kg de Guano de isla "Proabonos";
- 10 Kg de brote de alfalfa;
- 5 sacos de talega de 50Kg;
- 1 pita.
- 3-4 vasitos de compost maduro.



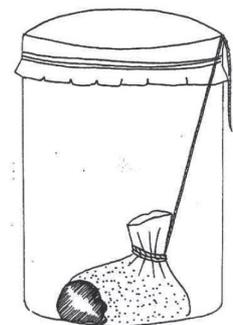
Este modulo fue elaborado principalmente para ser utilizado como abono foliar en la parcela de ensayo n°7 a principios de enero 2009.

Se analizaron principalmente los macronutrientes de diferentes muestras en los tiempos 15 y 37 días de elaborado. Puesto que el primer modulo realizado estaba demasiado concentrado se decidió disminuir las cantidades de estiércol fresco utilizados. Este te de estiércol se aplico a una concentración de 25%.

3. Preparación del “Te de estiércol”

Generalmente se aconseja en un primer paso mezclar todos los ingredientes dentro de las bolsas, agregarle a cada una 1 piedra para que no se queden en la superficie y revolver durante 20 minutos. Luego se deja tapado el tanque, aunque de manera floja para permitir la descomposición aeróbica durante 2 semanas y se revuelve a diario unos minutos. Idealmente, y al igual que cualquier te, se levantan las bolsas y se dejan escurrir un rato a diario para que “cuele” el oxígeno. Puede ser enriquecido con sales minerales.

Cumplidos los tiempos de resistencia necesarios, puede ser el abono orgánico líquido en dilución utilizado para fertilización foliar (9; 10).



Los olores propios a todo proceso de descomposición o fermentación no pueden evitarse pero sí pueden ser disminuidos. Por cada 200 litros de abono líquido se puede agregar un vasito de compost maduro el cual aportara microorganismos que aceleraran el proceso de descomposición de la materia orgánica.

Este procedimiento puede repetirse hasta 3 veces por semana (9).

E. Parcela de ensayo (Parcela n° 7)

1. Ubicación y objetivos

La parcela de ensayo pertenece a la productora María Arias y está ubicada en el poblado de Pochuayo en el distrito de Puquina, Moquegua. El área delimitada como la parcela de ensayo cuenta con 3 andenes y con una superficie de 789 m².

En esta parcela se realizó un ensayo con 3 niveles de fertilización orgánica para estimar el rendimiento máximo de mejorana pudiéndose obtener bajo los factores edáficos y climáticos propios al distrito de Puquina. Por otro lado se decidió igualmente hacer un ensayo sobre un andén de fertilización foliar con el te de estiércol preparado en Puquina. Esta última prueba tiene como objetivo determinar el efecto del abono orgánico líquido sobre la producción de mejorana.

2. Tratamientos

a) Abonos orgánicos sólidos

La parcela de ensayo fue dividida en 2 bloques, cada uno contando con 4 tratamientos. Los tratamientos o niveles de fertilización fueron calculados en base a los niveles de nitrógeno de mantenimiento necesarios para los 3 rendimientos (r) hipotéticos siguientes:

- r1: 1,20 ton/ Ha;
- r2: 2,40 ton/ Ha;
- r3: 3,60 ton/ Ha.

Los tratamientos asociados a esos rendimientos fueron los siguientes:

- T0: Tratamiento testigo, no fue aplicado ningún fertilizante.
- T1: Tratamiento 1, asociado al rendimiento r1;
- T2: Tratamiento 2, asociado al rendimiento r2;
- T3: Tratamiento 3, asociado al rendimiento r3.

Tratamientos aplicados a la parcela de ensayo n° 7

Rendimiento esperado (ton/Ha)	N mantenimiento (Kg/Ha)	Tratamiento	Superficie/ Tratamiento (m ²)	Superficie total/ tratamiento (m ²)	Guano de isla aplicado (Kg)	Humus aplicado (Kg)	Total Abono/ tratamiento (Kg)
		T0-1	53		0,00	0	
		T0-2	73	126,0	0	0	0,00
r1= 1,20	30	T1-1	76		3,5	6,9	
		T1-2	114,5	190,50	5,3	10,4	26,2
r2=2,40	60	T2-1	98		9,1	17,8	
		T2-2	147,5	245,5	13,7	26,8	67,4
r3=3,60	100	T3-1	110,5		17,0	33,4	
		T3-2	116,5	227,00	18,0	35,2	103,5

b) Abonos orgánicos líquidos

Por otro lado, los sub-bloques T1-2; T2-2 y T2-3 fueron abonados foliarmente con el te de estiércol preparado en Puquina 3 veces durante la campaña a una concentración de 25% mientras que el resto de los sub-bloques no recibieron ninguna aplicación foliar.

3. Parámetros evaluados

Se evaluaron los siguientes parámetros cada 15 días hasta el momento del corte en 5 plantas tomadas al azar dentro de cada tratamiento:

- Altura de las plantas;
- Número de entrenudos;

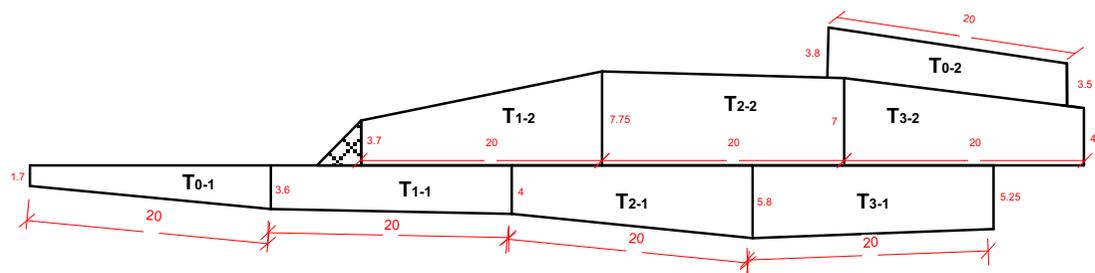
En el momento del corte se determinaron los siguientes parámetros por tratamiento:

- Rendimiento en fresco;
- Porcentaje de aceite esencial.

4. Plano de la parcela



a) Plano de la parcela de ensayo n°7



Área T1	m2
T0-1	53
T1-1	76
T2-1	98
T3-1	110.5
Total	337.5

Área T2	m2
T1-2	114.5
T2-2	147.5
T3-2	116.5
Total	378.5

Área	m2
T1	337.5
T2	378.5
T3	73
Total	789

Área T3	m2
T0-2	73
Total	73

PLANO

ORGANIZACIÓN:	ONG "EL TALLER"	PÁGINA:	1 / 1
AREA:	Desarrollo Rural	FECHA:	12 / 12 / 08
PLANO:	Parcela de Ensayo	HECHO POR:	Ing. Yasmine Ngadi
UNIDAD:	Metros (m.)	ESCALA:	1:1000

IV. Resultados y análisis

A. Parcelas muestreadas

B. Análisis físico-químicos realizados

1. Análisis físico-químicos de suelos e interpretación

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Por otro lado sirve para monitorear en forma regular los cambios en fertilidad de suelos que ocurren como consecuencia de la explotación agrícola y los efectos residuales de la aplicación de fertilizantes (14).

Resultado de los análisis físico-químicos de los suelos muestreados

		ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES		CIC BASES CAMBIABLES meq/100g				CIC meq/100g	PSI %
Productor		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MO %	N %	P ppm.	K ppm.	Ca2+	Mg2+	K+	Na+		
Mejorana	1	59,80	13,60	26,60	Franco Arenoso	0,00	6,33	0,08	1,32	0,08	10,50	540,00	6,75	1,54	1,84	0,67	10,40	6,20
	2	75,80	15,60	8,60	Franco Arenoso	0,00	6,64	0,09	0,95	0,06	11,06	150,00	6,98	1,87	1,66	0,69	11,20	6,16
	6	68,00	15,40	16,60	Franco Arenoso	0,00	6,45	0,08	1,73	0,10	26,60	225,00	7,39	2,27	1,79	0,65	12,10	5,37
	7	70,40	17,60	12,00	Franco Arcillo Arenoso	0,21	7,75	0,13	3,84	0,22	10,81	500,00	8,29	2,14	1,39	0,78	12,60	6,19
Tomillo	3	56,00	8,00	36,00	Franco Arenoso	0,00	6,60	0,12	2,40	0,13	32,83	405,00	6,63	2,29	1,93	0,65	11,50	5,65
	4	64,00	4,00	32,00	Franco Arenoso	0,00	5,92	0,11	2,81	0,15	19,81	142,50	6,89	1,97	0,96	0,58	10,40	5,58
	5	68,80	5,20	26,00	Franco Arenoso	0,00	6,33	0,12	2,66	0,15	38,22	240,00	7,11	1,99	1,10	0,60	10,80	5,56

a) Clase textural

La textura de un suelo, o distribución granulométrica de las partículas minerales del suelo, influye sobre la productividad del cultivo que sostiene. En este estudio, todas las muestras de suelo pertenecen a la clase textural Franco Arenoso. Puesto que las plantas aromáticas necesitan suelos con buen drenaje, la textura de los suelos de las parcelas es adecuada.

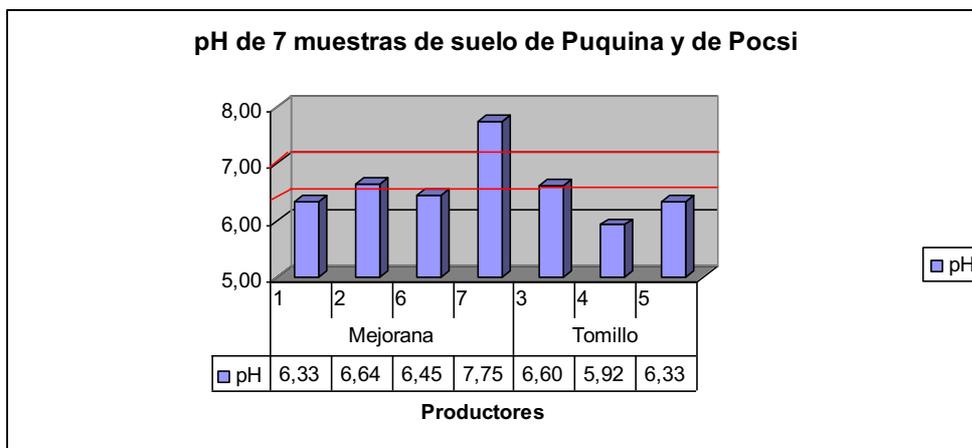
b) Análisis químico

(1) Porcentaje CO_3Ca

El porcentaje de carbonato de calcio representa un indicador de la reserva que poseen los suelos en bases. En este estudio todos los suelos muestreados presentan una ausencia total de carbonato de calcio lo que indica que con el tiempo estos suelos se acidificarán progresivamente. Puesto que la mejorana prefiere suelos ligeramente alcalinos (15), es necesario pensar en aplicar enmiendas calcáreas regularmente para evitar problemas posteriores de acidez o incorporar materia orgánica para recomponer los elementos básicos del suelo (Calcio, magnesio, potasio, sodio).

