

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
ESCUELA DE AGRONOMÍA**



Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales, sobre el crecimiento vegetativo del cerezo (*Prunus avium* L.), bajo un enfoque de producción orgánica, en la comuna de Lumaco, IX Región de La Araucanía.

Tesis de grado presentada a la facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales como parte de los requisitos para optar al título de:

INGENIERO AGRÓNOMO.

KARLA ANDREA MORALES BUSTOS

**TEMUCO – CHILE
2004**

DEDICATORIA

Con mucho amor a Brunito
mi hijo y en memoria a mi padre....

AGRADECIMIENTOS

En este momento en que finaliza una etapa importante de mi vida, quiero agradecer a Dios, a mi familia, ex-compañeros, amigos y al equipo Docente de la Facultad de Agronomía, por ser parte de estos años de estudio y por las valiosas enseñanzas transmitidas. En forma muy especial a mi esposo Bruno por su apoyo y amor incondicional.

A Don Miguel Ellena de CRI-INIA Carillanca por su gran ayuda y profesionalismo durante el desarrollo de esta tesis.

A Don Adolfo Montenegro de CRI-INIA Carillanca por su paciencia, colaboración y buena disposición en el tema, así también a Don Carlos Toro por su excelente voluntad en la entrega de antecedentes.

A los profesores Rodrigo Arias y Marcelo Toneatti por su ayuda y darme siempre un minuto de atención.

A Beatriz Ortiz y Paulette Lacalle por su amistad y toda la ayuda entregada.

Finalmente a las instituciones FIA e CRI-INIA Carillanca que financiaron y facilitaron los análisis necesarios para el termino de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 El cultivo del cerezo en Chile y la IX Región.....	3
2.2 Fisiología y aspectos básicos del cultivo del cerezo.....	4
2.2.1 Características de la planta y crecimiento vegetativo.....	4
2.2.2 Características del portainjerto Gisela 6.....	5
2.2.3 Características de la variedad Lapins.....	6
2.2.4 Forma de conducción.....	8
2.3 Requerimientos edafoclimáticos.....	9
2.4 Requerimientos nutricionales.....	12
2.4.1 Nitrógeno.....	12
2.4.1.1 Acumulación.....	12
2.4.1.2 Removilización.....	12
2.4.2 Potasio.....	13
2.4.3 Fósforo y magnesio.....	14
2.4.4 Calcio.....	15
2.5 Agricultura orgánica.....	15
2.5.1 La materia orgánica en el suelo.....	16
2.5.1.1 Origen e importancia de la materia orgánica en el suelo.....	16
2.6 Manejo orgánica en cerezo.....	17
2.6.1 Fertilización.....	19
2.7 Restitución de la materia orgánica al suelo.....	20

2.7.1	Abonos verdes.....	20
2.7.2.1	Efectos de los abonos verdes sobre las propiedades químicas del suelo.....	20
2.7.2.2	Efectos de los abonos verdes sobre las propiedades físicas del suelo.....	22
2.7.2.3	Efectos de los abonos verdes sobre las propiedades biológicas del suelo.....	23
2.7.2.4	Elección de especies y manejo de la cubierta vegetal.....	24
2.7.3	Aplicación de compost.....	26
III.	MATERIAL Y MÉTODO.....	28
3.1	Material.....	28
3.1.1	Ubicación del ensayo.....	28
3.1.2	Características edafoclimáticas.....	28
3.1.3	Descripción y manejo del huerto.....	29
3.1.4	Compost y cubiertas anuales utilizadas.....	30
3.1.4.1	Compost simple.....	30
3.1.4.2	Compost mejorado.....	30
3.1.4.3	Cultivos usados como cubierta vegetal y dosis.....	31
3.1.5	Instrumentos utilizados en el ensayo.....	31
3.2	Método.....	32
3.2.1	Tratamientos.....	32
3.2.2	Evaluaciones.....	32
3.2.2.1	Rendimiento en biomasa de las cubiertas vegetales.....	32
3.3.2.2	Crecimiento vegetativo.....	33
3.2.3	Diseño experimental.....	33
3.2.4	Análisis de resultados.....	33

