



INFORME FINAL DE CONSULTORÍA EN TÉCNICAS Y MANEJO DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA. 2009

**Estudio preparado para Surfrut Ltda. (Programa
Territorial Orgánico de la VII y VIII Región de Chile)
Consultora: Instituto de Investigaciones para la
Agricultura Orgánica, FIBL**



Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Institut de recherche de l'agriculture biologique
Research Institute of Organic Agriculture
Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica
Instituto de investigaciones para la agricultura orgánica



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

Programa Territorial de Innovación en Agricultura Orgánica Informe de visitas a terreno Enero 2009

Francisco Suter

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

El FiBL tiene oficinas en Suiza, Alemania y Austria

FiBL Schweiz / Suisse
Ackerstrasse, CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 865 72 72
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Contenido

I Breve descripción de la asesoría y su contexto.....	3
1 Objetivos de la asesoría.....	3
II Fertilización; descripción situación actual y balance nutricional de los cultivos.....	4
1 Parcela demostrativa Universidad Católica del Maule.....	4
2 Fundo El Peñón, Los Niches de propiedad de Surfrut.....	7
3 Predio Santa Elena, de propiedad del productor Luis Gallardo.....	9
4 Predio La Paloma, de propiedad de Don Gustavo René Vidal.....	11
5 Escuela Agrícola de Duao.....	13
6 Estación experimental de Panguilemu, Universidad de Talca.....	15
7 Ensayo en el cultivo de frambuesa, estación experimental Raihuén, INIA.....	20
8 Ensayo en el cultivo de moras, predio del productor Juan Rogazzi, Parral.....	24
9 Ensayo en el cultivo de frambuesa, Coihueco.....	27
10 Ensayo en el cultivo de la mora y el arándano, en la estación experimental Santa Rosa, INIA 31	
III Control de malezas y manejo de suelos.....	36
1 Medidas preventivas.....	36
IV Rotaciones y planificación de cultivos.....	45
V Conclusiones.....	47
VI Recomendaciones.....	47
VII Literatura.....	48
VIII Anexos.....	49
IX Agradecimientos.....	50

I Breve descripción de la asesoría y su contexto

Esta asesoría se llevó a cabo en marco del Programa Territorial de Innovación en Agricultura Orgánica (PTO), liderado por Surfrut y cofinanciado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). El Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL) en Suiza fue contactado para realizar una visita a terreno de una semana de duración, de la cual se desprende el presente informe con comentarios y recomendaciones generales, así como puntuales de los predios y ensayos visitados en Curicó, Talca y Chillán.

El título del programa es “Producción sustentable, post cosecha y comercialización de frutas y hortalizas orgánicas en la VII y VIII región para el mercado internacional y nacional de productos frescos y agroindustriales”.

El objetivo es generar una oferta amplia, diversificada y constante de frutas y hortalizas orgánicas, en estado fresco y procesado con el fin de satisfacer los requerimientos de los mercados internacionales en volumen, calidad y seguridad, mediante la capacitación de agricultores de la VII y VIII regiones y la articulación de la cadena productiva.

Para ello se están llevando a cabo diversos proyectos de innovación, liderados por el INIA, la Universidad de Talca y la Universidad Católica del Maule, BCS Chile y Bioinsumos Nativa.

En la presente asesoría se abarcaron las siguientes parcelas demostrativas y predios productivos:

- Parcela demostrativa en la Universidad Católica del Maule.
- Fundo El Peñón, Los Niches de propiedad de Surfrut.
- Hacienda Ranco, de propiedad del productor Luis Gajardo
- Predio de propiedad de don Gustavo René Vidal
- Escuela Agrícola de Duao
- Estación experimental Panguilemu, Universidad de Talca
- Estación experimental Raihuén, INIA.
- Ensayo de moras en transición, Parral
- Ensayo de frambuesas en transición, Coihueco
- Estación experimental Sta. Rosa, INIA

1 Objetivos de la asesoría

El objetivo principal de la asesoría por parte del FiBL es incrementar el conocimiento en técnicas de producción (fertilización, control de malezas, manejo de suelos, abonos verdes, rotación de cultivos, uso de compost, etc.) del personal involucrado en el PTO.

II Fertilización; descripción situación actual y balance nutricional de los cultivos

Especial atención debe otorgarse a una mantención e incremento de la fertilidad del suelo en agricultura orgánica. Por un lado esto es la mejor garantía de buenos rendimientos en el tiempo, así como un compromiso explícito en la conservación de un recurso fundamental en la agricultura. Asimismo no existe una disponibilidad de productos fertilizantes minerales de acción rápida como es el caso de la agricultura convencional que permita correcciones rápidas.

Una buena disponibilidad de nutrientes en el suelo, así como buenas propiedades de los mismo, como una adecuada estructura y aireación son sólo posible en suelos microbiológicamente activos. Para ello es indispensable el aporte de material orgánico en forma regular. Dicho material puede aportarse en diversas formas, las unas pasa a constituir parte del material orgánico estable (compost maduro) y otras constituyen material orgánico fácilmente disponible para microorganismos y cultivos.

En base a lo observado en las visitas a terreno y al análisis de los resultados de los análisis de suelos se realiza el presente análisis. Especial incapié se realiza en la realización de un balance nutricional de las parcelas involucradas, con la finalidad de evaluar las estrategias empleadas en la actualidad. Este balance se basa en nuestra experiencia, sobre todo bajo las condiciones del centro de Europa y por ende no se pretende generar la impresión de que el mismo es totalmente adecuado para la situación de las regiones visitadas. Más bien se pretende otorgar argumentos de discusión para que los profesionales involucrados puedan incluir algunos aspectos incluidos en este capítulo en sus ensayos relacionados a la agricultura orgánica. A su vez se realizan algunas suposiciones, como por ejemplo el contenido de nitritos del agua de riego, basadas como mencionamos en nuestra experiencia, con la finalidad de explicar la metodología. También los factores de corrección usados en los cálculos son adaptaciones propias, ya que incluso los métodos de extracción de nutrientes en los laboratorios de suelos varían de un país a otro. Lo mismo ocurre con el balance de nitrógeno, dentro del cual se incluyen tasas de mineralización basadas en experiencias en suelos con contenidos de materia orgánica que por los general no superan el 5 %.

A pesar de estas aproximaciones y adaptaciones estamos en condiciones de señalar que nuestra recomendación es clara, en el sentido de que dicho balance es indispensable para evitar situaciones de falta de nutrientes y tal vez más importante aún, situaciones de acumulación y por ende empeoramiento de las condiciones edáficas que irremediamente se manifiestan como disminución de rendimiento en los cultivos a través, por ejemplo de déficit nutricional inducido, así como contaminación de aguas, mayores costos de producción, entre otros efectos no deseados, que afectan al medio ambiente y son justamente aspectos que la agricultura orgánica se desean evitar.

1 Parcela demostrativa Universidad Católica del Maule

Objetivo: Aumentar el conocimiento básico respecto al cultivo y manejo de culturas hortofrutícolas orgánicas, destinadas al mercado de exportación.

Para ello se inició en una parcela ubicada del Campus de la Facultad de Agronomía en 2008 una rotación de producción hortícola.

De la lectura del cuadro número 1 se desprende que los suelos de la estación tienen una reacción levemente ácida a neutra, un contenido alto de materia orgánica y niveles muy altos de fósforo y potasio, esté último tanto disponible como intercambiable. El nivel señalado del contenido de nitrógeno es muy bajo. Éste último debe interpretarse de acuerdo al período en el año en que las pruebas de suelo fueron tomadas.

Cuadro 1: Resultado del análisis de suelo de la parcela los Niches en el predio San Isidro, Laboratorio de Suelos INIA.

Materia Orgánica (%)	pH	Nitrógeno (disp)	Fósforo (disp)	Potasio (disp)	Potasio (interc)
5.1	6.61	10.9	41.5	672	1.72
	Neutro	Bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	6.6-7.3	11-20	≥ 30.1	≥ 250	≥ 0.65

Cuadro 2: Informe de Análisis de sustentabilidad de suelos (Agroecología), septiembre 2008.

Agregación estable (%)	Biomasa microbiana	FDA
	µg/gr suelo	ml fluorescina / gr suelo / hora
77.8	13.7	0.188

El cultivo anterior fue una pradera natural, la cual fue arada, rastreada y rotocultivada varias veces, para luego realizar la plantación de pimentón en mesas de cultivo.

Al momento de la visita a terreno se pudo observar un cultivo de pimentón, en el cual se están probando las siguientes estrategias de control de malezas y riego:

- sin mulch, riego tecnificado, control de malezas manual
- con mulch plástico, riego tecnificado, control de malezas con desbrozadora
- sin mulch, riego por surcos, control de malezas manual

Las variantes están distribuidas cada una en una repetición.

El aspecto general del cultivo era de mediano vigor y rendimiento potencial. El principal problema identificado por los responsables de los cultivos es el control de malezas, siendo la maleza principal la chufa. A pesar de una rigurosa preparación de suelos previo al cultivo del pimentón, consistente en aradura, rastrajes, rotocultivador, no se logró un adecuado control. Esto conlleva a que la variante que incluye el empleo de un mulch plástico tenga un mejor desarrollo vegetativo relativo. Además de requerir significativamente menos mano de obra para el control de malezas. Entre las variantes de riego se observa una mayor homogeneidad y desarrollo relativo en el tratamiento que emplea el sistema de riego tecnificado.

Según la información obtenida en terreno, la totalidad de la parcela demostrativa está siendo fertilizada igual, con las cantidades señaladas en el cuadro 3. En base a los requerimientos del cultivo del pimentón y los contenidos de disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio en el suelo se realizó un balance nutricional que se detalla en el cuadro 3 para la temporada 2008/09. Los requerimientos de nitrógeno se ven satisfechos e incluso se sobrepasa en aproximadamente 100 unidades los requerimientos de fertilización estimados en el balance realizado. Si consideráramos que el aporte de nitrato fuese menor e incluso no existiera en cantidad alguna, este balance seguiría siendo positivo. Por ello es que en el presente análisis consideramos a los requerimientos de este elemento como satisfechos. De igual forma, se considera que los requerimientos de fósforo son satisfechos con la disponibilidad del suelo sumado a los aportes de guano rojo.

En relación al potasio y al magnesio (disponibilidad en el suelo es desconocida), concluimos en este balance que los requerimientos no son satisfechos, pudiendo haber sido limitantes para un mejor desarrollo en el cultivo. Llama la atención que a pesar de que los contenidos de disponibilidad del potasio son muy altos, tanto disponible como intercambiable, no sean suficientes para satisfacer los requerimientos del pimentón. Sin embargo, cabe señalar que los requerimientos de potasio de los cultivos hortícolas son extremadamente altos, siendo en el pimentón ninguna excepción.

Cuadro 3: Balance nutricional del cultivo del pimentón para el período 2008/09.

Productor: Universidad Católica del Maule
Parcela demostrativa hortícola

	Cultivo	Duración	Fertilización
Cultivo 2008/09	Pimentón	14 semanas	2000 kg guano rojo (estimación)
Cultivo anterior	Pradera		

Extracción

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción por 10 ton rendimiento	35	3.5	40	6
Extracción para un rendimiento de 50 ton/ha	175	17.5	200	30
Factores de corrección según disponibilidad	1	0.8	0.7	1
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	175	14	140	30

Balance de nitrógeno 2008

Reserva de N en el suelo (10.9 mg/Kg)	52	kgN/ha para una profundidad de 40 cm
Aporte materia orgánica del suelo	67.5	1 semana oct * 2,5 kg por semana; 13 semanas nov-feb * 5 kg por semana
Aporte pradera (10 ton/MV/ha, calidad media)	15	kgN/ha en período de aprox. 8 semanas
Aporte de nitrato con el agua de riego	100	kg/N. Supuestos: Contenido de nitrato 0.23 kgN/mm aplicado. Mínimo 480 mm en la temporada
Guano rojo (2400 kg)	43.2	1,8 % Nmin + 25 % del resto de Ntot = 3 % de N disp en la temporada, con una eficiencia del 60 %
kg N / ha disponibles para el cultivo	278	
Extracción (rend. 50 ton/ha)	175	
Balance de nitrógeno 2008	103	

Balance para P, K y Mg

	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Contenido del guano rojo (%)	1.04	3.76	0.98	1.66
2400 kg guano rojo	25	90	24	40
Total aportes (Kg/ha)	25	90	24	40
Requerimiento de fertilización	14	140	30	
Balance	11	-50	-6	40

2 Fundo El Peñón, Los Niches de propiedad de Surfrut

Predio con una superficie aproximada de 52 ha con frutales, de las cuales cerca de 41 has están plantadas con manzanos de diversas variedades y de diferentes años de plantación. Por lo general se están utilizando portainjertos relativamente vigorosos, como el MM106, lo que justifica las densidades de plantación relativamente bajas entre los 800-900 árboles por ha. El resto de la superficie está plantado con las variedades de cerezos Lapin y Sweet Heart, sobre portainjerto Colt y Cat 6. El año 2002 se comenzó con la producción orgánica en forma paulatina, estando certificada en la actualidad la totalidad de la superficie.

La fertilización del huerto se lleva a cabo con aplicaciones de guano rojo y compost, éste último en una cantidad de 10 toneladas cada dos años, las cuales se aplican hilera por medio abriendo surcos a paralelos a la hilera de plantación, siempre a un sólo costado y la siguiente vez al otro. El compost se aplica en el surco abierto y luego se tapa.

El guano rojo se deja aproximadamente 5 días en un depósito, siendo continuamente revuelto, para luego ser aplicado en forma manual directo en la hilera de plantación. Ésto debiera mejorar la liberación de nutrientes por parte del fertilizante.

El huerto presenta un buen estado, con un adecuado vigor y productividad para los suelos en cuestión, los cuales presentan ciertas limitantes en profundidad. En algunos sectores del huerto son apreciable problemas de drenaje en la superficie, originados probablemente por infiltración desde canales regadío.