(2) pH

En el gráfico siguiente se observan los pH de las muestras de suelos analizadas:



El potencial de hidrogeno o pH es una escala numérica que mide, en este caso, el grado de acidez o alcalinidad del suelo.

En este estudio se observó que la mayoría de los suelos son ligeramente ácidos (1,6 y 5) e incluso moderadamente ácido para el caso del suelo de la parcela nº 4. Dos muestras presentaron un pH neutro y únicamente una muestra presentó un pH moderadamente alcalino (Muestra nº 7). Puesto que los suelos tienen tendencia naturalmente a acidificarse, más aun cuando las exportaciones son abundantes, es necesario aplicar enmiendas calcáreas para evitar la acidificación progresiva de los suelos.

(3) Conductividad eléctrica (CE)

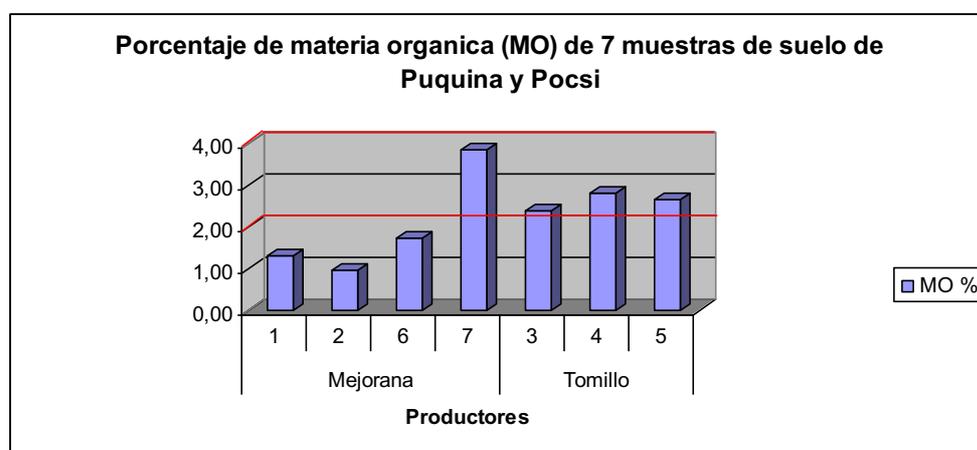
La conductividad eléctrica (CE) se define como la capacidad que tiene el medio, en este caso el extracto de saturación del suelo, para conducir la corriente eléctrica. Permite tener una idea de la textura y del drenaje de los suelos.

En este estudio todos los suelos presentan una CE muy baja (Inferior a 0,5 mS/cm), característico de suelos muy secos.

(4) Porcentaje de materia orgánica (MO)

La materia orgánica es imprescindible para de la agricultura orgánica puesto que por un lado, actúa como abono orgánico o fertilizante, y por otro lado funciona como enmienda mejorando las propiedades del suelo.

El siguiente grafico presenta el porcentaje de materia orgánica presente en cada muestra de suelo analizada:



Observamos en este gráfico que de los 4 suelos muestreados en Puquina, únicamente una (Muestra nº 7) tiene un buen nivel de materia orgánica. Los demás presentan niveles deficientes, en particular el productor número 2, el único de los 7 en proceso de certificación.

En cuanto a los productores de tomillo en Pocsi, presentan niveles adecuados de materia orgánica.

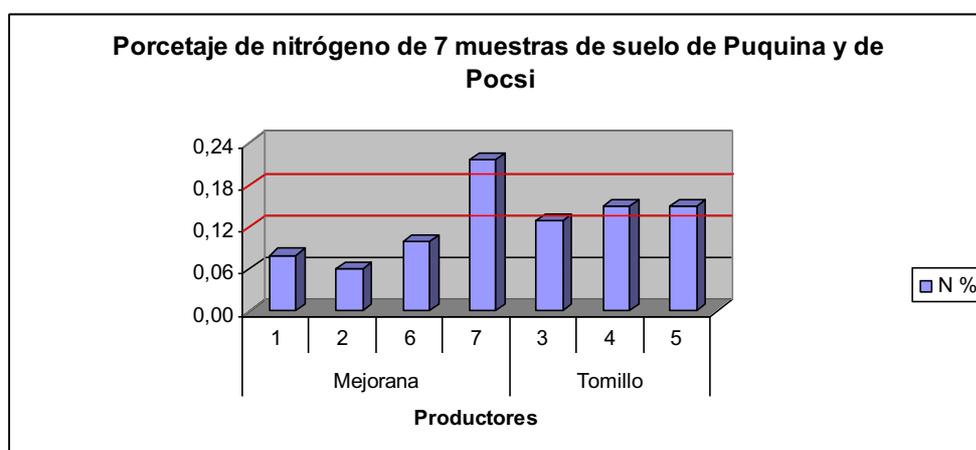
c) Elementos disponibles

Como se puede observar en los siguientes gráficos, el principal macro elemento limitante en las muestras de suelo analizadas es el nitrógeno. Mientras que los niveles de fósforo y de potasio se encuentran en niveles aceptables en todas las muestras, el nitrógeno es deficiente en tres muestras de siete (Muestra 1, 2 y 6), las 3 siendo de Puquina.

Por otro lado observamos de manera general que los rendimientos aumentan con las extracciones en macro elementos, lo que podría significar que los macro elementos no se encuentran disponibles en niveles suficientes.

(1) Porcentaje de nitrógeno

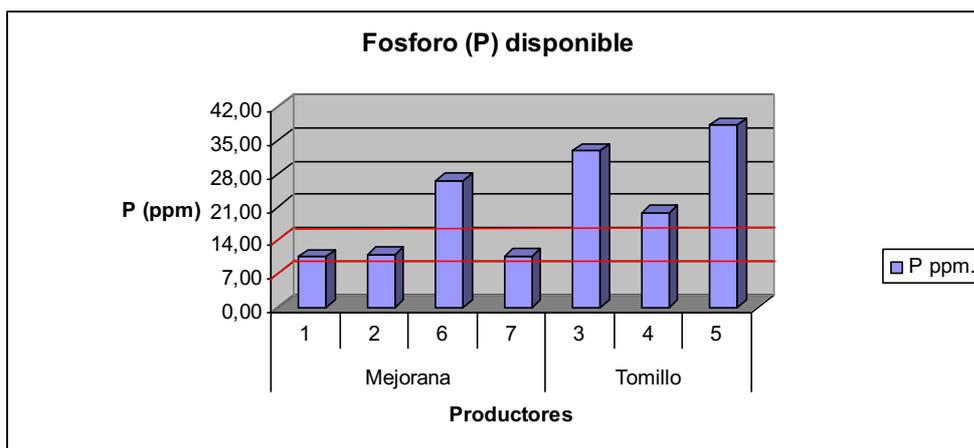
Se observa en el siguiente grafico que 3 de las 4 muestras de suelo de Puquina presentan deficiencias en nitrógeno excepto la muestra numero 7. Esta excepción puede ser explicada por la presencia durante 15 años de alfalfa. Estos déficits deben ser corregidos puesto que afectan directamente el rendimiento y la calidad de la producción. En la agricultura orgánica, estas deficiencias son corregidas con aportes de materia orgánica. La dificultad reside en que la materia orgánica además de aportar nitrógeno, aporta fósforo, potasio y otros elementos que no son exportados en las mismas proporciones en las que son importados. Por consiguiente si se corrigen la totalidad de las necesidades en nitrógeno de los cultivos es probable que los aportes en fósforo y potasio sobrepasen las exportaciones realizadas. Puesto que con esta sobre fertilización se corre el riesgo de polución, es necesario pensar en diferentes fuentes de materia orgánica para fertilizar los suelos. Como se observa en la parcela número 7, una fuente de nitrógeno que no aumenta la concentración de los demás nutrientes es la fijación de nitrógeno por simbiosis raizal de las leguminosas, como es el caso de la alfalfa.



(2) Fósforo (P)

El fósforo es un elemento de gran importancia en la nutrición de las plantas y con frecuencia presenta limitaciones en la fertilidad de los suelos. Solo suelos que han sido manejados con dosis altas de fertilizantes llegan a alcanzar valores altos de fósforo. El fósforo es esencial para el crecimiento, la división celular, el crecimiento de raíz, el desarrollo de la fruta y de la semilla y la maduración del fruto (14; 16).

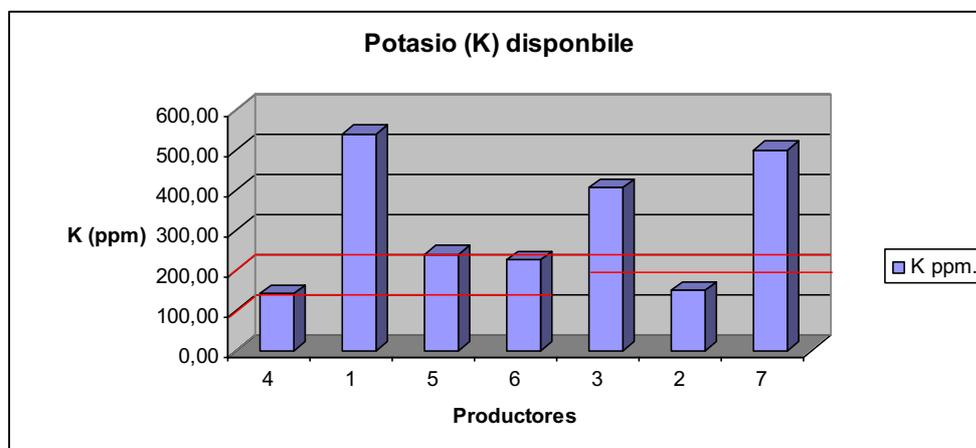
En cuanto al grafico, ninguna muestra presenta limitaciones en fósforo, pero si 3 muestras presentan excedentes.



(3) Potasio (K)

El potasio representa el segundo elemento más abundante en las plantas después del nitrógeno. Está involucrado en el funcionamiento de más de 60 enzimas, en la fotosíntesis, en el traslado de los fotosintatos a los órganos de almacenamiento y en la resistencia a las enfermedades y estrés (Hídrico y climático).