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1	Caracterización inicial del suelo.....	34
4.2	Contenido de materia seca de las cubiertas vegetales.....	37
4.3	Comportamiento de las variables diámetro del tronco y altura del eje central durante las temporadas 2001-2003.....	40
4.4	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento vegetativo efectivo del cerezo.....	43
4.4.1	Diámetro del tronco.....	43
4.4.2	Altura del eje central de los árboles.....	46
4.4.3	Largo de la hoja.....	49
4.4.4	Ancho de la hoja.....	52
V.	CONCLUSIONES.....	56
VI.	RESUMEN – SUMMARY.....	58
VII.	LITERATURA CITADA.....	62
VIII.	ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Requerimientos climáticos para el cultivo del cerezo.....	10
2	Requerimientos edáficos del cerezo.....	11
3	Caracterización química del compost simple utilizado en el ensayo.....	30
4	Caracterización química del compost mejorado utilizado en el ensayo.....	30
5	Cultivos utilizados como cubiertas vegetales.....	31
6	Descripción de los tratamientos del ensayo.....	32
7	Caracterización química del suelo del sitio de ensayo.....	34
8	Contenido promedio de materia seca de las cubiertas vegetales producido en la temporada 2003.....	39
9	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento del diámetro del tronco, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	44
10	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento en altura del eje central, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	47

11	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el largo de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	50
12	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el ancho de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	52
13	Contenido de macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, encontrados en las hojas de cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Comparación de los tratamientos en tres temporadas 2001-2003 sobre el contenido promedio de materia seca.....	37
2	Efecto de los tratamientos en tres temporadas sobre el comportamiento del diámetro del tronco, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	40
3	Efecto de los tratamientos en tres temporadas sobre el comportamiento de la altura del eje central, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	41
4	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento efectivo del diámetro del tronco, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	45
5	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento efectivo del eje central, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	48
6	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento del largo de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	51
7	Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento del ancho de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.....	53

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el interés por desarrollar una agricultura limpia está adquiriendo día a día mayor relevancia. Las demandas del mercado están evolucionando de tal forma que los consumidores de hoy se preocupan cada vez más por el tipo, calidad y origen de los alimentos consumidos; existe a la vez una mayor conciencia sobre los procesos productivos y el impacto ecológico que ellos ocasionan.

El cultivo del cerezo ha sido objeto durante los últimos años, de una profunda evolución, enfocándose el manejo de la especie hacia un sistema moderno y de huertos intensivos, manejado orgánicamente se ha definido como una alternativa productiva competitiva para la Novena Región, la cual posee características excepcionales para la producción de cerezas tardías con destino al mercado interno y de exportación, en especial en localidades con microclimas en la provincia de Malleco y Cautín.

Particularmente, el manejo de la fertilidad orgánica es uno de los que presenta mayores interrogantes al existir hoy escasas alternativas de insumos que cumplan con los requisitos orgánicos, o en su defecto sustentables y que respondan a un modelo productivo eficiente y de mayor escala. Siendo a la vez uno de los principales problemas enfrentados por los productores que cambian desde una producción convencional a orgánica.

Como una opción de manejo de la fertilidad se encuentra la utilización del compost, una enmienda orgánica obtenida por la descomposición de residuos biológicos, con la cual se han obteniendo resultados satisfactorios como mejorador del suelo y como fuente de elementos nutritivos.

Las cubiertas vegetales anuales, son un material succulento y fresco que cubre durante su crecimiento el suelo al cual se incorporará con la finalidad de agregarle materia orgánica.

Dado lo anterior este estudio pretende evaluar el efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales como métodos de fertilización sobre el crecimiento vegetativo del cerezo dulce cultivar Lapins sobre portainjerto Gisela 6, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

- a) Evaluar la respuesta en crecimiento vegetativo del cerezo dulce, frente a la incorporación combinada de compost y cubiertas vivas anuales.
- b) Evaluar la cantidad de biomasa entregada por las cubiertas vegetales.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El cultivo del cerezo en Chile y la IX Región.

De acuerdo a estimaciones de ODEPA, citado por ELLENA y FERRADA (2003), en Chile existen sobre las 6.000 hectáreas de cerezos, concentrándose el 98 % entre las Regiones Metropolitana y VI. En las Regiones VIII, IX y X habría una superficie plantada de 783 hectáreas, de las cuales 691 están en la VIII Región.