La disponibilidad de nutrientes en los suelos del predio nos son desconocidos, sin embargo hemos realizado en base a contenidos supuestos de materia orgánica y de nutrientes un cálculo de los requerimientos nutricionales del manzano (cuadro 4). Luego, de acuerdo a la fertilización señalada en la visita a terreno se realizó un balance nutricional hipotético (cuadro 5).

Cuadro 4: Requerimientos del cultivo del manzano para un rendimiento de 60 Ton ha⁻¹año⁻¹ bajo condiciones de suelo supuestas.

Predio El Peñón, Surfrut
Requerimientos de fertilización del manzano

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción manzano (60 ton/ha)	80	30	110	20
Extracción para 3 años		90	330	60

1. Balance nutricional considerando el rendimiento

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción (norma)	80	30	110	20

2. Corrección de la norma

Nitrógeno	kg/ha
Crecimiento anual (estado foliar) <i>exesivo</i>	-10
Cierre del crecimiento, lignificación <i>tardío</i>	-5
Floración <i>tardía</i>	-5
Rendimiento del año anterior <i>bajo</i>	-5
Riesgo de desórdenes fisiológicos <i>normal</i>	0
Patrón muy vigoroso profundidad del suelo <i>40-80 cm</i>	-5
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>suficiente 2.2%</i>	0
Manejo de suelos <i>cobertura permanente</i>	3
Norma corregida para nitrógeno	53

Fósforo	Factor de corrección
Fósforo disponible "Olsen" <i>14.2 (mg/kg) medio</i>	1
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	0
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>2.2 medio</i>	0
Corrección de la norma de fósforo (en % de la norma)	0
	Kg P₂O₅ / ha
Norma corregida para fósforo	30

Potasio	Factor de corrección
Potasio disponible <i>190 (mg/kg) alto</i>	0.8
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	-20
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>2.2 medio</i>	0
Corrección de la norma de potasio (en % de la norma)	-20
	Kg K₂O / ha
Norma corregida para potasio	88

Manzano	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
60 Ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Requerimientos de fertilización para 1 ha kg/ha	53	30	88	20

Para realizar el balance nutricional detallado en el cuadro 5, realizamos otro supuesto en relación a la cantidad aportada de guano rojo, ya que nos es desconocido el monto real aplicado por hectárea. Los 2'945 Kg de guano rojo por hectárea se calcularon en base a los requerimientos nitrogenados del cultivo para un rendimiento de 60 Ton por hectárea. Si esto aconteciera como anteriormente descrito, se estaría aportando una cantidad suficiente de todos los nutrientes,

exediéndose los aportes de fósforo, potasio y magnesio. El balance debiera (re)interpretarse de acuerdo a la información real del análisis de suelo del predio, para así evaluar la estrategia de fertilización a seguir. Cabe señalar al respecto, que es de gran importancia un adecuado balance nutricional en base a la situación predial, a finalidad de evitar desórdenes fisiológicos.

Cuadro 5: Balance anual de nutrientes en base a los requerimientos calculados en el cuadro 3 e información recojida en terreno.

Ejemplo de fertilización incluyendo compost y guano rojo
compost (650 Kg por m3)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.03	0.57	0.84	0.42	1.09
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66
5 ton (3250 Kg)	1	19	27	14	35
Guano rojo (2'945 Kg)	53	31	111	29	49
Aporte anual	54	49	138	43	84
Balance anual	1	19	50	23	84

* Análisis U de Talca

** 14 % N, 60 % eficiencia en el nitrógeno

3 Predio Santa Elena, de propiedad del productor Luis Gallardo

De la lectura de los cuadros 6 y 7 se desprende que los suelos de Sta. Elena tienen una reacción ligeramente ácida, alto contenido de materia orgánica y buenos niveles de fertilidad en los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio. Algo más reducida es la disponibilidad de azufre, cobre, zinc, hierro, magnesio y boro. Respecto al nitrógeno y dado el contenido de materia orgánica del suelo, se puede señalar que a pesar de que el resultado del análisis entrega un contenido bajo de nitrógeno disponible, es posible suponer que la mineralización de nitrógeno bajo condiciones de adecuadas temperatura y humedad tendrá un buen potencial. Una situación similar debiera ocurrir con el azufre.

Cuadro 6: Resultado de los análisis de suelo, predio Santa Helena, julio 2008, Laboratorio Agropecuario Las Garzas.

pH	Cond. eléctrica	Materia orgánica	N disp	P disp	K disp	Ca interc	Mg interc
	mmhos/cm	%		mg/kg		cmol+/kg	
6.2	0.14	4.9	13	12	160	21.18	4.52
		Alto	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto

Tabla 7: Resultado de los análisis de suelo, predio Santa Helena, julio 2008, Laboratorio Agropecuario Las Garzas.

S disp	Cu	Zn	Mn	Fe	B
--------	----	----	----	----	---

<2	2.9	0.8	15	60	1.2
Muy bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio

El año 2007 se cultivó zucchini, luego se realizó una siembra de avena vicia y se volvió a sembrar el mismo cultivo en el año 2008.

A opinión del productor, el principal problema de manejo es el control de malezas. Esto origina un aumento consistente en el empleo de mano de obra. De todas formas no se consigue un efecto satisfactorio, sobre todo por la velocidad con la que se realizan las labores (comparado al control con herbicidas), existiendo períodos en los que de todas formas el cultivo o parte de él sufre por la competencia. Estos dos aspectos disminuyen la rentabilidad de los cultivos orgánicos, por una parte por el aumento de los costos de producción (la mano de obra aumenta su costo) y por los menores rendimientos.

Respecto a la nutrición de los cultivos, se puede señalar que en el año 2007, la parcela recibió una cantidad de 20 m³ de compost, 2'000 kg de guano rojo y 200 kg de sulfato de potasio. En 2008, se aplicó una cantidad igual de guano rojo y 150 kg de sulfato de potasio. En base a la información de suelos y de manejo se realizó el balance nutricional detallado para ambos años en el cuadro 8. De éste se desprende que los cultivos no debieran haber sufrido deficiencias, lo que se ve corroborado en terreno con el buen estado general del cultivo. Por el contrario llama también la atención de que con esta estrategia se está aportando más de lo requerido respecto de los requerimientos de fósforo, potasio, magnesio y azufre. Con respecto al nitrógeno podemos señalar que el supuesto aporte de 100 unidades por medio del agua de riego podría estar conllevando a un error significativo y por ello debiera adecuarse a la realidad. El aporte de calcio por intermedio del guano rojo es también un factor a ser tomado en cuenta en la estrategia de fertilización, por su eventual efecto en el mediano y largo plazo sobre el pH del suelo.

Cuadro 8: Balance nutricional del cultivo del pimentón para el período 2008-09.

Predio Sta. Elena
 Productor Luis Gallardo

	Cultivo	Duración	Fertilización
temporada 2007-08 invierno 2008	zuchini	14 semanas	20 ton compost + 2000 kg guano rojo + 200 kg sulfato de potasio
temporada 2008-09	avena-vicia zuchini	14 semanas	plantación última semana de octubre, 14 semanas. 2000 kg guano rojo + 200 kg sulfato de potasio

Extracción

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄ *
Extracción por 10 ton rendimiento	46	6	20	3	
Extracción para un rendimiento de 70 ton	322	42	140	21	25
Factores de corrección según disponibilidad	1	1.1	1	1	1
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	322	46.2	140	21	25

* promedio general para cultivos

Balance de nitrógeno 2008 *

Reserva de N en el suelo	93.6 kgN/ha para una profundidad de 60 cm
Aporte materia orgánica del suelo	67.5 1 semanas oct * 2,5 kg por semana; 13 semanas nov-feb * 5 kg por semana
Aporte avena-vicia (rend. aprox. 10 ton MV/ha)	25 kgN/ha en período de aprox. 8 semanas
Aporte de nitrógeno con el agua de riego	100 kgN. Supuestos: Contenido de nitrógeno 0.23 kgN/mm aplicado. Mínimo 480 mm en la temporada
Guano rojo (2000 kg)	36 1,8 % Nmin + 25 % del resto de Ntot = 3 % de N disp en la temporada, con una ef. del 60%
kg N / ha disponibles para el cultivo	322.1
Extracción (rend. 70 ton/ha)	322
Balance de nitrógeno 2008	0.1

Balance para P, K, Mg y S en los años 2007 y 2008

	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.57	0.84	0.42		1.09
Contenido del guano rojo (%) *	1.04	3.76	0.98		1.66
20 ton compost en 2007 (650 Kg/Ton)	74.1	109.2	54.6		141.7
4000 kg guano rojo	41.6	150.4	39.2		
450 kg sulfato de potasio	0	225		81	
Total aportes	115.7	484.6	93.8	81	141.7
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	46.2	140	21	25	
Balance	69.5	344.6	72.8	56	141.7

* Análisis U de Talca

4 Predio La Paloma, de propiedad de Don Gustavo René Vidal

Según los resultados del análisis de suelo (cuadros 9 y 10) queda de manifiesto que el suelo presenta una reacción ligeramente ácida, alto contenido de materia orgánica y niveles de disponibilidad muy altos para fósforo y boro, altos para potasio, calcio, magnesio, zinc y fierro. Los microelementos cobre y manganeso están disponibles en un nivel medio, al igual que el nitrógeno.

Tabla 9: Resultado de los análisis de suelo, predio La Paloma, julio 2008, Laboratorio Agropecuario Las Garzas.

pH	Cond. eléctrica	Materia orgánica	N disp	P disp	K disp	Ca interc	Mg interc
	mmhos/cm	%		mg/kg		cmol+/kg	
6.3	0.23	4.2	26	42	188	13.55	2.11
		Alto	Medio	Muy alto	Alto	Alto	Alto

Tabla 10: Resultado de los análisis de suelo, predio La Paloma, julio 2008, Laboratorio Agropecuario Las Garzas.

S disp	Cu	Zn	Mn	Fe	B
9	5.5	1.7	7.9	151	2.4
Medio	Medio	Alto	Medio	Alto	Muy alto

Al momento de realizar la visita, el suelo se encontraba con un cultivo de tomate. El año anterior se cultivó pimentón.

Especial valor le entrega el productor a la preparación del terreno previo a plantar. Previo al tomate consistió en 2 pasadas de subsolador a salida de invierno, 3 a 4 pasadas de rastras y chises. Después de plantado se realizaron 2 controles de malezas manuales y aporcado.

Después del cultivo del tomate el productor planea una siembra de avena-vicia como abono verde para la próxima temporada.

Respecto a la fertilización, previo al cultivo del pimentón se realizó un aporte de 20 toneladas de compost por hectárea, 2'000 kg / ha de guano rojo y 150 kg de sulfato de potasio. Previo al cultivo del tomate se aplicaron las mismas cantidades de guano rojo y de sulfato de potasio. En base a la disponibilidad en el suelo y a los aportes señalados se realizó un balance para estas dos temporadas en el cuadro 11. Con el supuesto aporte señalado de aproximadamente 100 Kg/N por temporada se llega a una balance positivo de 90 Kg de nitrógeno al año.

Cuadro 11: Balance nutricional para el período 2007-09.

	Cultivo	Duración	Fertilización
temporada 2007-08	pimentón	14 semanas	20 ton compost + 2000 kg guano rojo + 200 kg sulfato de potasio
temporada 2008-09	tomate	14 semanas	2000 kg guano rojo + 150 kg sulfato de potasio
plantación		25 de octubre	

Extracción 2007/08

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄ *
Pimentón					
Extracción pimentón por 10 ton rendimiento	35	3.5	40	6	
Extracción para un rendimiento de 70 ton/ha pimentón	245	24.5	280	42	25
Extracción tomate por 10 ton rendimiento	30	8	50	7	
Extracción para un rendimiento de 100 ton/ha tomate	300	80	500	70	25
Factores de corrección según disponibilidad	1	0.5	0.8	1	1
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	300	40	400	70	25

* promedio general para cultivos

Balance de nitrógeno 2008 *

Reserva de N en el suelo	187.2 para una profundidad de 60 cm
Aporte materia orgánica del suelo	67.5 1 semanas sep-oct * 2,5 kg por semana; 13 semanas nov-ene * 5 kg por semana
Aporte de nitrato con el agua de riego	100 Supuestos: Contenido de nitrato 0.23 kgN/mm aplicado. Mínimo 480 mm en la temporada
Guano rojo (2000 kg)	36 1,8 % Nmin + 25 % del resto de Ntot = 3 % de N disp en la temporada, con una ef. del 60
kg N / ha disponibles para el cultivo	390.7
Extracción tomate (rend. 100 ton/ha)	300
Balance de nitrógeno 2008	90.7

Balance para P, K, Mg y S en los años 2007 y 2008

	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.57	0.84	0.42		1.09
Contenido del guano rojo (%) *	1.04	3.76	0.98		1.66
20 ton compost en 2007 (650 Kg/Ton)	74.1	109.2	54.6		142
4000 kg guano rojo	41.6	150.4	39.2		66.4
450 kg sulfato de potasio		225		81	
Total aportes	115.7	484.6	93.8	81	208
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	40	400	70	25	
Balance	75.7	84.6	23.8	56	208

5 Escuela Agrícola de Duao

El predio perteneciente a la Escuela de Duao cuenta con una parcela de 8.5 ha, plantadas entre los años 1993-94 con las variedades Gala, Braeburn y Fuji. El portainjerto empleado es franco y la densidad de plantación es de 880 árboles por ha. Esta parcela iniciará el proceso de transición a producción orgánica luego de la actual cosecha.

El control de malezas se realiza hasta el momento en forma química en la sobrehilera.

En la actualidad se identifican como los principales problemas a la polilla de la manzana y el chanchito blanco. Venturia es calificado como un problema no serio.