Una sola muestra de las siete presenta deficiencias. Pero nuevamente 3 muestras, de las cuales 2 son distintas de las que presentan exceso de fósforo, presentan exceso de potasio. Contrariamente al fósforo, el potasio siempre se encuentra en solución y por consiguiente es fácilmente disponible pero también fácilmente lixiviable, razón por la cual hay riesgo de polución en las parcelas que presentan exceso de potasio.

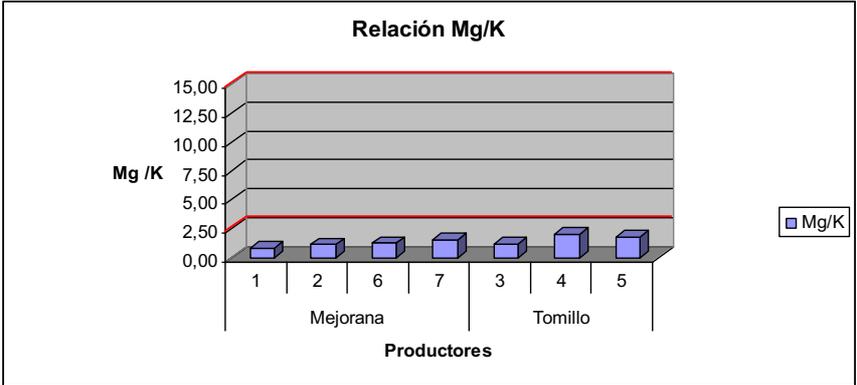
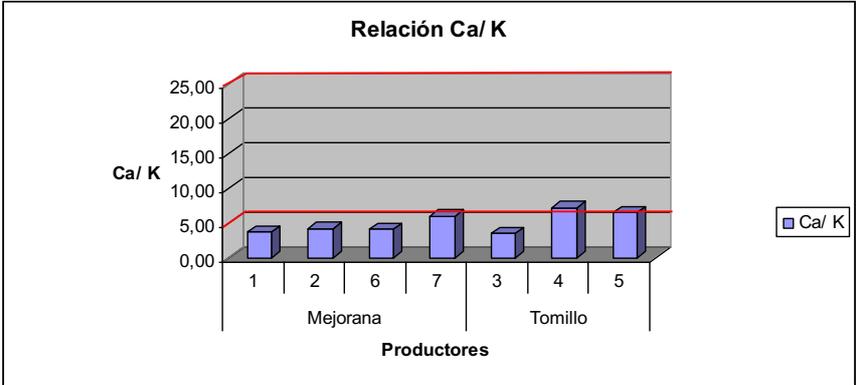
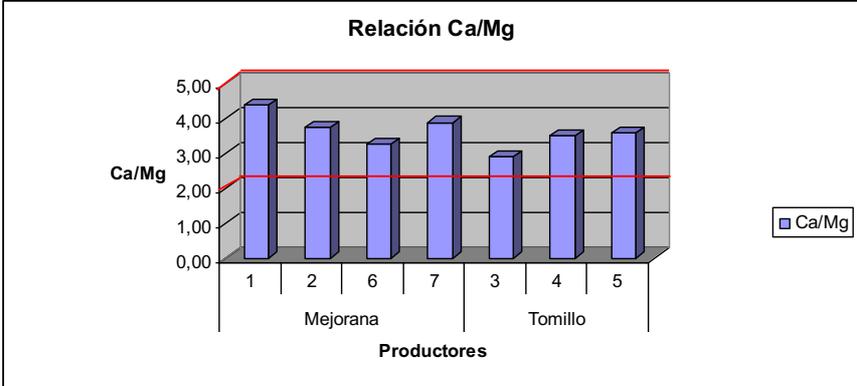


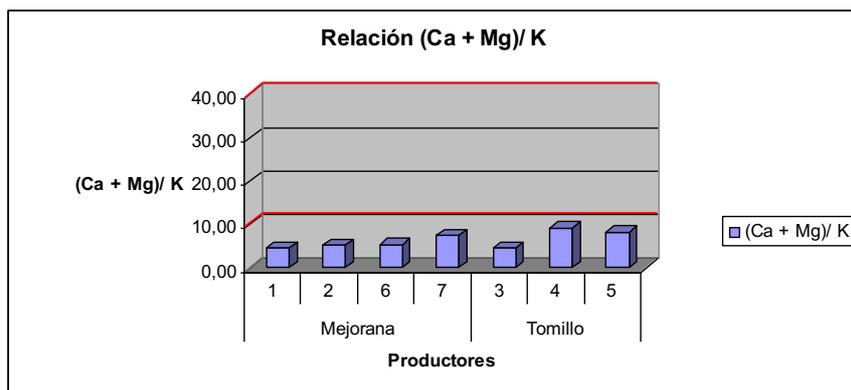
d) Relaciones catiónicas

El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg y K) define en gran parte el grado de fertilidad del suelo, especialmente los dos primeros. Los suelos fértiles se distinguen por tener altos niveles de Ca y Mg. En este caso, todas las muestras presentan una suma de bases entre 5-12 meq/100g lo que es característico de suelos con fertilidad media.

Por otro lado la evaluación de las relaciones entre los cationes Ca, Mg y K permite determinar si existe algún desequilibrio entre las bases intercambiables. El antagonismo principal que se presenta es la relación de Ca y/o Mg con K (14).

En este estudio observamos que en todas las muestras hay un desequilibrio de Ca y Mg con relación a K. Es entonces probable que hayan problemas de asimilación de estos 2 cationes por parte de los cultivos y que presenten deficiencias en Ca y Mg. Por consiguiente o bien es necesaria la aplicación de enmiendas calcáreas en todos los suelos para equilibrar las relaciones, o bien es necesaria la aplicación foliar de estos 2 elementos.





2. Análisis físico-químicos de abonos orgánicos

Dentro de la agricultura orgánica, los abonos orgánicos son de primera importancia ya que constituyen la fuente de fertilización más comúnmente utilizada dentro de las parcelas.

A diferencia de los fertilizantes químicos que generalmente suministran al suelo un único y determinado nutriente, los abonos orgánicos liberan al descomponerse no solo macro sino también micronutrientes y sustancias orgánicas diversas como por ejemplo las fitohormonas liberadas por el biol que estimulan el crecimiento y la floración de los cultivos. Sin embargo la concentración de nutrientes que poseen los abonos orgánicos es más baja que la que poseen los fertilizantes químicos y por eso necesitan ser aplicados en cantidades más altas (2).

Por esta razón, es interesante en un primer tiempo analizar químicamente los diferentes abonos orgánicos disponibles para determinar los abonos más ricos en nutrientes. Por otro lado, puesto que los elementos nutritivos contenidos dentro de los abonos orgánicos no se pueden disociar, es necesario igualmente determinar mezclas de diferentes fuentes para no sobre fertilizar los suelos en algún elemento determinado.

La tabla siguiente presenta los resultados de los análisis químicos de algunos de los abonos orgánicos presentes en las zonas de Pocsi y Puquina. Están separados los abonos líquidos de los sólidos.

Análisis químico de diferentes abonos orgánicos producidos y comprados

ABONO	PRODUCTOR	N TOTAL	P TOTAL	K TOTAL	Ca TOTAL	Mg TOTAL	CE	MO	C/N 2,24/ 4,04	C
		%	mg/ L					mS/ cm		%
BIOL (de 2 meses) (de 4 meses)	1	0,17	103,99	300,00	414,40	83,80	7,55			
	5	0,23	41,43	333,30	167,60	251,40	19,20			
LOMBRICOMPUUESTO	1	0,10	57,66	166,70	552,50	117,30	1,22			
TE DE ESTIERCOL (219 M-1)	5	0,10	20,16	199,90	414,40	690,60	1,13			
TE DE ESTIERCOL (Mollebaya)	5 días (M-2 280)	0,09	7,54	137,80						
	10 días (281)	0,12								
	17 días (281)	0,15	62,02	0,43		100,59				
TE DE ESTIERCOL (Puquina)	34 días (M-1 301)	0,19	43,49	0,42		183,12				
	13 días (M-1 316)	0,18	122,80	267,38		189,53				
	37 días	0,20	186	205,3	159,28	144,97				
	55 días (M-1 344)	0,30	248,5	321,7	171,42	135,68				
		%					mS/ cm	%		%
COMPOST (de 3 meses)	1	1,33	0,84	0,45			5,70	27,12	11,83	15,73
HUMUS (Comprado)	1	1,65	0,97	0,80			2,83	24,20	8,51	14,04
GUANO DE ISLA	5	4,04	4,36	0,75			35,90	3,87	0,55	2,24
GUANO DE ISLA (247)	El Trigal S.A.C.	1,38	1,07	0,25						
GUANO DE ISLA (M-1 279)	Proabonos	12,92	6,96	2,53		0,31				

Dentro de los abonos orgánicos sólidos, observamos que el abono con mayor concentración en macro nutrientes es el guano de isla proveniente del ministerio de Agricultura, *Proabonos*.

El guano de isla proveniente de la agroindustria *El Trigal* resulto ser pura tierra lo que explica su bajo costo en comparación con el de *Proabonos* (30 soles vs. 78 soles).

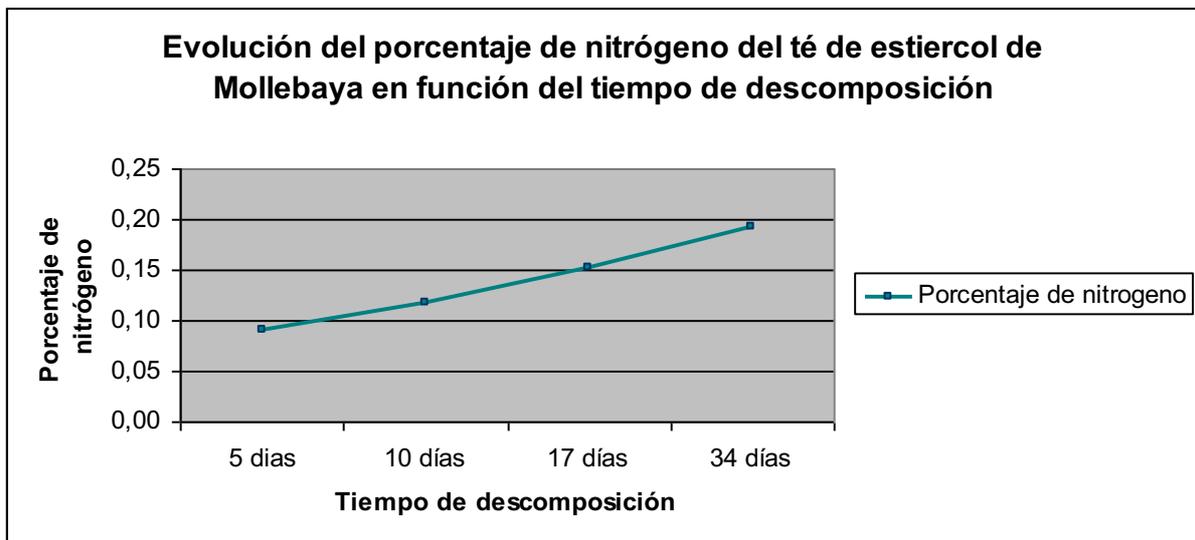
El compost y el humus, más que como fertilizantes, son utilizados como enmiendas capaces de mejorar las propiedades del suelo por su elevado contenido en materia orgánica (Que oscila en ambos casos alrededor de los 25%) que nutre la actividad biológica de los suelos. Recordemos que el compost para crear ante todo reservas de materia orgánica en los suelos debe poseer una relación C/N inicial superior a 40.