La fertilización actual consiste en aproximadamente 200 unidades de nitrógeno por ha. calcio, potasio se fertilizan de acuerdo a los resultados del análisis foliar.

Par efectos del cálculo de los requerimientos del cultivo (cuadro 12) y del posterior balance nutricional se realizaron supuestos en relación al contenido de nutrientes del suelo (información no disponible)

Cuadro 12: Cálculo de los requerimientos de nitrógeno, fósforo y potasio en base a contenidos supuestos de nutrientes en el suelo.

Escuela Agrícola Duao

Requerimientos de fertilización del manzano

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción manzano (60 ton/ha)	80	30	110	20
Extracción para 3 años		90	330	60

1. Balance nutricional considerando el rendimiento

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción (norma)	80	30	110	20

2. Corrección de la norma

	Nitrógeno	kg/ha
Crecimiento anual (estado foliar) <i>exesivo</i>	-10	
Cierre del crecimiento, lignificación <i>tardío</i>	-5	
Floración <i>tardía</i>	-5	
Rendimiento del año anterior <i>bajo</i>	-5	
Riesgo de desórdenes fisiológicos <i>normal</i>	0	
Patrón muy vigoroso profundidad del suelo 40-80 cm	-5	
Pedregosidad <i>media</i>	0	
Contenido materia orgánica <i>suficiente 2.2%</i>	0	
Manejo de suelos <i>cobertura permanente</i>	3	
Norma corregida para nitrógeno	53	

	Fósforo	Factor de corrección
Fósforo disponible "Olsen" 14.2 (mg/kg) <i>medio</i>		1
		Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %		0
Pedregosidad <i>media</i>		0
Contenido materia orgánica 2.2 <i>medio</i>		0
Corrección de la norma de fósforo (en % de la norma)		0
		Kg P2O5 / ha
Norma corregida para fósforo		30

	Potasio	Factor de corrección
Potasio disponible 190 (mg/kg) <i>alto</i>		0.8
		Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %		-20
Pedregosidad <i>media</i>		0
Contenido materia orgánica 2.2 <i>medio</i>		0
Corrección de la norma de potasio (en % de la norma)		-20
		Kg K2O / ha
Norma corregida para potasio		88

Manzano	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
60 Ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Requerimientos de fertilización para 1 ha kg/ha	53	30	88	20

En base al cálculo de los requerimientos del cuadro 12 se realizó un balance nutricional (cuadro 13). La estrategia de fertilización se basa en aportes de guano de vacuno en cantidades de 30 Ton ha⁻¹año⁻¹, complemento con harina de sangre (nitrógeno) y sulfato de potasio (potasio y azufre).

Cuadro 13: Balance nutricional del cultivo del manzano fertilizado en base a guano vacuno y harina de sangre.

Ejemplo de fertilización incluyendo guano de vacuno cada 3 años, harina de sangre y sulfato de potasio
El aporte de guano de vacuno se realiza cada 3 años y se calcula en base a los requerimientos de fósforo

guano vacuno (800 kg por m3)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca	
Contenido en kg/m3 de guano*	1.5	3	6	0.42	1.09	
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)**	3	1.04	3.76	0.98	1.66	
30 Ton de guano vacuno (800 kg/Ton)	45	90	180	12.6	32.7	Año 1
631 Kg/ha harina de sangre ***	53	0	0	0	0	Año 2
631 Kg/ha harina de sangre ***	53	0	0	0	0	Año 3
170 Kg/ha de sulfato de potasio ****	0	0	75	0	0	Año 3
Aporte total en 3 años	151	90	255	13	33	
Requerimientos de fertilización para 3 años	159	90	264	60		
Balance para 3 años	-8	0	-9	-47	33	

* contenidos basados en nuestra experiencia

** análisis U de Talca

*** 14 % N, 60 % eficiencia

**** 50 % de K; 18 % de S

En este balance queda de manifiesto que los requerimientos de magnesio quedarían en parte insatisfechos, por lo que, dependiendo de los contenidos del suelo de este elemento, debiera adaptarse la estrategia y eventualmente evaluar la incorporación de otro tipo de fertilizante con una mejor relación potasio/magnesio, el cual podría sustituir al sulfato de potasio.

6 Estación experimental de Panguilemu, Universidad de Talca

El objetivo principal de esta parcela demostrativa es desarrollar alternativas de rotaciones de cultivos hortícolas que incluyan abonos verdes y aportes de compost. A su vez se se desea evaluar las alternativas de manejo de plagas y enfermedades de los cultivos presentes en las rotaciones.

En la tabla 14 se aprecia el uso que se le ha dado al suelo desde el otoño del 2007. En las dos temporadas se ha realizado abonos verdes en invierno. Durante el invierno del 2008 se evaluaron diferentes alternativas a la mezcla avena-vicia, prácticamente la única alternativa utilizada en la actualidad como abono verde.

Tabla 14: Rotación de cultivos en la parcela demostrativa de Panguilemu, Universidad de Talca.

Temporada		Cultivos	
Otoño 2007		Avena-vicia	
Primavera - verano 2007/08	Semillero sandía	Melón	Pimentón
Otoño 2008	Mezclas de abonos verdes	Arveja	Avena-vicia
Primavera - verano 2008/09	Tomate industrial	Pimentón	Melón

Respecto a la nutrición vegetal se han realizado ensayos de fertilización en alguno de los cultivos integrantes de la rotación. En la temporada 2007/08 se establecieron ensayos de nutrición en los

cultivos de tomate industrial, pimentón y melón. Los tratamientos están descritos en los cuadros 15. Del análisis de los resultados se desprende que los rendimientos comerciales y totales de todos los tratamientos y cultivos no se diferenciaron de manera significativa. Sin embargo en el tomate llama la atención que el tratamiento número 5 alcanzó un rendimiento total en promedio 30 % inferior a los demás tratamientos, siendo el rendimiento comercial de los tratamientos T1 y T2 aproximadamente un 20 % superiores al resto. En el pimentón la mayor diferencia de rendimiento comercial fue observada entre los tratamientos número 5 y 1 (50 %). En el melón las diferencias entre los rendimientos extremos fue de aproximadamente 10 % (T3=T4 > T1). El contenido de sólidos solubles de los frutos de pimentón un mes antes de la cosecha fueron en el tratamiento número 3 significativamente mayores. Por su parte en el cultivo del melón se pudo observar que los frutos del tratamiento número 5 tuvieron frutos con una menor firmeza y sólidos solubles, sufriendo pérdidas mínimo 3 veces superiores a los demás tratamientos. A su vez dichos frutos fueron en promedio por lo menos un 50 % más pequeños.

Cuadro 15: Detalle de los diferentes tratamientos de fertilización realizados en la parcela demostrativa de Panguilemu de la Universidad de Talca durante la temporada 2007/08.

Cultivo	Tratamiento	Abono verde	Compost	Guano rojo	Harina de lupino	Sulfato de potasio
Tomate industrial	T1	1143	10000	3250	0	700
Tomate industrial	T2	1143	15000	3250	0	700
Tomate industrial	T3	1143	15000	3250	500	700
Tomate industrial	T4	1143	20000	3250	0	700
Tomate industrial	T5	1143	20000	3250	500	700
Pimentón	T1	1143	10000	1000	0	500
Pimentón	T2	1143	15000	1000	0	500
Pimentón	T3	1143	15000	1500	0	500
Pimentón	T4	1143	20000	1000	0	500
Pimentón	T5	1143	20000	1500	0	500
Melón	T1	1143	0	1500	0	0
Melón	T2	1143	15000	1500	0	900
Melón	T3	1143	15000	1500	0	1200
Melón	T4	1143	20000	1500	0	900

Melón	T5	1143	20000	1500	0	1200
-------	----	------	-------	------	---	------

El efecto de los diferentes abonos verdes sobre el cultivo del tomate industrial realizados en un sector de la parcela serán documentados luego de la cosecha, así como los rendimientos de pimentón y melón.

En los cuadros 16, 17 y 18 realizamos un balance nutricional en base a la información disponible para las diferentes alternativas de rotaciones ensayadas en la parcela. Los contenidos de nutrientes en el suelo nos son desconocidos, por lo que los factores de corrección basados en estos mismos se consideraron igual a 1. Es por ello que la interpretación de estos balances debiera corregirse en base a estos contenidos. A su vez, y dada la complejidad que ello implicaría, no realizamos balances individuales para las diferentes tratamientos de fertilización, sino que escogimos para el mismo el tratamiento de mayor dosis de fertilización. Al igual que en los otros predios horticultores se estimó un aporte de nitrógeno basado en experiencias europeas que debe adaptarse a la realidad chilena. Igual situación ocurre con las tasas de mineralización de nitrógeno asumidas para los suelos del predio.

Cuadro 16: Balance de nutrientes para el “predio 1” (rotación: avena-vicia – sandía – mezclas abonos verdes – tomate industrial), basado en la metodología propuesta por Eckhardt et al, 2001.

Predio 1	Cultivo	Duración	Fertilización
Otoño 2007	avena-vicia		
temporada 2007-08	sandía (semilla)	16 semanas	20 ton compost + 1600 kg guano rojo + 1200 kg sulfato de potasio
Otoño 2007	mezclas abonos verdes		
temporada 2008-09	tomate industrial (15/10)	16 semanas	15 ton kompost + 2500 kg guano rojo + 700 kg sulfato de potasio

Extracción 2007/08

	N**	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄
Extracción sandía por 10 ton rendimiento	35	10	50	6	
Extracción para un rendimiento de 50 ton/ha	175	50	250	30	25
Extracción tomate por 10 ton rendimiento	30	8	50	7	
Extracción para un rendimiento de 100 ton/ha tomate	300	80	500	70	25
Factores de corrección según disponibilidad	1	1	1	1	1
Requerimineto de fertilización (Kg/ha)	300	130	750	100	50

* promedio general para cultivos

** Requerimiento para el 2008/09

Balance de nitrógeno 2008 *

Reserva de N en el suelo (13 g/kg)	93.6 para una profundidad de 60 cm
Aporte mezclas abono verde (rend. aprox. 5 ton MV/ha)	13 kgN/ha en período de aprox. 8 semanas
Aporte materia orgánica del suelo	95 2 semanas oct * 2,5 kg por semana; 14 semanas nov-feb * 5 kg por semana
Aporte de nitrato con el agua de riego	100 Supuestos: Contenido de nitrato 0.23 kgN/mm aplicado. Mínimo 480 mm en la temporada;
Guano rojo (2500 kg)	45 1,8 % Nmin + 25 % del resto de Ntot = 3 % de N disp en la temporada, con una ef. del 60
kg N / ha disponibles para el cultivo	347
Extracción tomate (rend. 100 ton/ha)	300
Balance de nitrógeno 2008 *	47

Balance para P, K, Mg y S en los años 2007 y 2008

	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.57	0.84	0.42		1.09
Contenido del gauno rojo (%) *	1.04	3.76	0.98		1.66
35 (20 ton en 2007; 15 ton en 2008) *	130	191	96		248
4100 kg guano rojo	43	154	40		68
1900 kg sulfato de potasio		950		252	
Total aportes	172	1295	136	252	316
Requerimineto de fertilización (Kg/ha)	130	750	100	50	
Balance	42	545	36	202	316

* análisis compost U de Talca

Llama la atención, especialmente en los balances de los cuadros 16 y 17 el gran aporte de nutrientes, como fósforo, potasio y magnesio. según el balance del predio 2 (cuadro 17) se estarían aportando 900 unidades de potasio por sobre los requerimientos de la rotación hasta este momento. Para una más adecuada interpretación de este balance se requiere de los análisis de suelo correspondientes, ojalá desde antes del comienzo de la rotación y de la actualidad.

Cuadro 17: Balance de nutrientes para el "predio 2" (rotación: avena-vicia – melón – arveja – pimentón).

Predio 2	Cultivo	Duración	Fertilización
Otoño 2007	avena-vicia		
temporada 2007-08	melón	16 semana:	20 ton compost + 1600 kg guano rojo + 1200 kg sulfato de potasio
Otoño 2007	arveja		
temporada 2008-09	pimentón	14 semana:	15 ton kompost + 1500 kg guano rojo + 900 kg sulfato de potasio

Extracción 2007/08

	N**	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄
Extracción melón por 10 ton rendimiento	35	10	50	6	
Extracción para un rendimiento de 50 ton/ha	175	50	250	30	25
Extracción pimentón por 10 ton rendimiento	35	3.5	40	6	
Extracción pimentón para un rendimiento de 50 ton/ha	175	17.5	200	30	25
Factores de corrección según disponibilidad	1	1	1	1	1
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	175	67.5	450	60	50

* promedio general para cultivos

** requerimiento para temporada 2008/09

Balance de nitrógeno 2008 *

Reserva de N en el suelo (13 g/kg)	93.6	para una profundidad de 60 cm
Aporte arveja (rend. aprox. 10 ton MV/ha)	30	kgN/ha en período de aprox. 8 semanas
Aporte materia orgánica del suelo	85	2 semanas oct * 2.5 kg por semana; 12 semanas nov-feb * 5 kg por semana
Aporte de nitrito con el agua de riego	100	Supuestos: Contenido de nitrito 0.23 kgN/mm aplicado. Mínimo 480 mm en la temporada
Guano rojo (1500 kg)	27	1,8 % Nmin + 25 % del resto de Ntot = 3 % de N disp en la temporada, con una ef. del 60
kg N / ha disponibles para el cultivo	335.6	
Extracción tomate (rend. 100 ton/ha)	175	
Balance de nitrógeno 2008	160.6	

Balance para P, K, Mg y S en los años 2007 y 2008

	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.57	0.84	0.42		1.09
Contenido del gauno rojo (%) *	1.04	3.76	0.98		1.66
35 ton compost *	130	191	96		248
3100 kg guano rojo	32	117	30		51
2100 kg sulfato de potasio		1050		252	
Total aportes	162	1358	126	252	299.4
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	67.5	450	60	50	0
Balance	94	908	66	202	299

* análisis compost U de Talca

Cuadro 18: Balance de nutrientes para el "predio 3" (rotación: avena-vicia – pimentón – avena vicia – melón).

Predio 3	Cultivo	Duración	Fertilización
Otoño 2007	avena-vicia		
temporada 2007-08	pimentón	14 semanas	20 ton compost + 2000 kg guano rojo + 500 kg sulfato de potasio
Otoño 2007	avena-vicia		
temporada 2008-09	melón	16 semanas	20 ton compost + 1600 kg guano rojo

Extracción 2007/08

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄
Extracción pimentón por 10 ton rendimiento	35	3,5	40	6	
Extracción para un rendimiento de 50 ton/ha	175	17,5	200	30	25
Extracción melón por 10 ton rendimiento	35	10	50	6	
Extracción para un rendimiento de 50 ton/ha melón	175	50	250	30	0
Factores de corrección según disponibilidad	1	1	1	1	1
Requerimiento de fertilización (Kg/ha)	175	68	450	60	25

* promedio general para cultivos

** requerimiento para temporada 2008/09

Balance de nitrógeno 2008 *

Reserva de N en el suelo (13 g/kg)	93.6 para una profundidad de 60 cm
Aporte avena-vicia (rend. aprox. 5 ton MV/ha)	13 kgN/ha en período de aprox. 8 semanas
Aporte materia orgánica del suelo	95 2 semanas oct * 2,5 kg por semana; 14 semanas nov-feb * 5 kg por semana
Aporte de nitrato con el agua de riego	100 Supuestos: Contenido de nitrato 0.23 kgN/mm aplicado. Mínimo 480 mm en la temporada
Guano rojo (1600 kg)	28.8 1,8 % N _{min} + 25 % del resto de N _{tot} = 3 % de N disp en la temporada, con una ef. del 60
kg N / ha disponibles para el cultivo	330
Extracción melón (rend. 100 ton/ha)	175
Balance de nitrógeno 2008	155

Balance para P, K, Mg y S en los años 2007 y 2008

	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SO ₄	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.57	0.84	0.42		1.09
Contenido del guano rojo (%) *	1.04	3.76	0.98		1.66
40 ton compost *	148	218	109		283
3600 kg guano rojo	37	135	35		60
500 kg sulfato de potasio		250		90	
Total aportes	186	604	144	90	343
Extracción por parte de los cultivos	68	450	60	25	
Balance	118	154	84	65	343

* análisis compost U de Talca

7 Ensayo en el cultivo de frambuesa, estación experimental Raihuén, INIA.

Los análisis de suelos realizados en el verano 2008/09 se presenta en los cuadros 19 y 20. El suelo presenta altos contenidos de disponibilidad de fósforo, zinc, hierro, cobre, manganeso y azufre, así como contenidos medios de potasio y boro. Llama la atención que los contenidos altos de hierro y manganeso superan respectivamente en 26 y 20 veces los límites señalados del comienzo de esta clase de disponibilidad.

Cuadro 19: Disponibilidad de nutrientes en los suelos de la estación experimental Raihuén, INIA. Resultado del análisis de suelo del verano 2008/09, Laboratorio de Suelos INIA.

N	P	K	Zn	Fe	Cu	Mn	B	S
---	---	---	----	----	----	----	---	---

				Ppm				
17	20.22	127.2	4.05	117.6	2.11	19.98	0.5	17.01
Bajo	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto
11-20	20.1-30	100.1-180	>1.01	>4.5	>0.5	>1	0.5-1	16.1-25

La lectura del análisis químico del suelo en el cuadro 20 nos muestra que este suelo de reacción ligeramente ácida, con una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) posee un alto nivel de saturación de calcio y niveles muy bajos de saturación con potasio y magnesio. A su vez la relación K/Mg de 0.1 y denota un riesgo más agudo de deficiencia de Mg. Nos falta en este análisis la clase textural del suelo. De todas formas, se estima que los contenidos de arcilla del suelo se acercan al 30 %, por lo que dicha CIC efectiva puede relativizarse y ser algo más reducida de lo que inicialmente se interpretó. Interesante para conocer este aspecto sería conocer la CIC total o potencial del suelo.

Cuadro 20: algunas propiedades químicas y contenido de materia orgánica en los suelos de la estación experimental Raihué, INIA. Resultado del análisis de suelo del verano 2008/09, Laboratorio de Suelos INIA.

pH	MO	CIC *	Ca	Mg	K	Na	Al
	%			Bases de intercambio cmol (+) / kg			
5.93	4.51	12.56	9.16	2.74	0.33	0.32	0.01
moderadamente ácido		Normal	Alto	Muy baja	Muy baja		Muy baja
Saturación de bases = 12.53							
Alto							

* Capacidad de intercambio catiónico efectiva.

El ensayo se instaló el 22 de octubre, cuando se plantó la variedad Heritage. Previo a la plantación, todos los tratamientos recibieron una cantidad de 10 toneladas de compost por ha. Los 6 tratamientos fueron instalados en un diseño experimental de 4 repeticiones verdaderas, distribuidas completamente al azar dentro de ellas.

En el cuadro número 21 se describen los diferentes tratamientos del ensayo. Éstos incluyen el empleo de mulch de capotillo de arroz sobre la hilera de plantación (4 variantes), combinados con limpia de malezas manual invernal y permanente. 2 tratamientos con empleo de mulch reciben además una fertilización con nutrientes complementarios, la cual fue realizada en la presente temporada con 90 g/plta. de guano rojo. En el primer año se observan problemas con el mulch utilizado, ya que es muy fácilmente removido por el viento.

Cuadro 21: descripción de los tratamientos a comparar en el ensayo de frambuesas orgánicas instalado en el 2008 en la estación experimental de Raihuén, INIA.

T1			Limpia invernada
T2		Capotillo de arroz sobre la hilera	Limpia invernada
T3	Nutrientes complementarios*	Capotillo de arroz sobre la hilera	Limpia invernada
T4			Limpia permanente
T5		Capotillo de arroz sobre la hilera	Limpia permanente
T6	Nutrientes complementarios*	Capotillo de arroz sobre la hilera	

* 2008 consistió en la aplicación de 90 g guano rojo por planta.

El cálculo de los requerimientos de fertilización para la frambuesa bajo las condiciones de disponibilidad de nutrientes y contenido de materia orgánica del suelo del predio se detalla en el cuadro 22. Principalmente el contenido de materia orgánica del suelo originó una leve disminución de los requerimientos de fertilización en relación a la extracción (norma) del cultivo.

En base a este cálculo y la fertilización recibida con el aporte inicial de 10 toneladas de compost previa a la plantación y a un aporte de nutrientes complementarios por medio de guano rojo en una cantidad de 90 g planta⁻¹ año⁻¹, se realizó el balance detallado en el cuadro 23. En el se puede apreciar que en relación al nitrógeno y fósforo estaría aportándose cantidades concordantes con los requerimientos y los riesgos de deficiencias o acumulación en el perfil de suelo estarían minimizándose. Sin embargo, en relación al potasio y magnesio se estaría excediendo los requerimientos del cultivo. Dado el contenido medio de potasio en el suelo y su bajo contenido intercambiable este aspecto no revertiría gran importancia. En el caso del magnesio no conocemos los niveles disponibles en el suelo, el cual sería de suma importancia integrarlo al análisis.

Cuadro 22: Cálculo de los requerimientos de fertilización de la frambuesa.

Estación Experimental INIA Raihuén
Requerimientos de fertilización de la frambuesa, variedad Heritage

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción frambuesa (rendimiento 25 ton/ha)	75	50	90	20

1. Balance nutricional considerando el rendimiento

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción (norma)	75	50	90	20

2. Corrección de la norma

Nitrógeno	kg/ha
Crecimiento anual (estado foliar) <i>normal</i>	0
Cierre del crecimiento, lignificación <i>normal</i>	0
Floración <i>normal</i>	0
Rendimiento del año anterior <i>normal</i>	0
Riesgo de desórdenes fisiológicos <i>normal</i>	0
Variedad muy vigorosa profundidad efectiva < 40 cm	0
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto</i> 4.51%	-10
Manejo de suelos <i>mulch capotillo</i>	0
Norma corregida para nitrógeno	65

Fósforo	Factor de corrección
Fósforo disponible "Olsen" 20.22 (mg/kg) <i>alto</i>	0.8
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	-20
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto</i> 4.51%	-10
Corrección de la norma de fósforo (en % de la norma)	-30
	Kg P2O5 / ha
Norma corregida para fósforo	35

Potasio	Factor de corrección
Potasio disponible 127.2 (mg/kg) <i>medio</i>	1
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	0
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica 4.52 <i>medio</i>	-10
Corrección de la norma de potasio (en % de la norma)	-10
	Kg K2O / ha
Norma corregida para potasio	81

Frambuesa	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Rendimiento 25 Ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg*
Requerimientos de fertilización para 1 ha kg/ha	65	35	81	18

* corregido sólo por el contenido de materia orgánica del suelo

Cuadro 23: Balance nutricional del cultivo de la frambuesa en Raihuén, temporada 2008/09

Aporte de 10 ton/ha de compost al comienzo del cultivo y guano rojo (90 g/planta)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca	
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.03	0.57	0.84	0.42	1.09	
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66	
10 ton (6'500 Kg)	2	37	55	27	71	Año 1
Guano rojo (750 Kg)	65	23	82	21	36	Año 1
Guano rojo (750 Kg)	65	23	82	21	36	Año 2
Guano rojo (750 Kg)	65	23	82	21	36	Año 3
Aporte en 3 años	198	105	300	91	179	
Requerimientos de fertilización para 3 años	195	105	243	54		
Balance para 3 años	3	0	57	37	179	

*Análisis compost U de Talca

8 Ensayo en el cultivo de moras, predio del productor Juan Rogazzi, Parral

Los resultados del análisis de suelo (cuadro 24) realizados muestran un suelo en el que existe cierta acumulación de algunos macro- y micronutrientes. Muy altos son los contenidos disponibles de fósforo y potasio, altos los de zinc, hierro, cobre, y manganeso, así como medios los de boro y muy bajos los de azufre. El contenido de nitrógeno es definido a su vez también como bajo.

Cuadro 24: Disponibilidad de nutrientes en los suelos del predio del productor Juan Rogazzi de Parral, Laboratorio de Suelos INIA.

N	P	K	Zn	Fe	Cu	Mn	B	S
ppm								
13	106.62	617.7	1.04	72.4	2.33	21.97	0.71	0.41
Bajo	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Muy bajo
11-20	>30.1	> 250	>1.01	>4.5	>0.5	>1	0.5-1	≤ 4

El pH del suelo es moderadamente ácido (cuadro 25). Sobre todo la relación potasio / magnesio de 1.33 acusa riesgo de deficiencia de magnesio. También en este suelo se define la capacidad de intercambio catiónico como normal.

Cuadro 25: Algunas propiedades químicas y contenido de materia orgánica en los suelos del productor Juan Rogazzi de Parral. Resultado del análisis de suelo realizado a salidas del invierno del 2008, Laboratorio de Suelos INIA.

pH	MO	CE	CIC *	Ca	Mg	K	Na	Al
	%	dS/m		Bases de intercambio cmol (+) / kg				
6.44	5.09	0.04	12.64	9.73	1.19	1.58	0.05	0.09
Ligeramente ácido		Bajo	Normal	Normal	Bajo	Alto	normal	Muy bajo

Saturación de bases = 12.53

Alto

* Capacidad de intercambio catiónico efectiva.

Este ensayo se instaló en octubre del 2008, en un predio particular que se encuentra en transición. El ensayo consiste en la comparación de 4 tratamientos (cuadro 26), que básicamente consisten en la combinación de 2 controles de malezas (permanente e invernol) con la aplicación de nutrientes complementarios. Estos tratamientos se distribuyeron complemente al azar en 4 repeticiones.

Cuadro 26: descripción de los tratamientos a comparar en el ensayo de moras orgánicas instalado en el 2008 en un predio en Parral.

T1		Limpia invernol
T2		Limpia permanente
T3	Nutrientes complementarios*	Limpia invernol
T4	Nutrientes complementarios*	Limpia permanente

* 2008 consistió en la aplicación de 1.5 kg guano rojo por parcela (21 m²) guano rojo.

Basados en el contenido de nutrientes del suelo y los requerimientos de fertilización del cultivo de la mora (norma) realizamos el cálculo de los requerimientos de fertilización para la situación en Parral en el cuadro 27. Según este cálculo y dado los altos contenidos de fósforo y potasio disponibles en el suelo, los requerimientos de fertilización de los mismos serían igual a cero.

Cuadro 27: Cálculo de los requerimientos de fertilización de la mora en Parral.