Observamos en la tabla que el humus comprado al igual que el compost elaborado tienen una relación C/N inferior a 17, cifra a partir de la cual se produce la mineralización de las formas orgánicas de nitrógeno estabilizadas durante la primera fase de descomposición del compost (C/N entre 60 y 33) y periodo ideal para ser aplicados en los suelos. El humus, al tener una relación C/N inferior a 10:1 se encuentra estabilizado (3; 17).

Los abonos orgánicos líquidos, al no generar reservas de materia orgánica en los suelos, son utilizados esencialmente por sus propiedades fertilizantes y bioactivas. Contrariamente a los abonos orgánicos sólidos, los elementos nutritivos se encuentran en formas directamente disponibles para las plantas. Por ende es interesante utilizarlos conjuntamente con los abonos orgánicos sólidos, bien sea aplicados foliarmente o en el suelo.

a) Módulos de "Te de Estiércol"

Se analizaron 3 tipos de abonos líquidos: el Biol, el lombricompostado y el te de estiércol. El Biol por tratarse de una fermentación anaeróbica y el lombricompostado por no contener materia orgánica fresca tienen la ventaja con relación al te de estiércol de no presentar riesgos de contaminación. En cuanto al te de estiércol, si el proceso de preparación cumple con el tiempo de saneamiento requerido (3 semanas) el valor nutritivo puede ser igual o superior al Biol con un menor tiempo de preparación. Se observa que con el tiempo de descomposición la concentración de nitrógeno sube hasta alcanzar un valor del 0,20% mientras que las concentraciones de fósforo, potasio y magnesio disminuyen levemente.



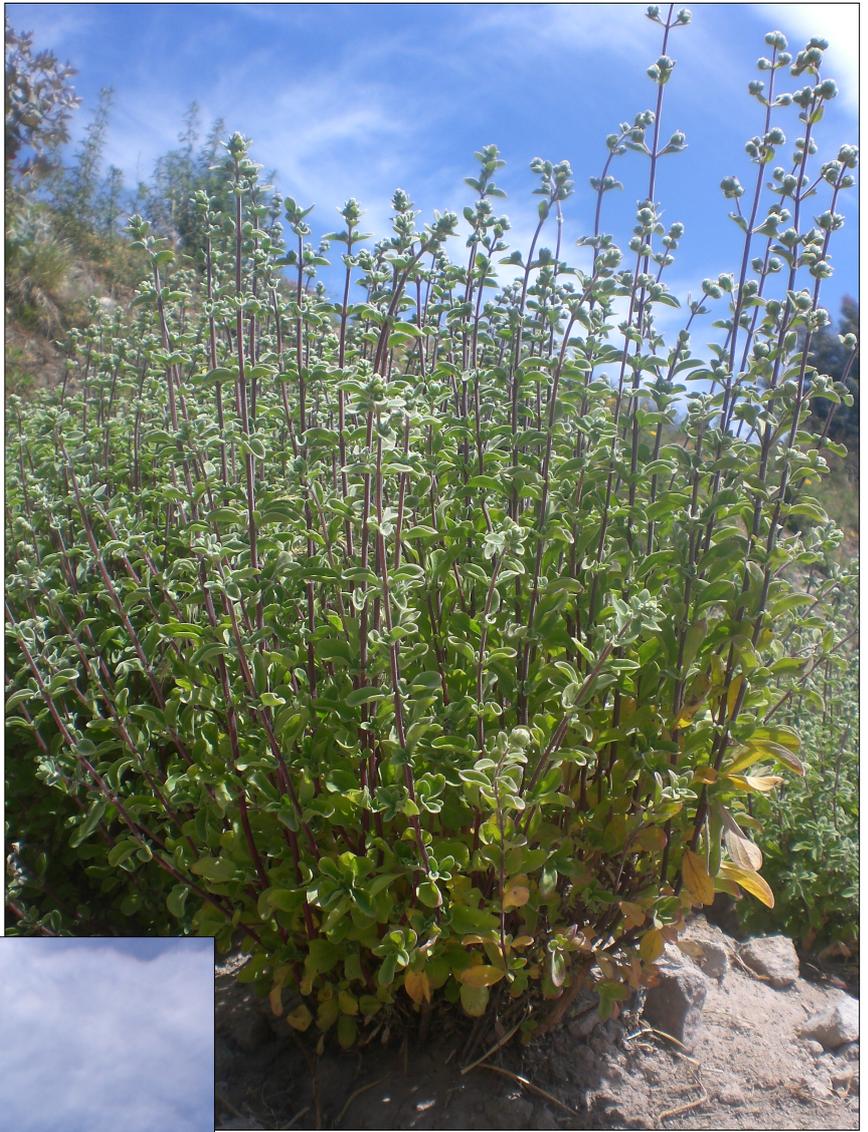
Se prepararon 2 módulos de te de estiércol: uno en Mollebaya y uno en Puquina. La diferencia principal entre ambos módulos fue la cantidad de estiércol fresco utilizado. El modulo de Mollebaya se preparo con 3 veces la cantidad de estiércol (Aproximadamente 180 Kg. para 1000 litros) que el modulo de Puquina. El objetivo fue intentar aumentar la concentración de nutrientes de la solución.

Se observo que aproximadamente a 35 días de haber sido elaborado ambas soluciones presentaron aproximadamente la misma concentración de nitrógeno. Sin embargo la concentración de fósforo y potasio fue mucho mayor en el caso del modulo de Puquina con relación al de Mollebaya. Una de las explicaciones podría ser que la disolución de los elementos nutritivos en el modulo de Mollebaya es mas lenta debido a la mayor concentración de elementos en solución. Es probable que este modulo presente un aumento de concentración durante mayor tiempo que el modulo de Puquina. Puesto que aun se esperan los análisis químicos del te de estiércol de Mollebaya y de Puquina a los respectivamente 3 meses y 2 meses de preparación, aun no se puede dar una conclusión definitiva en cuanto a las concentración finales de los nutrientes en función de las cantidades de estiércol utilizadas. Sin embargo, puesto que en este estudio se busca realizar un abono orgánico líquido con igual o mayor concentración de nitrógeno a un menor tiempo de descomposición se puede concluir que no es necesario aumentar las cantidades de estiércol fresco utilizadas para una mayor concentración de nutrientes.

Por otro lado, se realizo un ensayo en campo con el te de estiércol elaborado en Mollebaya a las 3 semanas de haber sido elaborado. La parcela utilizada fue la de la productora Ramos de Mamani Primitiva en Puquina. Se realizaron 2 ensayos: a una concentración de 50% y a una concentración de 25%.



Puesto que la parcela es bastante heterogénea, con zonas y plantas con alturas muy distintas, no tuvo sentido realizar un seguimiento de la altura de las plantas después de la aplicación. Sin embargo se observo una maduración prematura de las plantas: elongación de los entrenudos, amarillamiento y floración de las plantas. Esto se debe a una concentración en fitohormonas en el abono orgánico líquido muy elevada. Por consiguiente, aunque la concentración en nutrientes fuera relativamente baja, la concentración de fitohormonas era lo suficientemente elevada como para madurar un cultivo a pesar de llevar 3 semanas de preparación. Por consiguiente, los módulos preparados con cantidades de estiércol fresco superiores a los 60 Kg./ 1000 L. deben tener un tiempo de descomposición de por lo menos 1 mes y medio/ 2 meses antes de poder ser aplicados a concentraciones de 25%.



C. Extracciones y disponibilidad en los suelos de los principales elementos nutritivos (N,P K) por productor

1. Estimación de las extracciones de nutrientes por los cultivos de mejorana y tomillo

Para elaborar un plan de fertilización razonado, es necesario en un primer tiempo estimar las exportaciones de los principales nutrientes realizadas por los cultivos. Para esto, existen dos métodos. El primero se basa en las tablas que se encuentran en la literatura, teniendo como principal inconveniente el hecho de que las cifras se obtienen generalmente en parcelas con condiciones de cultivo diferentes a las locales. El segundo método, mas adecuado, se basa en análisis foliares realizados en la zona para la cual se quiere establecer el plan de fertilización. A continuación se utilizan los dos métodos para estimar las exportaciones de nutrientes realizadas por la mejorana en el distrito de Puquina y por el tomillo en el distrito de Pochi.

a) Exportación de nutrientes a partir de las tablas de extracciones encontradas en la literatura

En la literatura se pueden encontrar tablas que estiman las exportaciones de los principales elementos nutritivos (En kilos por hectárea) en función del rendimiento (En toneladas por hectárea) de las plantas aromáticas. En la tabla siguiente se tomaron únicamente en cuenta las exportaciones realizadas por los cultivos de mejorana y de tomillo (1):

Extracciones en macro elementos por los cultivos de mejorana y tomillo

CULTIVO	RENDIMIENTO MS (Ton/ Ha)	EXTRACCION NUTRIENTE (Kg/ Ha)				NORMAS DERTILIZACION (Kg/ Ha)			
		N	P2O5	K2O	Mg	N	P2O5	K2O	Mg
Mejorana	3,50	96,00	29,00	118,00	9,00	80,00	30,00	110,00	10,00
Tomillo	4,00	68,00	21,00	105,00	9,00	60,00	30,00	100,00	10,00

Fuente(1): Carlen C.; Carron C.-A. Données De Base Pour La Fumure Des Plantes Aromatiques Et Médicinales. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 2006, 38.