Ensayo transición Coihueco

Requerimientos de fertilización de la mora

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción mora (rendimiento 25 ton/ha)	70	45	85	20

1. Balance nutricional considerando el rendimiento

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción (norma)	70	45	85	20

2. Corrección de la norma

Nitrógeno		kg/ha
Crecimiento anual (estado foliar) <i>normal</i>	0	
Cierre del crecimiento, lignificación <i>normal</i>	0	
Floración <i>normal</i>	0	
Rendimiento del año anterior <i>normal</i>	0	
Riesgo de desórdenes fisiológicos <i>normal</i>	0	
Variedad muy vigorosa profundidad efectiva < 40 cm	0	
Pedregosidad <i>media</i>	0	
Contenido materia orgánica <i>alto 5.09 %</i>	-10	
Manejo de suelos <i>control manual</i>	0	
Norma corregida para nitrógeno	60	

Fósforo	Factor de corrección
Fósforo disponible "Olsen" 106.62 (mg/kg) <i>muy alto</i>	0
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	-100
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto 4.51%</i>	0
Corrección de la norma de fósforo (en % de la norma)	-100
	Kg P2O5 / ha
Norma corregida para fósforo	0

Potasio	Factor de corrección
Potasio disponible 617.7 (mg/kg) <i>muy alto</i>	0
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	-100
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica 2.2 <i>medio</i>	0
Corrección de la norma de potasio (en % de la norma)	-100
	Kg K2O / ha
Norma corregida para potasio	0

Moras	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Rendimiento de 25 Ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Requerimientos de fertilización para 1 ha kg/ha	60	0	0	20

Antes de la instalación del ensayo se aplicaron 10 ton de compost y 715 kg de guano rojo por hectárea. Como se aprecia en el balance, si se continuara con la fertilización con guano rojo en iguales cantidades que las aplicadas esta temporada, se estaría acentuando más aún el riesgo de deficiencia de magnesio por parte del cultivo, ya que éste presenta un balance negativo (-12). En el caso del nitrógeno, el balance es aún más negativo, ya que con la cantidad aplicada de guano rojo se estaría cubriendo cerca del 20 % (13 de 60 kg N) de los requerimientos de nitrógeno anuales de la mora, como queda de manifiesto en la segunda alternativa mostrada en el cuadro

Cuadro 28: Balance de nutrientes en base a una fertilización con compost y guano rojo.

Aporte de 10 ton/ha de compost al comienzo del cultivo y guano rojo (1.5 Kg /parcela de 21 m2)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.03	0.57	0.84	0.42	1.09
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66
10 Ton compost (650 Kg/Ton)	1.17	37	55	27	71
715 Kg guano rojo por ha	13	7	27	7	12
715 Kg guano rojo por ha	13	7	27	7	12
715 Kg guano rojo por ha	13	7	27	7	12
Aporte en tres años	40	59	135	48	106
Requerimientos de fertilización para 3 años (kg/ha)	180	0	0	60	0
Balance para 3 años	-140	59	135	-12	106

* análisis U de Talca

Aporte de guano rojo (1.5 Kg /parcela de 21 m2)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66
715 Kg guano rojo por ha	13	7	27	7	12
Aporte anual	13	7	27	7	12
Balance para 3 años	-47	7	27	-13	12

* análisis U de Talca

9 Ensayo en el cultivo de frambuesa, Coihueco

Como se aprecia en el cuadro 29, fósforo y potasio están disponibles en niveles muy altos, los metales hierro, cobre y manganeso lo están en niveles altos, zinc medio. Los bajos niveles de azufre y nitrógeno pueden relacionarse más bien a la fecha de toma de muestras (invierno).

Cuadro 29: Disponibilidad de nutrientes en los suelos del predio del productor Manuel Lumau de Coihueco, Laboratorio de Suelos INIA.

N	P	K	Zn	Fe	Cu	Mn	B	S
Ppm								
12	72.68	300.6	0.69	39.33	1.08	6.33	-	3.29
Bajo	Muy alto	Muy alto	Medio	Alto	Alto	Alto	-	Muy bajo
11-20	>30.1	> 250	0.5-1	>4.5	>0.5	>1		≤ 4

En el cuadro 30 se aprecia que el contenido de materia orgánica del suelo es bastante alto (12.95). La reacción del suelo es ligeramente ácida y la conductividad eléctrica baja. El nivel de saturación de bases se define como medio y en general el nivel de calcio, potasio y magnesio intercambiable es muy bajo. Además la relación potasio / magnesio que alcanza un valor de 0.65 denota cierto riesgo de deficiencia de magnesio.

Cuadro 30: Algunas propiedades químicas y contenido de materia orgánica en los suelos del productor Manuel Lumau de Coihueco. Resultado del análisis de suelo realizado a salidas del invierno del 2008, Laboratorio de Suelos INIA.

pH	MO	CE	CICE	Ca	Mg	K	Na	Al
----	----	----	------	----	----	---	----	----

	%	dS/m	Bases de intercambio cmol (+) / kg						
	6.24	12.95	0.03	-	6.88	1.18	0.77	0.14	-
Ligeramente ácido		Bajo			Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	normal	

Suma de bases de intercambio = 8.97

medio

Este ensayo fue instalado en el 2006, también en un predio particular. La variedad de frambuesa es Heritage. Los 18 tratamientos están descritos en el cuadro número 31. En el ensayo se diseñó con 4 repeticiones donde los tratamientos se distribuyen al azar. A modo general se puede apreciar que el ensayo consiste en la combinación de los factores fertilización (con/sin), control de malezas sobre la hilera (mulch, herbicida, manual) y protección vegetal (inductores de resistencia, hongos/cobre y el testigo).

Cuadro 31: Tratamientos incluidos en el ensayo de frambuesas, Coihueco.

T1		Mulch	Testigo sin control
T2		Mulch	Inductores de resistencia
T3		Mulch	Hongos cítrico y cobre
T4	Nutrientes complementarios	Mulch	Testigo sin control
T5	Nutrientes complementarios	Mulch	Inductores de resistencia
T6	Nutrientes complementarios	Mulch	Hongos cítrico y cobre
T7		Herbicida	Testigo sin control
T8		Herbicida	Inductores de resistencia
T9		Herbicida	Hongos cítricos y cobre
T10	Nutrientes complementarios	Herbicida	Testigo sin control
T11	Nutrientes complementarios	Herbicida	Inductores de resistencia
T12	Nutrientes complementarios	Herbicida	Hongos cítricos y cobre
T13		Limpia manual	Testigo sin control
T14		Limpia manual	Inductores de resistencia
T15		Limpia manual	Hongos cítricos y cobre
T16	Nutrientes complementarios	Limpia manual	Testigo sin control
T17	Nutrientes complementarios	Limpia manual	Inductores de resistencia
T18	Nutrientes complementarios	Limpia manual	Hongos cítricos y cobre

En base a los análisis de suelos se calculo los requerimientos del cultivo (cuadro 32). Dado el alto contenido de fósforo disponible en el suelo (cuadro 29) hemos aplicado un factor de corrección de 0, con lo que los aportes requeridos de dicho elemento también se anulan. En el caso del potasio, el factor reduce a la mitad sus aportes requeridos. En el caso del magnesio, a pesar de que se desconoce su nivel disponible en el suelo, asumimos un factor igual a 1, dado el riesgo de deficiencia acusado por la alta relación K / Mg. Eventualmente y dependiendo del contenido disponible de magnesio en el suelo, pudiera corresponder un factor aún mayor que 1.

Cuadro 32: Cálculo de los requerimientos de la frambuesa en la localidad de Coihueco.

Ensayo transición frambuesa, Coihueco

Requerimientos de fertilización de la frambuesa, variedad Heritage

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción frambuesa (rendimiento 25 ton/ha)	75	50	90	20

1. Balance nutricional considerando el rendimiento

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción (norma)	75	50	90	20

2. Corrección de la norma

Nitrógeno	kg/ha
Crecimiento anual (estado foliar) <i>normal</i>	0
Cierre del crecimiento, lignificación <i>normal</i>	0
Floración <i>normal</i>	0
Rendimiento del año anterior <i>normal</i>	0
Riesgo de desórdenes fisiológicos <i>normal</i>	0
Variedad muy vigorosa profundidad efectiva < 40 cm	0
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto</i> 12.95 %	-10
Manejo de suelos <i>mulch capotillo</i>	0
Norma corregida para nitrógeno	65

Fósforo	Factor de corrección
Fósforo disponible "Olsen" 72.68 (mg/kg) <i>muy alto</i>	0
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	-100
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto</i> 4.51%	0
Corrección de la norma de fósforo (en % de la norma)	-100
	Kg P2O5 / ha
Norma corregida para fósforo	0

Potasio	Factor de corrección
Potasio disponible 300.6 (mg/kg) <i>muy alto</i>	0.5
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	-50
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica 2.2 <i>medio</i>	0
Corrección de la norma de potasio (en % de la norma)	-50
	Kg K2O / ha
Norma corregida para potasio	45

Frambuesas	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Rendimiento de 2 Ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Requerimientos de fertilización para 1 ha kg/ha	65	0	45	20

En el cuadro 33 se presentan 3 alternativas de fertilización con sus respectivos balances de nutrientes. Una alternativa basada en guano rojo (750 Kg/ha/año) estaría aportando cantidades deficitarias de N, K y Mg. Una que contemple una aplicación de compost de 10 toneladas por hectárea cada 3 años más la misma cantidad de guano rojo al año estaría acumulando 51 kg de fósforo al año (ya en un nivel muy alto en el suelo), quedando a su vez en déficit los requerimientos de N, K y Mg. Una fertilización basada en harina de sangre y sulfato de potasio aportaría cantidades más cercanas a los requerimientos calculados, sin embargo sigue quedando el magnesio en déficit, justamente el con mayor riesgo de deficiencia según el análisis

de suelo. Queda en evidencia la necesidad de contar con más alternativas de productos fertilizantes en la agricultura orgánica que permitan adaptarse a los requerimientos de fertilización bajo situaciones determinadas.

Cuadro 33: Balance de nutrientes para frambuesas en Coihueco. Se presentan 3 alternativas de fertilización.

Fertilización con guano rojo

Alternativa 1	Ndisp	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66
Guano rojo (750 Kg/ha)	14	8	28	7	12
Balance anual	-52	8	-17	-13	12

*Análisis compost U de Talca, sin considerar eficiencia

Aporte de 10 ton/ha de compost al comienzo del cultivo y guano rojo

Alternativa 2	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca	
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.03	0.57	0.84	0.42	1.09	
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66	
10 Ton compost (650 Kg/Ton)	1.17	37	55	27	71	Año 1
750 Kg guano rojo por ha	14	5	17	4	7	Año 1
750 Kg guano rojo por ha	14	5	17	4	7	Año 2
750 Kg guano rojo por ha	14	5	17	4	7	Año 3
Aporte en tres años	42	51	105	41	93	
Requerimientos de fertilización para 3 años (kg/ha)	195	0	135	60	0	
Balance para 3 años	-153	51	-30	-19	93	

* análisis U de Talca

Fertilización con harina de sangre y sulfato de potasio

Alternativa 3	Ndisp	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Harina de sangre (773 Kg/ha)	65	0	0	0	0
Sulfato de potasio** (90 Kg/ha)	0	0	45	0	0
Aporte anual	65	0	45	0	0
Balance anual	0	0	0	-20	0

* 14 % N, 60 % de eficiencia de aplicación

** 50 % potasio; 18 % azufre

10 Ensayo en el cultivo de la mora y el arándano, en la estación experimental Santa Rosa, INIA

Según el resultado del análisis de suelo (cuadro 34), éste contiene niveles muy bajos de fósforo y bajos de potasio. El nitrógeno se estima como alto.

Cuadro 34: Resultado del análisis de suelo en parcela con maíz (contigua a ensayos con berries), estación experimental Sta. Rosa, octubre 2008, Laboratorio de Suelo INIA.

pH	MO	N	P	K
H2O	%		ppm disponible	
6.35	8.86	38	3.7	61.2
Ligeramente ácido		Alto	Muy bajo	Bajo

Moras

Este ensayo se estableció en diciembre del 2008, con la variedad Chester. Todos los ensayos recibieron un aporte de compost de 10 toneladas por hectárea antes de la plantación.

En el cuadro número 35 se describen los 10 tratamientos incluidos en el ensayo. Éste combina los factores control de malezas en la sobrehilera (mulch, control manual), fertilización (con o sin) y manejo de la entrehilera (cobertura anual o perenne, testigo sin cobertura).

Cuadro 35: Tratamientos del ensayo de establecimiento de moras, variedad Chester, Sta. Rosa, INIA.

T1	Mulch de corteza de pino		Sin cobertura entre hileras
T2	Mulch de corteza de pino		Cobertura anual entre hileras
T3	Mulch de corteza de pino		Cobertura perenne entre hileras
T4	Mulch de corteza de pino	Aplicación adicional de fertilizantes	Cobertura anual entre hileras
T5	Mulch de corteza de pino	Aplicación adicional de fertilizantes	Cobertura perenne entre hileras
T6	Control de malezas manual permanente		Sin cobertura entre hileras
T7	Control de malezas manual permanente		Cobertura anual entre hileras
T8	Control de malezas manual permanente		Cobertura perenne entre hileras
T9	Control de malezas manual permanente	Aplicación adicional de fertilizantes	Cobertura anual entre hileras
T10	Control de malezas manual permanente	Aplicación adicional de fertilizantes	Cobertura perenne entre hileras

Los requerimientos de fertilización para el cultivo de la mora se muestran en el cuadro 36. Los altos requerimientos calculados reflejan el bajo contenido de fósforo y potasio disponible que arrojó el análisis de suelo (cuadro 34).

Cuadro 36: Cálculo de los requerimientos de fertilización de la mora en el predio Sta. Rosa.

Estación experimental Sta. Rosa, INIA
Requerimientos de fertilización de la mora

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción mora (rendimiento 25 ton/ha)	70	45	85	20

1. Balance nutricional considerando el rendimiento

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción (norma)	70	45	85	20

2. Corrección de la norma

Nitrógeno	kg/ha
Crecimiento anual (estado foliar) <i>normal</i>	0
Cierre del crecimiento, lignificación <i>normal</i>	0
Floración <i>normal</i>	0
Rendimiento del año anterior <i>normal</i>	0
Riesgo de desórdenes fisiológicos <i>normal</i>	0
Variedad muy vigorosa profundidad efectiva < 40 cm	0
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto 8.86 %</i>	-10
Manejo de suelos <i>mulch corteza de pino</i>	0
Norma corregida para nitrógeno	60

Fósforo	Factor de corrección
Fósforo disponible "Olsen" 3.7 (mg/kg) <i>muy bajo</i>	1.4
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	40
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto 4.51%</i>	0
Corrección de la norma de fósforo (en % de la norma)	40
	Kg P2O5 / ha
Norma corregida para fósforo	63

Potasio	Factor de corrección
Potasio disponible 61.2 (mg/kg) <i>bajo</i>	1.2
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	20
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica 2.2 <i>medio</i>	0
Corrección de la norma de potasio (en % de la norma)	20
	Kg K2O / ha
Norma corregida para potasio	102

Moras

Rendimiento de 25 ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Requerimientos de fertilización para 1 ha kg/ha	60	63	102	20

En base al balance detallado en el cuadro 37 se estaría fertilizando de manera deficitaria, quedando satisfechas un 24 % de las necesidades de nitrógeno, un 32 % de las de fósforo, un 25 % de las de potasio y un 82 % de las de magnesio.

Cuadro 37: Balance de nutrientes para una fertilización basada en compost cada 3 años y guano rojo anual.

Fertilización con 10 Ton/ha de compost y guano rojo todos los años

	Ndisp	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.03	0.57	0.84	0.42	1.09
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66
Compost (10 Ton/ha, 6'500 Kg/ha)	1.95	37.05	54.6	27.3	70.85
Guano rojo (750 Kg/ha)	14	8	28	7	12
Guano rojo (750 Kg/ha)	14	8	28	7	12
Aporte en 3 años	42	60	139	49	108
Requerimientos de fertilización para 3 años (Kg/ha)	180	189	306	60	0
Balance anual	-138	-129	-167	-11	108

*Análisis compost U de Talca

Arándanos

Este ensayo se estableció en agosto del 2008. El ensayo combina las coberturas entre hileras (especies anuales, perennes y sin cubierta), la aplicación de té de compost y la fertilización orgánica. Todas las parcelas tienen un mulch de corteza de pino.

Cuadro 38: Tratamientos incluidos en el ensayo de establecimiento de arándano, variedad Legacy) en el predio Sta. Rosa, INIA.

Sin cobertura entre hileras

Sin cobertura entre hileras Té de compost

Sin cobertura entre hileras Té de compost Fertilización orgánica

Cobertura anual entre hileras

Cobertura anual entre hileras Té de compost

Cobertura anual entre hileras Té de compost Fertilización orgánica

Cobertura perenne entre hileras

Cobertura perenne entre hileras Té de compost

Cobertura perenne entre hileras Té de compost Fertilización orgánica

Los requerimientos del cultivo (cuadro 39) fueron calculados proporcionalmente a los años de establecimiento, considerándose necesarios 4 años desde la plantación hasta la entrada en la etapa de rendimiento máximo. Dado los niveles de nutrientes presentes en el suelo (cuadro 34), resulta en requerimientos de fertilización de fósforo y potasio mayores a la "norma".

Cuadro 39: Cálculo de los requerimientos del cultivo del arándano en el predio Sta. Rosa.

Estación experimental Sta. Rosa, INIA

Requerimientos de fertilización del arándano

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción arándano (rendimiento 20 ton/ha)	40	30	70	20

1. Balance nutricional considerando el rendimiento

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción (norma)	40	30	70	20

2. Corrección de la norma

Nitrógeno	kg/ha			
Crecimiento anual (estado foliar) <i>normal</i>	0			
Cierre del crecimiento, lignificación <i>normal</i>	0			
Floración <i>normal</i>	0			
Rendimiento del año anterior <i>normal</i>	0			
Riesgo de desórdenes fisiológicos <i>normal</i>	0			
Variedad muy vigorosa profundidad efectiva < 40 cm	0			
Pedregosidad <i>media</i>	0			
Contenido materia orgánica <i>alto 8.86 %</i>	-10			
Manejo de suelos <i>mulch corteza de pino</i>	0			
Norma corregida para nitrógeno	30			

Fósforo	Factor de corrección
Fósforo disponible "Olsen" 3.7 (mg/kg) <i>muy bajo</i>	1.4
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	40
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica <i>alto 4.51%</i>	0
Corrección de la norma de fósforo (en % de la norma)	40
	Kg P₂O₅ / ha
Norma corregida para fósforo	42

Potasio	Factor de corrección
Potasio disponible 61.2 (mg/kg) <i>bajo</i>	1.2
	Corrección en %
Corrección en base al contenido en el suelo %	20
Pedregosidad <i>media</i>	0
Contenido materia orgánica 2.2 <i>medio</i>	0
Corrección de la norma de potasio (en % de la norma)	20
	Kg K₂O / ha
Norma corregida para potasio	84

Arándanos	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Rendimiento de 20 ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Requerimientos de fertilización para 1 ha kg/ha*	30	42	84	20
Primer año	19	25	46	14
Segundo año	23	32	63	15
Tercer año	26	37	74	18
A partir del cuarto año	30	42	84	20

* al 4. año se consideró el rendimiento máximo

En el cuadro 40 se realizó un balance nutricional para 3 años para la estrategia dada. Si se fertilizara con las cantidades propuestas en dicho balance se estarían aplicando un 30 % de los requerimientos de N, un 32 % de los de P, un 45 % de los de K y un 82 % de los de Mg.

Cuadro 40: Balance nutricional del cultivo del arándano en el rpedio Sta. Rosa del INIA para una estrategia basada en compost al inicio del cultivo y guano rojo anualmente.

Fertilización año 1 con 10 Ton/ha de compost y 3guano rojo

	Ndisp	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca	
Contenido de nutrientes del compost (%)*	0.03	0.57	0.84	0.42	1.09	
Contenido de nutrientes del guano rojo (%)*	3	1.04	3.76	0.98	1.66	
Compost (10 Ton/ha, 6'500 Kg/ha)	1.17	37.05	54.6	27.3	70.85	Año 1
Guano rojo 90 g/planta (300 Kg/ha)	5	3	11	3	5	Año 1
Guano rojo (360 Kg/ha)	6	4	14	4	6	Año 2
Guano rojo (420 Kg/ha)	8	4	16	4	7	Año 3
Guano rojo (480 Kg/ha)	9	5	18	5	8	Año 4
Aporte para los primeros 4 años (Kg/ha)	29	53	113	43	97	
Requerimientos para los priemros 4 años (Kg/ha)	98	135	266	66		
Balance primeros 4 años (Kg/ha)	-68	-82	-153	-24	97	

*Análisis compost U de Talca

III Control de malezas y manejo de suelos

Existen distintos grados de tolerancia a la competencia de los cultivos hortícolas. En especial las especies de seimbra directa, como la cebolla, son incapaces de alcanzar un buen desarrollo en presencia de malezas. Al contrario, algunas brasicáceas y la beterraga son capaces de tolerar cierta presión de malezas a partir de la mitad de su período vegetativo.

Por otra parte no todo en las malezas es dañino y son también aceptados ciertos efectos positivos, principalmente en enriquecimiento del ecosistema productivo, el cual es de por sí relativamente monótono. Por ello es de gran importancia conocer hasta que punto se pueden tolerar malezas sin un daño económico relevante, por una parte para aumentar la diversidad biológica en las parcelas hortícolas, así como para disminuir costos en controles innecesarios o de escaso efecto para los cultivos.

1 Medidas preventivas

En primer lugar es indispensable el impedir que las malezas se reproduzcan libremente, es decir, que sean capaces de producir grandes cantidades de semillas. Por ello debieran combatirse en cuanto comienzan a florecer. Superficies en donde las malezas produjeron semillas debieran cultivarse en forma intensiva después de la cosecha. Esto es también válido en el caso de los abonos verdes. Especial atención debe entregarse a los compost y guanos a aplicar, los cuales deben estar en lo posible libre de semillas de malezas.

Malezas que se propagan por raíces pueden ser controladas con éxito con medidas de manejo de rastrojos con arado de cincel, arado de vertedera, arado de disco, etc. Especial atención debe ponerse en repetir las medidas antes de que las malezas sean capaces de almacenar reservas en sus cuerpos vegetativos, tales como raíces, rizomas y estolones. Por ejemplo el cardo debe controlarse con una altura máxima entre 5 a 10 cm, duraznillo en estado de 3 a 4 hojas. En el caso

de malezas que se reproducen por rizomas, estos deben dejarse en la superficie del suelo por medio del empleo de arados de vertederas o discos. De esa manera éstos quedan expuestos al efecto deshidratador del sol y viento. Después del uso de aperos de efecto cortador (por ej. arado de discos), debe continuarse con el laboreo, por ejemplo vertedera o rastras, para impedir que los brotes de los trozos resultantes se fortalezcan y desarrollen.

En parcelas con altos niveles de malezas de difícil control debiera realizarse un plan de control antes de la siembra. Esto es válido también en el caso de nuevas plantaciones de frutales.

La presión de malezas se puede reducir con la inclusión dentro de la rotación de praderas perennes de mezclas de tréboles y gramíneas. El combate de malezas de reproducción vegetativa debiera contemplar barbecho de verano. Se debe contemplar a su vez tiempo para "curas" de malezas antes de la siguiente siembra. Éstas últimas son especialmente recomendables previo al establecimiento de culturas de baja tolerancia de competencia, como por ejemplo la cebolla. Para una adecuada "cura" de malezas debe prepararse la cama de siembra o plantación de 2 a 4 semanas previas al establecimiento del cultivo. Para favorecer el desarrollo de las malezas en esta etapa puede regarse y/o pasar un rodillo y luego realizar un control superficial (rastrillo, rastra o flameado) en estado de "brotes blancos". Este proceso se puede repetir varias veces antes del establecimiento del cultivo. Importante es no realizar labores en profundidad para no volver a traer más semillas desde estratos más profundas.

Una exacta preparación de suelos que tenga como resultado una cama de semillas o plantación mullida deja por lo general al suelo libre de rastrojos en superficie, lo que facilita el establecimiento del cultivo y además facilita enormemente el futuro control de malezas, sea éste térmico o mecánico. También la regulación de la maquinaria a emplear y la distancia a la hilera de siembra o plantación se pueden optimizar cuando el suelo esta bien mullido y libre de rastrojos en superficie.

A continuación mostramos en la fotografías 1 a 8 algunos tipos de maquinarias empleados en el control de malezas en cultivos ya establecidos. Cabe señalar que todas estas maquinarias requieren de un suelo bien mullido y un estado de desarrollo reducido de las malezas para tener un efecto satisfactorio de su accionar.