A partir de esta tabla, y conociendo los rendimientos de las diferentes parcelas, se pueden estimar las exportaciones en nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio realizadas por la mejorana y el tomillo. Para convertir las cantidades extraídas de P2O5, K2O y MgO en P, K y Mg se utilizaron los siguientes coeficientes de conversión:

Coefficientes de conversión

a P2O5	0,44
a K2O	0,83
a MgO	0,60

Se obtuvo la siguiente tabla de extracción:

		EXTRACCION							
		(Kg/ Ha)							
PRODUCTORES	RENDIMIENTO MS Ton/ Ha	N	P2O5	K2O	MgO	P	K	Mg	
Mejorana	1	0,90	24,69	7,46	30,34	2,31	3,25	25,18	1,40
	2	0,78	21,39	6,46	26,30	2,01	2,82	21,83	1,21
	6	0,57	15,63	4,72	19,22	1,47	2,06	15,95	0,88
	7	1,20	32,91	9,94	40,46	3,09	4,34	33,58	1,86
Tomillo	3	1,02	27,98	8,45	34,39	2,62	3,68	28,54	1,58
	4	0,30	8,23	2,49	10,11	0,77	1,08	8,39	0,47
	5	1,02	27,98	8,45	34,39	2,62	3,68	28,54	1,58

b) Exportación de nutrientes a partir de los análisis foliares realizados

La siguiente tabla retoma los resultados de los análisis foliares realizados en el laboratorio. Los resultados están en porcentaje con relación a la materia seca.

Análisis foliares

		N TOTAL	P TOTAL	K TOTAL	Ca TOTAL	Mg TOTAL	Fe TOTAL	
		%						mg/ Kg
Productor	1	2,83	0,23	1,80	1,79	0,50	488,40	
	2	3,32	0,18	1,70	1,53	0,41	506,50	
	3	2,98	0,32	1,50	1,16	0,20	351,30	
	4	3,17	0,39	1,60	1,33	0,30	339,20	
	5	3,74	0,98	2,20	1,49	0,30	762,90	

Lo que equivale a la siguiente tabla de exportaciones:

Extracciones de N, P, K, Mg, Ca y Fe por la mejorana y el tomillo a partir de los análisis foliares

		EXTRACCION SEGUN ANALISIS FOLIAR						
		(Kg/ Ha)						
Productor	RENDIMIENTO MS Ton/ Ha	N Extraido	P Extraido	K Extraido	Mg	Ca	Fe	
Mejorana	1	0,90	25,47	2,07	16,20	4,50	16,11	0,44
	2	0,78	25,90	1,40	13,26	3,20	11,93	0,40
	6	0,57						
	7	1,20						
Tomillo	3	1,02	30,40	3,26	15,30	2,04	11,83	0,36
	4	0,30	9,51	1,17	4,80	0,90	3,99	0,10
	5	1,02	38,15	10,00	22,44	3,06	15,20	0,78

c) Comparación de los resultados obtenidos por los dos métodos

Productor		RENDIMIENTO MS Ton/ Ha	EXTRACCION SEGUN ANALISIS FOLIAR						EXTRACCION SEGUN LITERATURA			
			N Extraido	P Extraido	K Extraido	Mg	Ca	Fe	N Extraido	P Extraido	K Extraido	Mg
(Kg/ Ha)												
Mejorana	1	0,90	25,47	2,07	16,20	4,50	16,11	0,44	24,69	3,25	25,18	1,40
	2	0,78	25,90	1,40	13,26	3,20	11,93	0,40	21,39	2,82	21,83	1,21
	6	0,57							15,63	2,06	15,95	0,88
	7	1,20							32,91	4,34	33,58	1,86
Tomillo	3	1,02	30,40	3,26	15,30	2,04	11,83	0,36	27,98	3,68	28,54	1,58
	4	0,30	9,51	1,17	4,80	0,90	3,99	0,10	8,23	1,08	8,39	0,47
	5	1,02	38,15	10,00	22,44	3,06	15,20	0,78	27,98	3,68	28,54	1,58

Al comparar los 2 métodos nos damos cuenta que los resultados son similares excepto los que se refieren al potasio y al magnesio para los cuales las diferencias entre los resultados son mas amplias. Por consiguiente es preferible al querer hacer un plan de fertilización de una parcela basarse en las extracciones estimadas a partir de los análisis foliares de la zona.

2. Disponibilidad de nutrientes en los suelos

Para estimar la disponibilidad de los elementos N, P, K en los suelos se utilizaron las siguientes constantes (Constantes obtenidas del Ing. L. Fernández de la Universidad Católica):

DENSIDAD APARENTE SUELO (Ton/m3)	1,6
PROFUNDIDAD ARABLE (m)	0,2
VOLUMEN SUELO ARABLE (m3/ Ha)	2000
CANTIDAD SUELO ARABLE (Ton/Ha)	3200
% N TOTAL/ MO	5
% N DISPONIBLE/ N TOTAL MINERALIZACION N	1,8

Se pudieron así estimar la disponibilidad de los principales nutrientes. La siguiente tabla retoma las estimaciones:

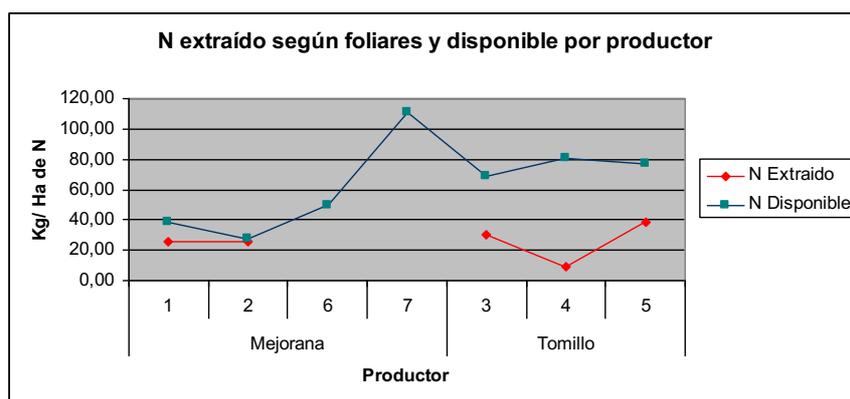
Disponibilidad de los principales elementos nutritivos (N, P, K) en los suelos

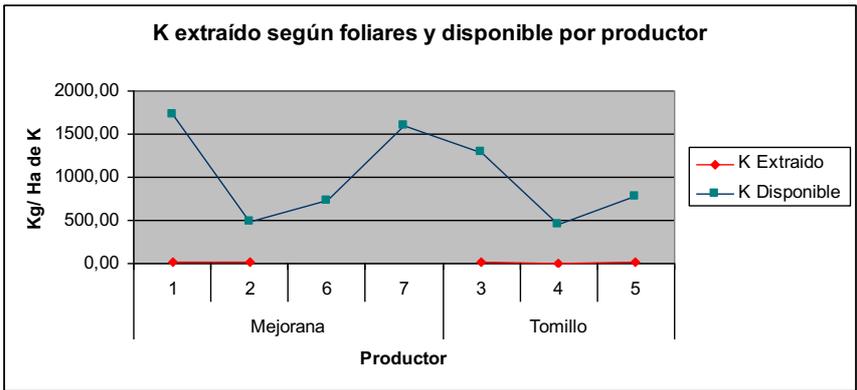
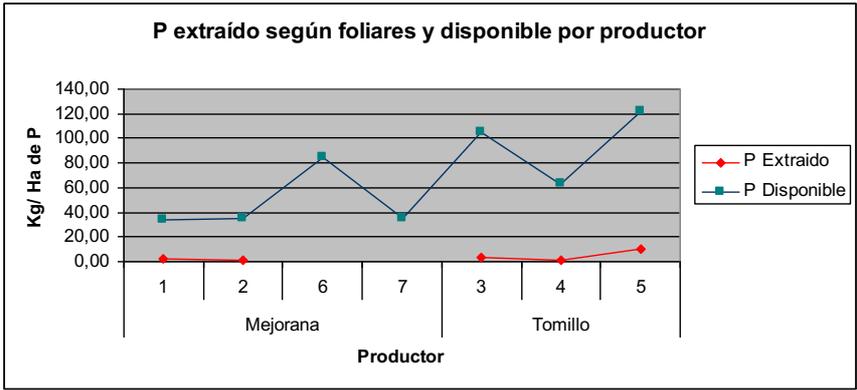
PRODUCTORES		RENDIMIENTO MS Ton/ Ha	Ton / Ha de MO Y DE N		NPK DISPONIBLES EN LOS SUELO		
			(Ton/ Ha)		(Kg/ Ha)		
			MO	N	N Disponible	P Disponible	K Disponible
Mejorana	1	0,90	42,24	2,112	38,02	33,6	1728
	2	0,78	30,40	1,52	27,36	35,392	480
	6	0,57	55,36	2,768	49,82	85,12	720
	7	1,20	122,88	6,144	110,59	34,592	1600
Tomillo	3	1,02	76,80	3,84	69,12	105,056	1296
	4	0,30	89,92	4,496	80,93	63,392	456
	5	1,02	85,12	4,256	76,61	122,304	768

Al comparar los elementos disponibles en los suelos con relación a los extraídos por campaña (Gráficos siguientes), observamos, como es de suponerse, que la cantidad de elementos nutritivos están disponibles en cantidades mayores a las extraídas por los cultivos. Sin embargo lo que desconocemos son las causas por las cuales los cultivos no extraen mayores cantidades de nutrientes. Por un lado podría ser por limitantes externas a la fertilidad de los suelos; Por otro lado, podría ser porque las diferencias entre elementos disponibles y extraídos no son lo suficientemente amplias para una respuesta por parte de la planta. A esta duda es a la que intentaremos responder con la parcela de ensayo número 7. Hay que tener en cuenta que estas hipótesis no son validas para las parcelas número 1,2, 4 y 6 que presentan limitantes identificadas (Deficiencias en nutrientes y en el caso de la parcela numero 4, pH muy ácido probablemente responsable de una insolubilización del fósforo).

Es así como teniendo las extracciones y disponibilidades de los principales nutrientes en los suelos, se puede determinar un plan de fertilización para los rendimientos actuales de cada parcela. Ese plan de fertilización se hace a continuación para 3 rendimientos hipotéticos en el caso de la parcela de ensayo.

Gráficos presentando los macroelementos extraídos y disponibles en los suelos de cada parcela





D. Plan de fertilización de la parcela de ensayo (Parcela n° 7)

El objetivo de esta parcela de ensayo fue intentar, a través de una fertilización orgánica razonada, aumentar el nivel actual de producción. Como se pudo observar, esta parcela corresponde a la parcela con mejor rendimiento de mejorana en Puquina entre las 4 que se analizaron. Por otro lado, esta parcela no presenta deficiencias en algún macro elemento como es el caso de las parcelas 1, 2, 6, para las cuales es probablemente suficiente corregir estas deficiencias para lograr un aumento de rendimiento.

Se decidió realizar un plan de fertilización basado en las exportaciones de macro nutrientes que generarían 3 rendimientos hipotéticos:

1. El rendimiento actual: r1;
2. Dos veces el rendimiento actual: r2;
3. Tres veces el rendimiento actual r3.

El plan de fertilización se calculó tomando como referencia únicamente el nitrógeno, por obvias razones de que el fósforo y potasio están ligados al nitrógeno en los abonos orgánicos. Con este ensayo, se espera observar la respuesta de la mejorana al aumento de niveles de fertilización en Puquina.