Fotos 1: Rastra de dedos



Fotos 2: Rastra de dedos

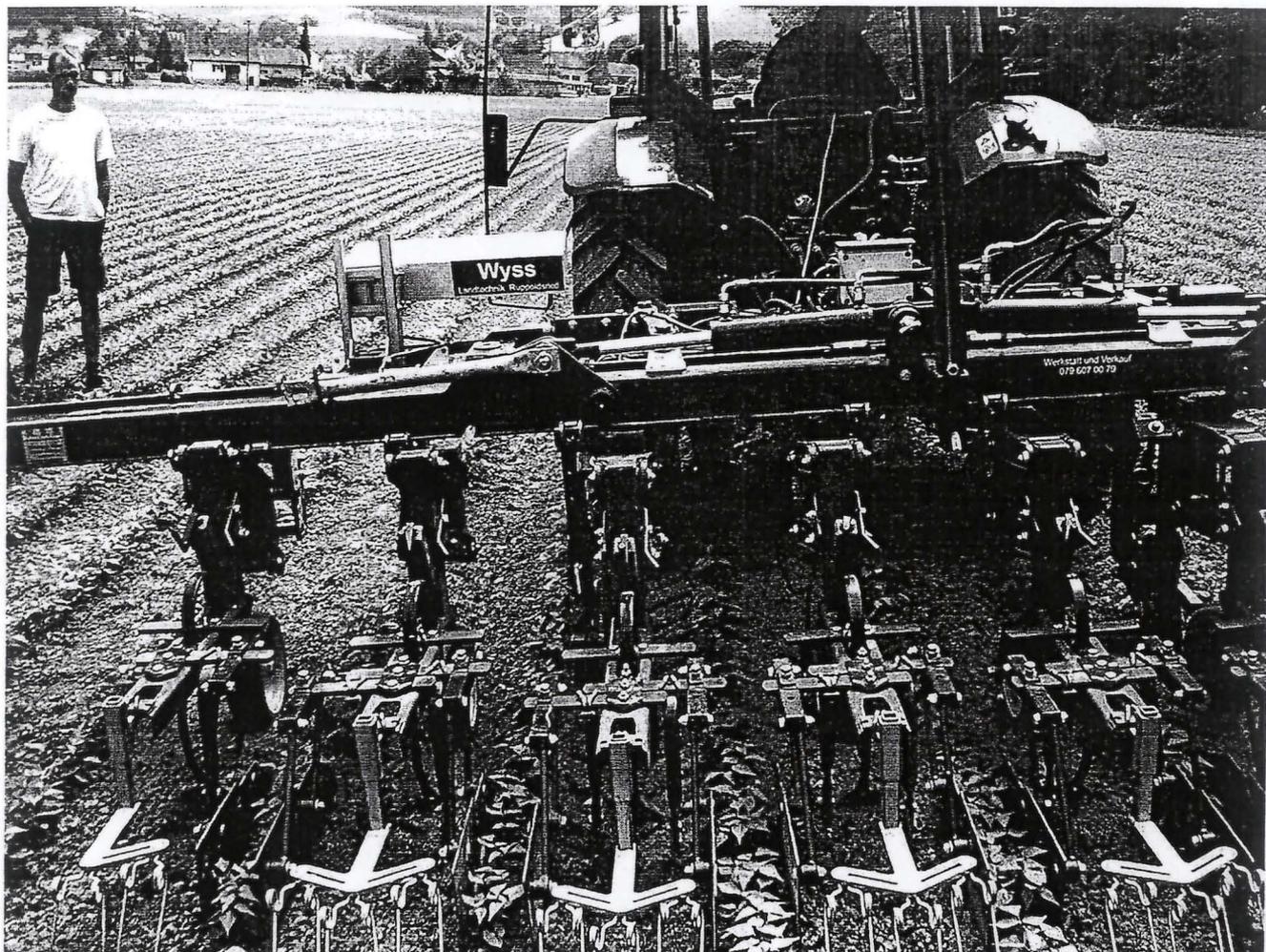


Foto 3: Rastra Thyregod

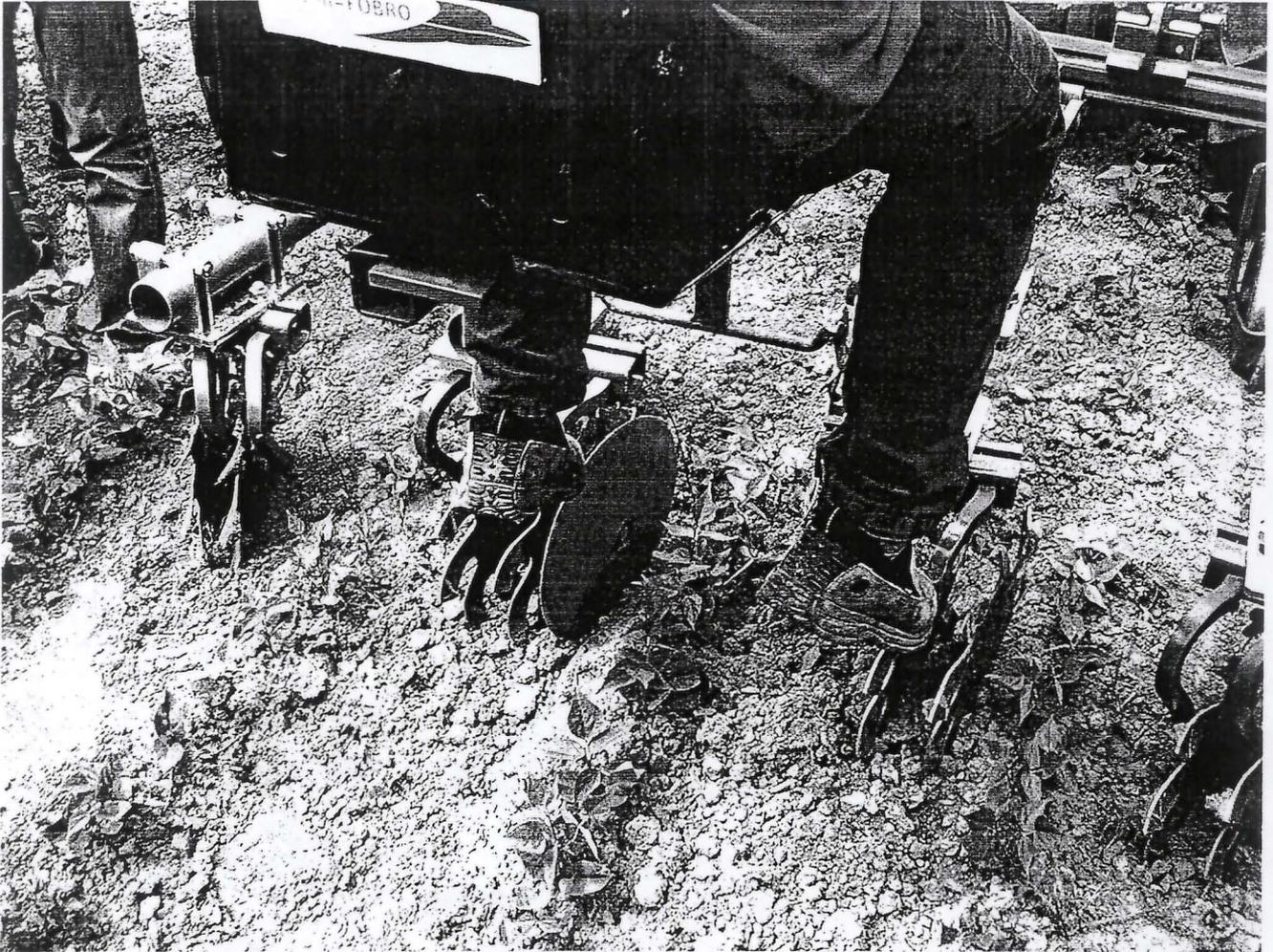


Foto 4: Rastra de estrellas

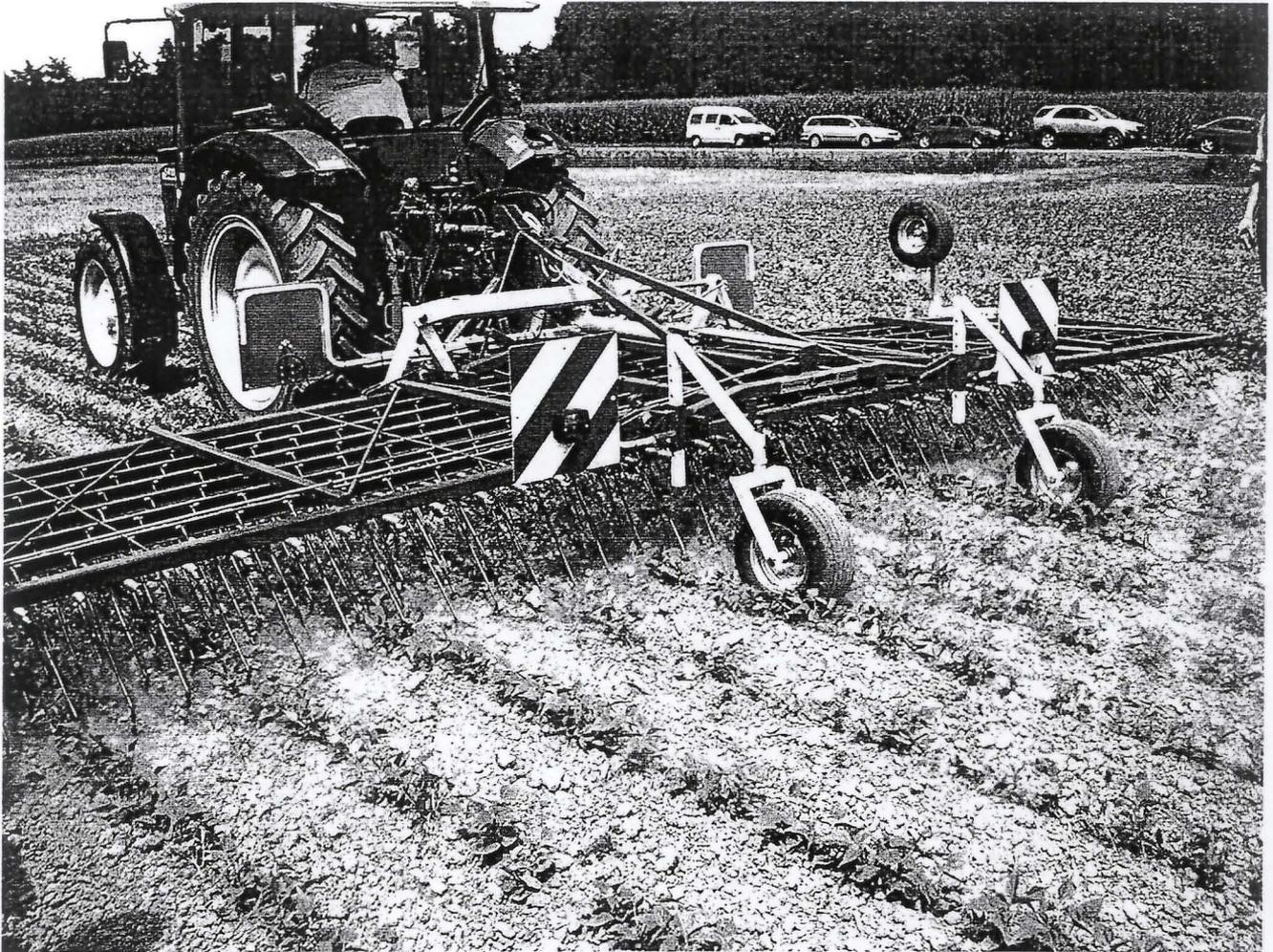
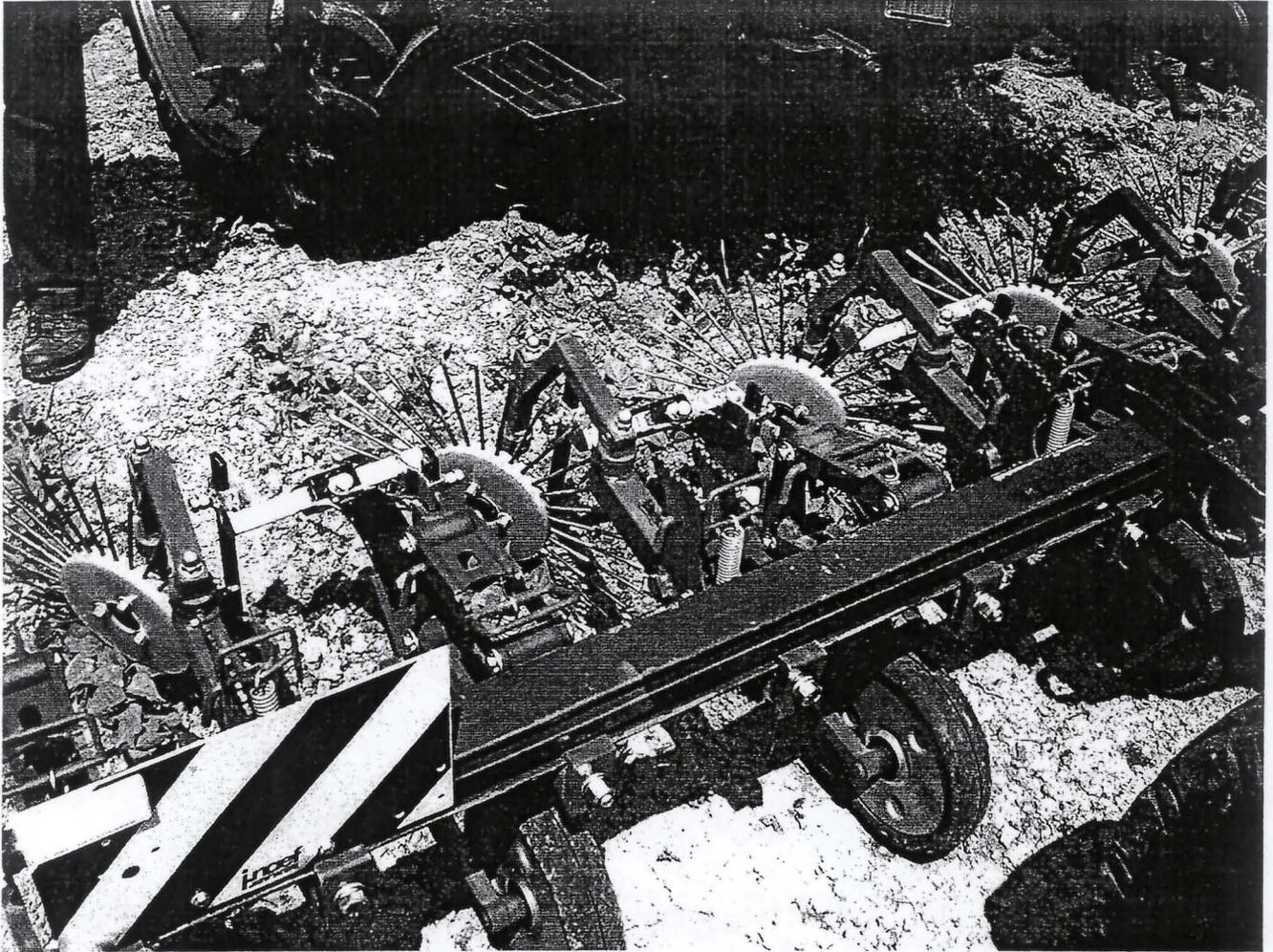


Foto 5: Rastrillo Treffler



Fotos 6: Rastra "Uni"



Fotos 7: Rastra "Uni"

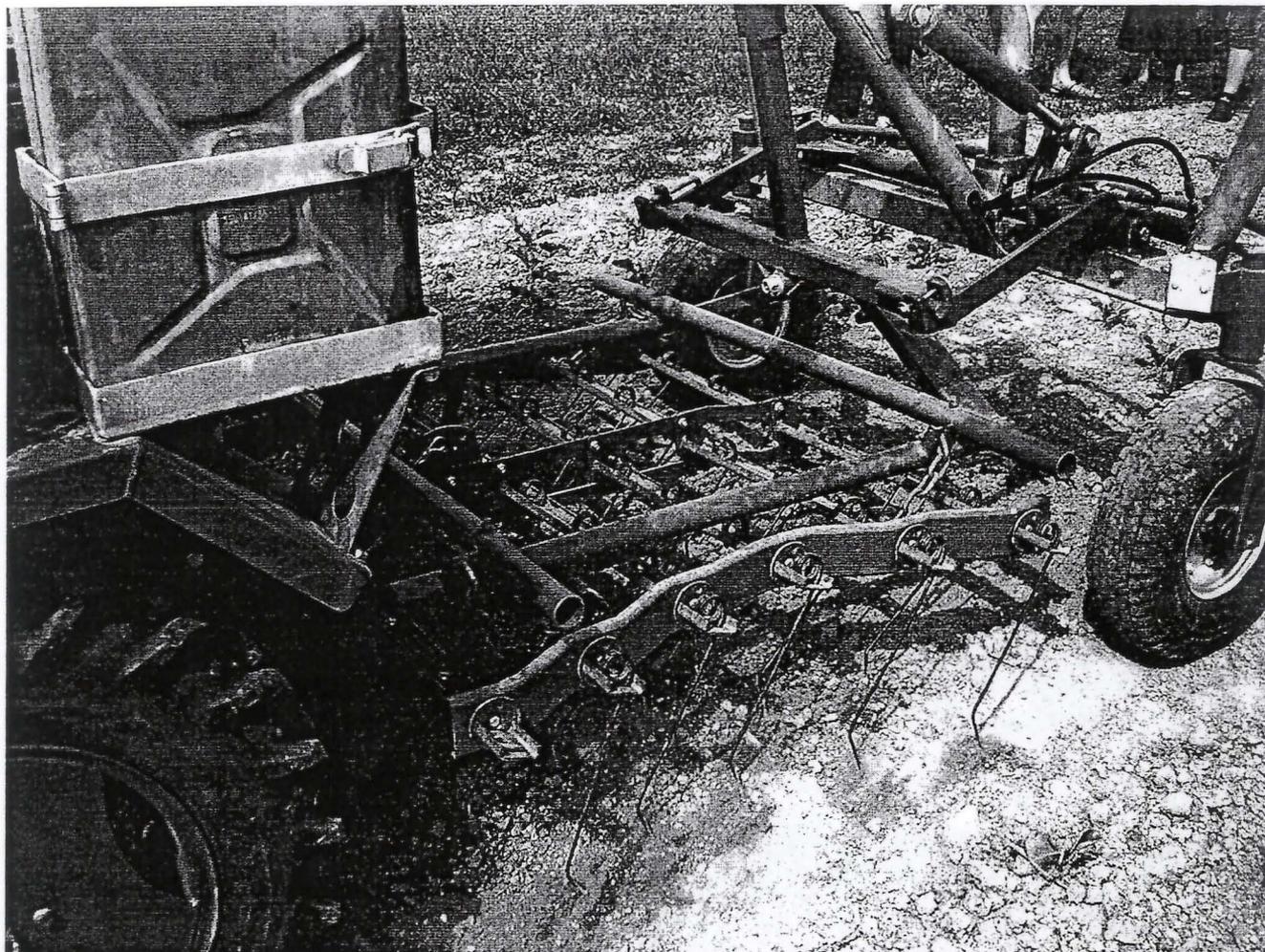


Foto 8: Rastrillo "Zwischennachstrigge!"