Puesto que en la parcela de ensayo no se tomaron muestreos foliares, las extracciones se calcularon de acuerdo a la tabla de extracciones encontrada en la literatura.

1. Plan de fertilización de acuerdo al rendimiento esperado

Se decidió, en cada uno de los 3 casos y puesto que el nivel de nitrógeno inicial es suficiente, realizar una fertilización de mantenimiento correspondiente a la cantidad extraída.

Parcela de ensayo. Tratamiento T1, rendimiento r1: 1,20 ton/ha

(Kg/ Ha)					
r1 = 1,20 ton/ha	N	P	K	Mg	N Mantenimiento
Extraccion	32,91	4,34	33,58	1,86	30,00
Disponible	110,59	34,592	1600		
Δ	77,68	30,26	1566,42		

Parcela de ensayo. Tratamiento T2, rendimiento r2: 2,40 ton/ha

(Kg/ Ha)					
r2 = 2,4 ton/ha	N	P	K	Mg	N Mantenimiento
Extraccion	65,83	8,67	67,16	3,72	60,00
Disponible	110,59	85,12	720		
Δ	44,76	76,45	652,84		

Parcela de ensayo. Tratamiento T3, rendimiento r3: 3,60 ton/ha

r3 = 3,6 ton/Ha	(Kg/ Ha)				N Mantenimiento
	N	P	K	Mg	
Extraccion	98,74	13,01	100,74	5,58	100,00
Disponible	110,59	85,12	720		
Δ	11,85	72,11	619,26		



2. Abonos orgánicos utilizados

Los abonos orgánicos utilizados para la fertilización de mantenimiento, se escogieron de acuerdo a los análisis físico-químicos, especialmente la cantidad de nitrógeno, pero también de acuerdo a los costos. Combinando ambos factores, se decidió utilizar el guano de isla por su alto contenido en nitrógeno, mezclado con humus por su aporte de materia orgánica. Las proporciones utilizadas fueron las siguientes:

- El 80% del nitrógeno de mantenimiento fue aportado por el guano de isla;
- El 20% del nitrógeno de mantenimiento fue aportado por el humus.

Costos de algunos abonos orgánicos

	UNIDAD	COSTO DE PRODUCCION UNITARIO	PRECIO DE VENTA
BIOL	Litro	S/. 0.07	S/. 0.25
LOMBRICOMPUUESTO	Litro	S/. 0.05	S/. 0.25
MACERADOS	Litro	S/. 0.75	S/. 1.00
TRAMPAS AMARILLAS	Trampa	S/. 5.25	S/. 6.50
HUMUS DE LOMBRIZ	Bolsa	S/. 14.19	S/. 33
GUANO DE ISLA	Unidad	S/. 66.00	S/. 78.00
COMPOST	Unidad		S/. 20

3. Cantidades de abonos aplicados por tratamiento

Las cantidades de cada abono orgánico por tratamiento se calcularon de acuerdo a lo siguiente:

- Las cantidades de nitrógeno de mantenimiento a aplicar por tratamiento; teniendo en cuenta que el:
 - 80% del nitrógeno debe ser aportado por el guano de isla;
 - 20% del nitrógeno debe ser aportado por el humus;
- El porcentaje de nitrógeno disponible en el guano de isla y en el humus, que se estimó a un 40% (18).

Cálculos realizados

	r1 = 1,20 ton/Ha	r2=2,40 ton/Ha	r3= 3,60 ton/Ha
NIVELES N Mantenimiento/ Kg/ Ha	30,0	60	100
NIVELES N/ Kg/ 1/4 topo	2,5	5,0	8,3

	r1		r2		r3		COSTO Parcela (Soles)
	Guano de isla	Humus	Guano de isla	Humus	Guano de isla	Humus	
N /100 Kg	12,92	1,65	12,92	1,65	12,92	1,65	
P/ 100 Kg o mg/L	5,56	0,97	5,56	0,97	5,56	0,97	
K/ 100 Kg o mg/L	2,82	0,8	2,82	0,8	2,82	0,8	
Costo (S./) / 50 Kg o L	78,00	33	78,00	33	78,00	33	
% N DISPONIBLE ABONO	40	40	40	40	40	40	
N A APLICAR / 1/4 topo (Kg)	2,00	0,50	4,00	1,00	6,64	1,66	
Abono/ Parcela (1/4 topo) (Kg)	38,70	75,76	77,40	151,52	128,48	251,52	
Abono/ Bloque Tratamiento (1/16 topo) (Kg)	8,85	17,32	22,80	44,64	35,00	68,51	
Abono Total / Bloque tratamiento (1/16 topo) (Kg)	26,16		67,44		103,51		
Saco / Bloque tratamiento (1/16 topo)	0,52		1,35		2,07		
Abono/ Tratamiento (1/32 topo) (Kg)	13,08		33,72		51,76		
Costo/ Bloque tratamiento (1/16 topo)	25,23		65,03		99,82		190,08

Tabla retomando las cantidades de abonos orgánicos por tratamiento

Rendimiento esperado (ton/Ha)	N mantenimiento (Kg/Ha)	Tratamiento	Superficie/ Tratamiento (m2)	Superficie total/ tratamiento (m2)	Guano de isla aplicado (Kg)	Humus aplicado (Kg)	Total Abono/ tratamiento (Kg)
Testigo		T0-1	53		0,00	0	
		T0-2	73	126,0	0	0	0,00
r1= 1,20	30	T1-1	76		3,5	6,9	
		T1-2	114,5	190,50	5,3	10,4	26,2
r2=2,40	60	T2-1	98		9,1	17,8	
		T2-2	147,5	245,5	13,7	26,8	67,4
r3=3,60	100	T3-1	110,5		17,0	33,4	
		T3-2	116,5	227,00	18,0	35,2	103,5

Abonamiento de la parcela de ensayo el 5/02/09



E. Resultados de la parcela experimental

La cosecha se realizo el 4 de mayo.

El peso promedio en fresco por mata por tratamiento se obtuvo a partir de muestras compuestas entre 44 y 80 plantas cosechadas. Se midieron las siguientes variables:

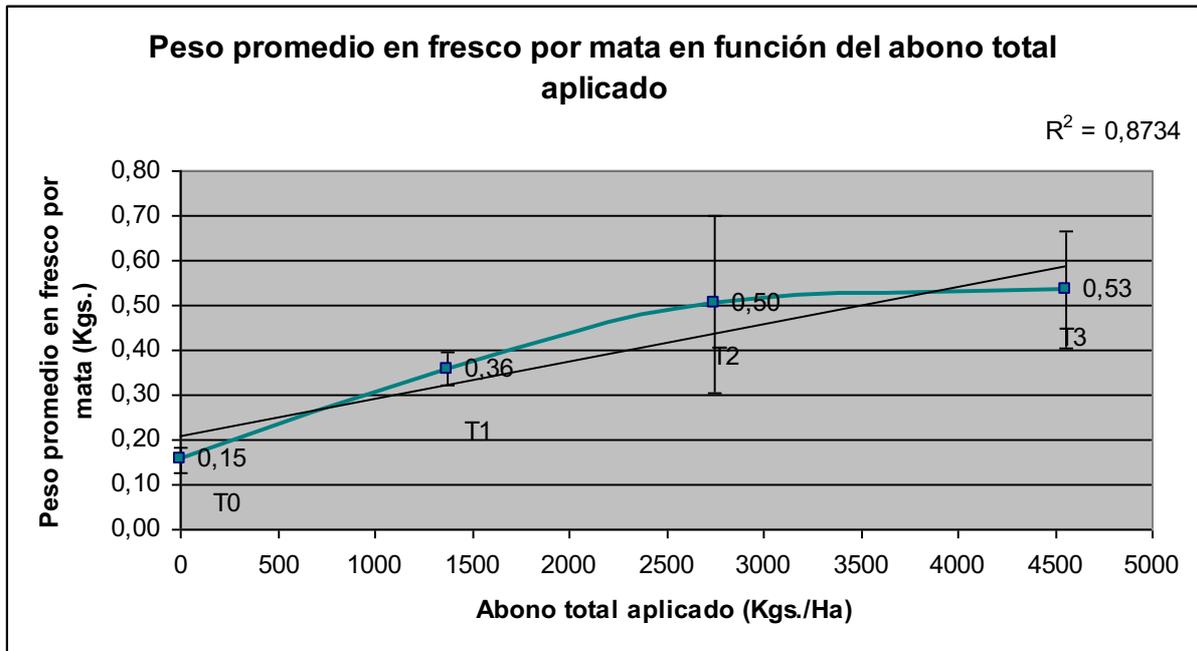
1. Resultados

Tratamiento (T)	Altura Promedio (cm)	Area (m2)	Número de plantas cosechadas	Peso en fresco (Kgs)	Peso promedio en fresco por mata (Kgs)	Peso promedio en fresco (Kgs./Ha)	Distancia s entre surco (m)	Distancia p entre planta (m)	s*p	Densidad/Ha
T0-1	39,80	5,50	68	8,54	0,13	15527	0,45	0,2	0,09	111111
T0-2	33,00	4,86	52	9,56	0,18	19671	0,54	0,22	0,1188	84175
T1-1	46,80	10,36	70	22,4	0,32	21622	0,5	0,25	0,125	80000
T1-2	44,40	12,90	80	31,48	0,39	24403	0,51	0,27	0,1377	72622
T2-1	38,60	9,99	74	22,64	0,31	22654	0,5	0,2	0,1	100000
T2-2	50,00	7,98	50	35,04	0,70	43910	0,3	0,1	0,03	333333
T3-1	60,60	8,91	44	29,18	0,66	32750	0,5	0,3	0,15	66667
T3-2	54,20	9,75	71	28,68	0,40	29415	0,5	0,22	0,11	90909

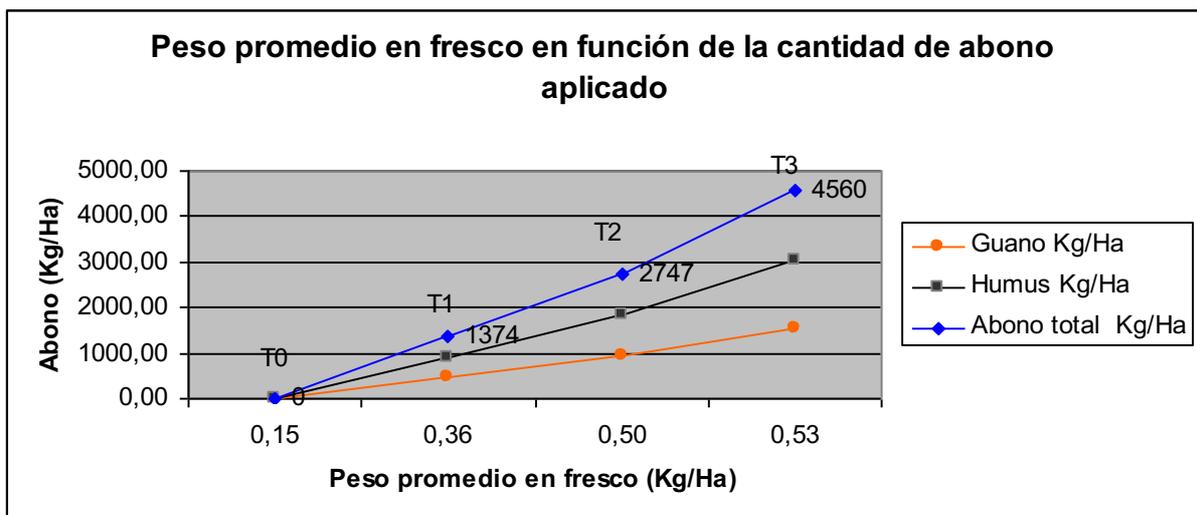
Tratamiento (T)	Altura Promedio (cm)	Area (m2)	Número de plantas cosechadas	Peso en seco 1er apaleo (Kgs.)	Peso en seco 2ndo apaleo (Kgs.)	Peso en seco total (Kgs.)	Rendimiento (Kgs/Ha)	Rendimiento promedio por T (Kgs./Ha)	% Aceites esenciales	% Aceites esenciales por T	Distancia s entre surco (m)	Distancia p entre planta (m)	s*p	Densidad/Ha
T0-1	39,80	5,50	68	0,86	0,63	1,49	2704		2,04		0,45	0,2	0,09	111111
T0-2	33,00	4,86	52	0,90	0,54	1,44	2956	2830	2,20	2,12	0,54	0,22	0,1188	84175
T1-1	46,80	10,36	70	2,18	1,94	4,12	3972		2,11		0,5	0,25	0,125	80000
T1-2	44,40	12,90	80	2,24	1,26	3,50	2713	3343	2,23	2,17	0,51	0,27	0,1377	72622
T2-1	38,60	9,99	74	1,84	0,62	2,46	2457		2,23		0,5	0,2	0,1	100000
T2-2	50,00	7,98	50	1,46	1,98	3,44	4311	3384	2,55	2,39	0,3	0,1	0,03	333333
T3-1	60,60	8,91	44	2,08	0,99	3,07	3441		2,59		0,5	0,3	0,15	66667
T3-2	54,20	9,75	71	2,00	0,55	2,55	2611	3026	2,50	2,55	0,5	0,22	0,11	90909

2. Peso promedio en fresco por mata en función del abono total invertido

Lo primero que resalta de los resultados es que las plantas respondieron al aumento de abono con un aumento en peso promedio en fresco como lo indica el siguiente grafico:

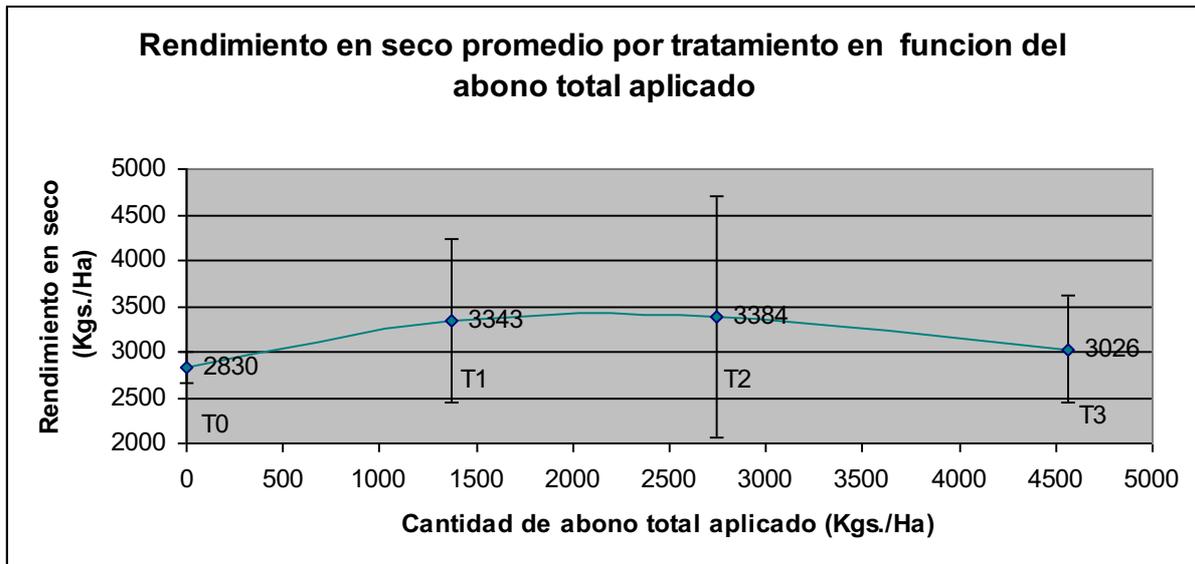


Sin embargo, teniendo en cuenta que la cantidad de abono aplicado para el tratamiento T2 es dos veces superior al de T1, y el de T3, 3 veces superior al de T1, observamos que el aumento en peso en fresco no sigue el aumento de abono aplicado. Aun teniendo en cuenta la gran desviación estándar del tratamiento T2 observamos una estabilización del rendimiento en fresco a partir del tratamiento T2 o a partir de 2747 Kg de abono/ Ha (929 Kg. De guano de isla + 1818 Kg de humus).



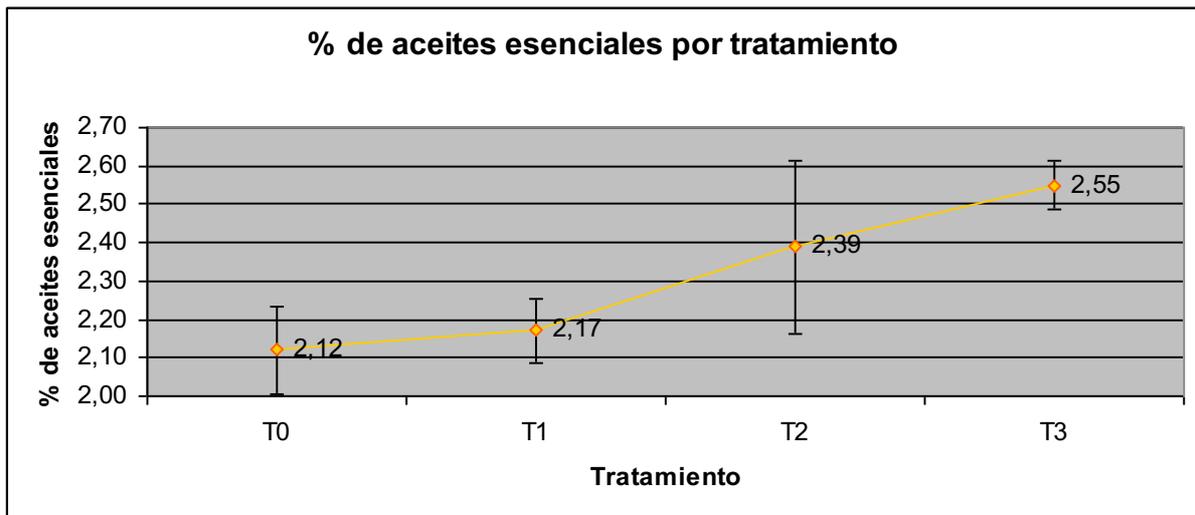
3. Peso en seco promedio por tratamiento en función del abono total invertido

El peso en seco nos provee una estimación directa del rendimiento neto en hojas (producto). El rendimiento promedio por tratamiento en función de la cantidad de abono total aplicado más alto se obtuvo con el tratamiento T2, a pesar de contar con una desviación estándar muy alta. El rendimiento del tratamiento T2-2 resultó ser el más elevado con un valor de 4311 kilos de producto por hectárea. Esto corresponde a un aumento de casi un 60% con relación al rendimiento de T0-1.



4. Porcentaje de aceites esenciales por tratamiento

El porcentaje de aceites esenciales constituye un parámetro de calidad del producto: entre más elevado, mejor resulta la calidad del producto.



Entre el tratamiento testigo y el tratamiento T1 no se ven diferencias significativas. A partir del tratamiento T2 el porcentaje de aceites se eleva de aproximadamente un 13% con relación a T0. En el tratamiento T3 el porcentaje de aceites se eleva de aproximadamente un 20% con relación a T0.

5. Costos

El objetivo de este estudio fue ante todo verificar si el aumento del rendimiento en seco era posible a través el aumento de la fertilización orgánica. Para tal objetivo, se decidió aplicar humus mezclado con guano de isla. El guano de isla tiene la ventaja de poseer una concentración elevada en nutrientes pero la desventaja de poseer un costo elevado.

En el siguiente cuadro observamos que la mayor ganancia económica se obtuvo con el tratamiento T1 seguido del tratamiento T2, T0 y finalmente T3. Sin embargo hay que tener presente que los costos relacionados con la compra de abonos pueden ser disminuidos si se utilizan abonos alternativos al guano de isla o mezclas con proporciones distintas a las aplicadas. De esa manera podrían ser aprovechados el aumento del rendimiento en seco y el aumento de contenido en aceites esenciales observado con el tratamiento T2.

Tratamiento	Rendimiento en seco total (R) (Kgs./Ha)	Costo abonos (C) (S./Ha)	Ganancias (G) (S./Ha): R*p	Ganancia neta (S./Ha): G - C
T0	2830	0	14575	14575
T1	3343	1324	17216	15892
T2	3384	2649	17428	14779
T3	3026	4397	15584	11187

Precio (p) Kg Mejorana (S./)
5,15

V. Conclusiones y discusión

Tal como se comentaba en la introducción, las producciones en el distrito de Puquina si bien se basan ocasionalmente en una fertilización orgánica, no se basan en una fertilización razonada. Los abonos orgánicos utilizados en la zona no son dosificados en función del contenido en nutrientes de las parcelas ni tampoco en función de las necesidades reales en nutrientes de los cultivos. Al no conocer estos diferentes parámetros se utilizan abonos y dosificaciones inadecuadas para las necesidades de la zona pero también, no se posee una base que permita mejorar la calidad de los abonos orgánicos actualmente preparados y utilizados.