IV Rotaciones y planificación de cultivos

Muy importante son en la planificación de la rotación de cultivos aspectos fitosanitarios, así como la nutrición de los mismos y la mantención o incremento de la fertilidad del suelo. Además la rotación puede tener un importante efecto sobre la población de malezas. Además una adecuada planificación permite que el suelo esté lo menos posible en barbecho. Algunas propiedades favorables de los suelos, como la estructura y aireación se ven también favorecidas con una alta actividad biológica de los mismos. Por ello es que los suelos deben recibir en forma periódica aportes de material orgánico, tanto en forma de material orgánica estable (compost), como de rápida disponibilidad (abonos verdes, rastrojos de cultivos, guano).

En los cuadros 41 y 42 se presentan algunas alternativas de rotaciones para la situación del centro de Europa.

Cuadro 41: Ejemplo de rotación de cultivo al aire libre para 6 años

Año	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
1	Gramínea / trébol	Gramínea / trébol	Gramínea / trébol	Gramínea / trébol
2	Coliflor / apio	Coliflor / apio	Coliflor / apio	Centeno
3	Zanahorias / Papas	Zanahorias / Papas	Zanahorias / Papas	-
4	Arveja / Poroto	Arveja / Poroto	Trigo invernal	Trigo invernal
5	Trigo invernal	Trigo invernal	Centeno	Centeno
6	Centeno	Centeno	Gramínea / trébol	Gramínea / trébol

Cuadro 42: Ejemplo de dos rotaciones para predio hortícolas con leguminosa como cultivo intermedio

Año	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
1	a) Cebolla	Cebolla	Rábano	-
	b) Puerro verano	Puerro verano	Lechuga	Lechuga
2	a) Rábano	Rábano	Avena / vicia	Avena / vicia
	b) Zanahoria	Zanahoria	Avena / vicia	Avena / vicia
3	a) Avena / vicia	Puerro otoño / apio	Puerro otoño / apio	-
	b) Avena / vicia	Coliflor	Coliflor	Centeno
4	a) Lechuga	Maíz dulce	Maíz dulce	
	b) Centeno	Zanahoria	Zanahoria	
5	a) Porotos	Porotos	Coliflor, brócoli	Centeno
	b) Porotos	Porotos	Puerro invierno / espinaca	Puerro invierno / espinaca
6	a) Espinaca, rábano	Lechuga Poroto	Lechuga Poroto	-
	b) Col.			

En relación a la repetición de los cultivos dentro de una rotación en un potrero, se recomiendan pausas para prevenir daños sobre todo de enfermedades fungosas del suelo y en algunos casos de moscas de las raíces. Es así que se recomiendan pausas de por lo menos 4 años en el caso de especies pertenecientes a la familia de las cucurbitáceas. Igual pausa se recomienda para las especies pertenecientes a las solanáceas, pudiendo ser en el caso del pimentón y tomate la pausa de 2 años. Las especies del género *Allium* debieran repetirse después de 5 años en el mismo potrero. En el caso de las leguminosas, se recomienda repetir el cultivo luego de pausas de entre 3 a 4 años.

V Conclusiones

En base a las observaciones realizadas en terreno y los resultados de los análisis de suelos podemos concluir en forma resumida que:

- En ocasiones se fertiliza de manera poco balanceada en relación a los requerimientos de los cultivos y disponibilidad en el suelo. A ello contribuye la escasa disponibilidad de alternativas de productos fertilizantes comerciales para poder solucionar problemas de nutrientes puntuales. Por otra parte existe un cierto grado de desconocimiento de la liberación de nutrientes (mineralización) por parte de los productos disponibles (guano rojo, harinas de sangre) para poder determinar de manera más exacta la eficiencia de los fertilizantes aplicados.
- La interpretación de los análisis de suelos y su inclusión en los planes de fertilización la estimamos como “mejorable”, ya que queda la impresión de que los planes de fertilización son realizados en algunos casos en forma independiente de los resultados de los análisis.
- En el caso del nitrógeno, se observa un alto grado de desconocimiento de los niveles que se mineralizan en las situaciones particulares de los predios. En especial es desconocida dicha dinámica en suelos con contenidos mayores al 5 % de materia orgánica.
- En relación a la planificación de las rotaciones de cultivos, podemos señalar que esta se ve dificultada por el hecho de que los requerimientos de los mercados son conocidos con poca antelación antes de las respectivas temporadas. Otro factor que influye es la poca disponibilidad de terreno bajo manejo orgánico para poder “rotar” en otras parcelas.
- Un gran problema lo constituye el control de malezas, existiendo en la actualidad pocas alternativas de mecanización, lo que hace aumentar la dependencia de la mano de obra. Esto conlleva en ocasiones a que la labor no se desarrolle con la rapidez requerida, por lo que esto conlleva a disminuciones en los rendimientos. El control de malezas antes de la siembra/plantación es también un aspecto a optimizar para disminuir la presión durante el cultivo.

VI Recomendaciones

En base a las conclusiones mencionadas en el capítulo anterior, realizamos las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda la realización de un balance nutricional de mediano a largo plazo, teniendo en cuenta los niveles de nutrientes del suelo y los niveles de extracción de los cultivos. El objetivo del balance es maximizar los rendimientos para una situación determinada, manteniendo o mejorando los niveles de fertilidad del suelo, disminuyendo los riesgos ambientales y los costos innecesarios.
- En los análisis de suelos, recomendamos incluir los niveles de saturación con iones de hidrógeno en la capacidad de iones de intercambio, de manera de poder interpretar de

mejor manera los requerimientos de encalado en algunos suelos de reacción levemente ácida a ácida. Asimismo recomendamos analizar la clase textural de los suelos en laboratorio al inicio de la planificación, ya que ésta juega un rol muy importante en la interpretación de la capacidad de intercambio catiónico y requerimientos de encalado. Todo esto con la finalidad de optimizar la capacidad de entrega de nutrientes por parte del suelo.

- Intentar planificar los cultivos con un horizonte de tiempo que permita planificar las rotaciones, esto sin desmedro de que éstas se puedan adaptar a las condiciones de mercado.
- Abordar algunos de los problemas centrales, como la fertilización y el control de malezas en conjunto con la industria y fomentar de esa manera el desarrollo de productos fertilizantes y maquinaria especializada, indispensable para abordar las mencionadas limitantes.
- Al control de malezas antes de la siembra/plantación recomendamos entregarle el mayor de los cuidados, ya que es en este momento donde se puede disminuir de manera significativa su presión.
- Recomendamos especialmente a la investigación el desarrollo de modelos basados en la experiencia para poder predecir la dinámica del nitrógeno bajo las situaciones particulares de producción y de los fertilizantes usados. Para ello es de gran ayuda el trabajo conjunto con los laboratorios de suelo, ya que las muestras de suelo deben ser analizadas lo más rápido posible luego del muestreo, o bien congeladas hasta su análisis. Importante es que las muestras no queden expuestas a altas temperaturas, ya que los resultados se ven fuertemente alterados de manera muy rápida. Estos estudios pueden complementarse con estudios de mineralización en laboratorio bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Creemos que dichos estudios son muy importantes a la hora de fertilizar con nitrógeno, en especial bajo las condiciones de algunas regiones del sur de Chile, donde los contenidos de materia orgánica son bastante elevados y el pH del suelo bajan del neutro.
- En el caso del empleo de cubiertas vegetales (mulch), sobre todo en el cultivo del arándano, recomendamos seguir de cerca el incremento de las necesidades nitrogenadas para suplir la inmovilización originada por el proceso de descomposición del material vegetal.

VII Literatura

Bärtschinger, Lukas et al, 2003. Grundlagen für die Düngung von Obstkulturen. Eidgenössische Forschungsanstalt. 48 páginas.

Bergmann, Werner et al, 1993. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart. 836 páginas.

Ebert, Georg, 2005. Anbau von Heidelbeeren und Cranberries. Eugen Ulmer KG. 14 páginas.

Eckhard, Georg et al, 2003. Ökologischer Gemüsebau, Handbuch für Beratung und Praxis. Bioland Verlags GmbH, 55009 Mainz. 352 páginas.

Scheffer / Schachtschabel, 2008. Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Edición. Spektrum Akademischer Verlag, Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 593 páginas.

Schmid, Andi, 2001. biologischer Anbau von Strauchbeeren. Forschungsinstitut für biologischen Anbau, Frick.

Spring, J.L. et al, 2003. Grundlagen für die Düngung der Reben. Eidgenössische Forschungsanstalt. 24 páginas.

VIII Anexos

Resultado de análisis del compost y guano rojo empleados en los ensayos de a Universidad de Talca, noviembre 2008, Centro Tecnológico de Suelos y Cultivos de la Universidad de Talca.

	N	P	K	MO	pH	CE
	%	dS/m	%	ppm	%	
Compost	1.1	0.57		0.84		35.33
Guano rojo		6.41				1.0 4

Cuadro de corrección de la fertilización nitrogenada (adaptado de Bärtschinger et al, 2003).

1. Crecimiento anual / vigor	Exesivo -10	Normal 0	Débil 5
2. Cierre de brotes	Tardío -5	Normal 0	Temprano 5
3. Floración	Tardía -5	Normal 0	Fuerte 5
4. Rendimiento del año anterior	Bajo -5	Normal 0	Alto 5
5. Riesgo de desórdenes fisiológicos	Si -5	Normal 0	No 0
6. Patrón	profundidad radicular efectiva		
	> 80 cm	40-80 cm	< 40 cm
muy vigoroso	-10	-5	0
vigor mediano	-5	0	0
enanizante	0	5	10
7. Pedregosidad	Baja < 10%	Media 10-30%	Alta >30%
	-5	0	5
8. Contenido de materia orgánica*	Alto -10	Medio 0	Bajo 10

* Clasificación general de los suelos según su contenido de arcilla e interpretación para el contenido de materia orgánica para suelos frutícolas

	materia orgánica % (0-28 cm de profundidad)		
	Bajo	Medio	Bajo
suelos livianos (menos del 10% de A)	< 1.1	1.1-2.5	>2.5
suelos medianamente pesados (10-30 % de A)	<1.5	1.5-3-5	>3.5
suelos pesados (más del 30% de A)	<2.3	2.3-4.0	> 4.0

Factores de corrección de la norma de fertilización para N, P, K en relación al contenido disponible de nutrientes del suelo (adaptado de Bärtschinger et al, 2003).

Factores corrección N, P y K (basados en el K)	1.4	1.3	1.2	1.1-0.9	0.8-0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
	interpretación Lab. INIA											
disponibilidad mg/kg		muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto						
Fósforo *		< 5	5.1-10	10.1-20	20.1-30	> 30						
Potasio	< 40	< 50	50.1-100	100.1-180	180.1-250	> 250	290	320	340	360	380	400

* Olsen

Factores de corrección de la fertilización de P, K y Mg

carozos y pomáceas	profundidad radicular efectiva		
	> 80 cm	40-80 cm	< 40 cm
1. Patrón			
vigoroso a mediano	-10%	0%	10%
enanizante	0%	0%	20%
Carozos, pomáceas, berries y kiwis			
2. Pedregosidad	Baja < 10%	Media 10-30%	Alta >30%
	-10%	0	10%
3. Contenido de materia orgánica	Alto	Medio	Bajo
	-10%	0	10%

IX Agradecimientos

Agadezco en primer lugar a Felipe Tortti y Hernán Paillán, que en marco del PTO orgánico de las regiones del Maule y del Bío-Bío me contactaron y posibilitaron de esa manera la realización de la presente asesoría. También aprovecho la oportunidad de felicitar a todos los colegas que integran el PTO por la excelente iniciativa que formaron y están llevando a cabo, así como agradezco su

disponibilidad para facilitarme la información necesaria para la realización del presente informe y su disponibilidad para acompañarme en las visitas a terreno realizadas en enero del presente.