La principal limitante encontrada en los distritos de Puquina y de Pocsi fue la disponibilidad en agua. Mientras se sigan teniendo riegos espaciados de 22-30 días, el rendimiento de las hierbas aromáticas se encontrara de igual manera limitado. Razón por la cual la parcela experimental se realizo durante la temporada de lluvias.

De los análisis de suelos realizados en las parcelas de Puquina y de Pocsi se observa en un primer tiempo que todos los suelos pertenecen a la clase textural Franco Arenoso. Puesto que las plantas aromáticas necesitan suelos con buen drenaje, la textura de los suelos de las 7 parcelas es adecuada. Sin embargo en todas las muestras resalta el fuerte desequilibrio existente entre los cationes Ca y Mg con relación al catión K. Todas las parcelas presentan deficiencias en Ca y Mg. Por demás, el porcentaje de carbonato de calcio, indicador de la reserva que poseen los suelos en bases, es nulo en todas las parcelas. Esto indica que con el tiempo estos suelos se acidificaran progresivamente. Puesto que la mejorana prefiere suelos ligeramente alcalinos, es necesario pensar en aplicar enmiendas calcáreas o aplicaciones foliares de bases regularmente para evitar problemas posteriores de acidez y para equilibrar las relaciones catiónicas. Otra característica que se encontró en la mayoría de las parcelas fue una concentración elevada en potasio, el cual por su solubilidad presenta riesgos de polución. Este potasio podría ser quizás la resultante de aplicaciones de estiércoles frescos en las parcelas.

Las 3 parcelas de tomillo de Pocsi muestreadas presentan en cuanto a ellas niveles satisfactorios de nitrógeno y materia orgánica. Sin embargo los niveles de fósforo son muy elevados. En las parcelas muestreadas en Puquina todas, excepto la parcela n°7 o experimental, son deficientes en nitrógeno y en materia orgánica. Estas deficiencias son significativas y reflejan la falta de aplicación de una fertilización orgánica adecuada en la zona. Dadas estas deficiencias, y puesto que en un primer tiempo se tenía pensado utilizar la parcela n°6 como parcela experimental, se propuso realizar un abono líquido rico en nitrógeno y realizar un plano de fertilización orgánica en función del nitrógeno. Es así como se realizaron 2 módulos de te de estiércol con concentraciones de estiércoles distintas: 1 en Mollebaya y 1 en Puquina.

Ambos módulos presentaron al cabo del primer mes de elaboración concentraciones en nitrógeno similares o superiores a las observadas en el Biol de 2 y 4 meses. Sin embargo los ensayos efectuados con el te de estiércol de Mollebaya (180Kg de estiércol/ 1000 litros) produjo la maduración de las plantas de mejorana sobre las cuales fue aplicado. Este fenómeno puede ser explicado por una concentración elevada en fitohormonas resultante de una concentración muy alta en estiércoles y de un tiempo de fermentación muy bajo. Por esta razón se decidió instalar un segundo modulo en Puquina con concentraciones mas bajas en estiércol (60Kg de estiércol/ 1000 litros). Este te tenía que ser aplicado foliarmente en 2 tratamientos de la parcela de ensayo pero por cuestiones climáticas finalmente no fue aplicado. Se esperan sin embargo comentarios de los productores que lograron aplicar este abono líquido sobre sus parcelas.

En cuanto al fósforo y potasio, el te de estiércol de Puquina posee una concentración en fósforo mayor a las encontradas en el Biol y en el lombricompost (aproximadamente de 200mg/L) y concentraciones en potasio similares a las encontradas en el Biol (aproximadamente de 300mg/L). Las concentraciones en bases (Ca y Mg) es sin embargo inferior a las observadas en el lombricompost y en el Biol. El lombricompost es en efecto particularmente rico en calcio (550mg/L).

Dentro de los abonos sólidos analizados las mayores concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio se encontraron en el guano de isla comercializado por Proabonos (13-7-2). El mayor porcentaje de materia orgánica lo obtuvo el compost con un 27% seguido del humus con un 24%. Por esta razón y puesto que aun no se disponía de suficiente compost, el plan de fertilización se realizó con guano de isla y humus para por un lado, aumentar la cantidad de nutrientes limitantes y por otro lado aumentar la cantidad de materia orgánica del suelo.

El plan de fertilización fue elaborado de acuerdo al contenido en nutrientes disponible en los suelos y de acuerdo a la cantidad de nutrientes extraídos por las plantas. La cantidad de nutrientes extraídos por la plantas pudo ser estimado a través análisis foliares. Puesto que no se pudieron obtener muestras foliares de la parcela de ensayo se estimó la extracción de nutrientes de la parcela a través de tablas encontradas en la literatura. El plan se elaboró en base al nitrógeno disponible y extraído. Se realizaron 4 tratamientos con 1 repetición. El tratamiento T0 corresponde al testigo sin fertilizar. Los tratamientos T1, T2 y T3 fueron calculados en función de los rendimientos esperados: 1,20; 2,40 y 3,60 ton/Ha respectivamente. La fertilización fue realizada con guano de isla y humus teniendo en cuenta que el 80% del nitrógeno de mantenimiento fue aportado por el guano de isla mientras que el 20% restante fue aportado por el humus.

En el momento de la cosecha se observó una respuesta positiva de la planta al aumento de fertilización. El peso en fresco promedio por mata aumentó hasta un 240% con relación a T0 pasando de 0,15 Kgs. a 0,53 Kgs. promedio para T3. Aunque no se pudo realizar un test ANOVA para determinar si los tratamientos eran significativamente distintos, se observó a partir del tratamiento T2 por un lado una estabilización del peso fresco y por otro lado una disminución del rendimiento en seco o producto obtenido.

El mayor rendimiento en seco lo obtuvo el tratamiento T2 seguido de los tratamientos T1, T3 y finalmente T0. Individualmente el mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T2-2 con un aumento aproximativo de 60% con relación a T0-1, pasando de 2704 a 4311 Kgs/Ha. Teniendo en cuenta la gran desviación estándar observada dentro del tratamiento T2 y los rendimientos promedios obtenidos por tratamiento es necesario realizar nuevos ensayos con cantidades de abono comprendidas entre 1500 y 3000 Kg/Ha para poder determinar la dosificación óptima de abono. La mayor concentración de aceites esenciales lo obtuvo el tratamiento T3 seguido del tratamiento T2 y del tratamiento T1 con un aumento del 20% con relación a T0, pasando de 2,12% a 2,55%.

En cuanto a los costos la mayor ganancia económica se obtuvo mediante el tratamiento T1. Esto se explica por el costo elevado del guano de isla con el cual se decidió abonar las parcelas. Sin embargo los costos relacionados con la compra de abonos pueden ser disminuidos con la aplicación de abonos alternativos tales como el te de estiércol. De esta manera podrían ser aprovechados los aumentos en producto y en aceites esenciales observados en el tratamiento T2.

Por último, teniendo en cuenta los excedentes en nutrientes (como el fósforo o potasio) observados en algunas parcelas, es indispensable combinar los abonos orgánicos entre sí para por un lado disminuir los riesgos de polución existentes y por otro lado disminuir los costos de producción.

VI. Bibliografía

References

1. Carlen C. and Carron C.-A., "Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales," *Revue Suisse Vitic.Arboric.Hortic.*, Vol. 38, No. 6, 2006.
2. Carmen Felipe-Morales B., "Sepia X. Tema III, La diversidad como activo para el Desarrollo.," *Existe suficiente oferta de abonos orgánicos para la Agricultura en el Perú*, Pucallpa 2003.
3. Jacques Petit and Pierre Jobin, *La fertilisation organique des cultures*, FABQ, Fédération d'Agriculture Biologique du Québec 2005.
4. Luis Alberto Duicela Guambi, Rubén Corral Castillo, Lincoln Cedeño Guerra, and Luis Zambrano Azúa, "Efectos de las abonaduras líquidas fermentadas sobre la productividad del café arábigo," Ecuador, 2003.
5. Manuel de Jesus Soria Fregoso, Ronald Ferrera-Cerrato, Jorge Etchevers Barra, Gabriel Alcantara Gonzalez, Jose Trinidad Santos, Lizette Borges Gomez, and Gaspar Pereyda Perez, "Produccion de biofertilizantes mediante biodigestion de excreta liquida de cerdo (Biodigestion of Hog slurry to produce Biomanure)," *Terra*, Vol. 19, No. 4, 2001, pp. 353-362.
6. N.W.Osorio and O.Ruiz Villadiego, "Guia para el Muestreo de Suelos," Universidad Nacional, Sede Medellin, Medellin, 2009.
7. Nicolas Gauthier, B.Sc., and Tech.for.. *Méthode d'échantillonnage des sols*. 2009. Québec, Canada, Centre technologique des résidus industriels.
Ref Type: Pamphlet
8. T.L.Roberts and J.L.Henry, "El muestro de suelos: Los beneficios de un buen trabajo," *Informaciones Agronomicas del Cono Sur*, Vol. 8, 2000.
9. Federico Bizzozero. *Biofertilizantes. Nutriendo cultivos sanos*. CEUTA Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas. 2006. Tecnologías Apropriadas.
Ref Type: Serial (Book,Monograph)
10. ECA-CTAF. *Los abonos organicos*. 7. Cuaderno de Escuela de Campo. Ntlapan.
Ref Type: Serial (Book,Monograph)
11. Red de Accion en Alternativas al uso de Agroquimicos (RAAA), "Abonos organicos liquidos," 2008.
12. Ing.Vanessa Alexandra Ramon and Blgo.Fabian Rodas, *El control organico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilizacion natural del suelo. Guia practica para los campesinos en el bosque seco* 2007.
13. Ing.Graciela M.Martiz, "Proyecto silvopastoril y manejo ambiental de la ganaderia en la subcuenca de los rios los Hules, Tinajones y Caño Quebrado. Finca piloto de produccion mas limpia: Carmen Juanita.," FUDIS Desarrollo Sostenible, Panama, 2006.
14. Eloy Molina, "Analisis de suelos y su interpretacion," *Amino Grow Internacional*, 2009.
15. El Taller Asociacion de Promocion y Desarrollo. *Ficha Tecnica Cultivo Mejorana*. 2005.
Ref Type: Pamphlet
16. R.N.Roy, A.Finck, G.J.Blair, and H.L.S.Tandon, "Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management," *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*, Vol. 16, 2006.

17. Eduardo Díaz, *Guía de Lombricultura. Lombricultura, una alternativa de producción*, ADEX. Agencia de Desarrollo Económico y de Comercio Exterior, La Rioja, 2002.
18. Ministerio de Agricultura, "Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos provenientes de Aves Marinas," *Boletín Proabonos*, Vol. 3, 2007.