Para lograr competir en el mercado, el manejo del cerezo debe hacerse con un sistema moderno, estableciendo huertos semi intensivos a intensivos que entren rápidamente en producción, con variedades adecuadas a la demanda internacional, portainjertos aptos para las condiciones de suelo y variedad elegida, así como sistemas de conducción y densidad de plantación que permitan realizar las labores culturales con relativa facilidad, particularmente la poda y la cosecha (ELLENA y FERRADA, 2003).

La IX Región posee condiciones agroecológicas excepcionales para este tipo de producción con variedades tardías. Esta cuenta actualmente con 80 hás de cerezo, comprendidas en las provincias de Malleco y Cautín, la mayor superficie se encuentra entre las comunas de Angol, Renaico, Lumaco, Ercilla y Collipulli.

Las ventajas favorables y oportunidades que presenta la IX Región, para la producción de cerezas para fresco e industrial son: Temporada de contra estación, comercializar en épocas en que el hemisferio norte no posee producción y donde no se compete con otras zonas productoras del país (Curico, Rancagua) y las zonas de Argentina (Mendoza y Buenos Aires).

Además se cuenta con buenas condiciones para producir fruta de alta calidad a costos relativamente más bajos que los de la zona central, debido al menor costo de suelo, agua y mano de obra. Lo anterior sumado a un sistema de producción orgánico permite alcanzar mejores precios que bajo un sistema tradicional (ELLENA, 2003 b).

2.2 Fisiología y aspectos básicos del cultivo del cerezo.

2.2.1 Características de la planta y crecimiento vegetativo.

SOTOMAYOR (1995), señala que el cerezo pertenece a la familia de las rosáceas, es una especie nativa de Europa, es un árbol caudocifolio, el vigor del árbol depende de la combinación variedad-portainjerto y manejo agronómico. Presenta problemas de conducción, debido a la dominancia apical y en general es una especie fuertemente autoincompatible aunque actualmente existen variedades autofértiles.

Posee una madera de color marrón rojizo, de corteza lisa y anillada. Tiene hojas simples con forma ovado-oblongas, de 7,5 a 12,5 cm. de longitud, de un ancho de 3 a 5 cm., fasciculadas en el extremo.

El crecimiento de las yemas vegetativas en cerezo, comienza al final de la floración. En variedades vigorosas, el crecimiento anual puede sobrepasar el metro de longitud, en las primeras temporadas, con arboles que pueden alcanzar en forma natural hasta 15 m. de altura, en ausencia de métodos culturales que contengan el vigor (SIMUNOVIC, 1995).

El cerezo es en general poco ramificador, comparado con otras especies como el duraznero o el damasco. Sin embargo, esta consideración cambia en función de las variedades, portainjertos, manejo agronómico y de la edad de las plantas.

No hay otro frutal de clima templado, que se coseche tan temprano en la temporada como el cerezo. Lo anterior por si sólo sugiere que, no se debería manejar los cerezos, como otros frutales de cosecha más tardía.

Una razón para lo anterior, es que en el cerezo, el desarrollo inicial de la fruta y la maduración ocurren al mismo tiempo que el desarrollo de las hojas y los brotes e incluso de las yemas florales del próximo año (SIMUNOVIC, 1995).

MORENO (1995), menciona que de acuerdo a lo anterior ya desde muy temprano en la temporada, existe una importante competencia por los productos de la fotosíntesis entre los frutos en desarrollo y la canopia que se está formando. En este sentido, los cerezos son muy distintos a las peras o manzanas, que maduran su fruta mucho más tarde en la temporada, mucho después que se completó el desarrollo de sus canopias.

En cerezo, se ha demostrado que la mayor parte de las reservas de carbohidratos (cerca del 50%) se almacena en las raíces en forma de almidón. Las raíces, puede no representar una parte importante de la biomasa del árbol, pero puede tener concentraciones de almidón tan altas como un 20% de su peso seco. La mayor parte de las reservas restantes, se puede encontrar en la corteza y madera de los brotes jóvenes (MORENO, 1995).

2.2.2 Características del portainjerto Gisela 6.

Los portainjertos que se han utilizado tradicionalmente, están dentro de los vigorosos y semi vigorosos, lo que unido al escaso manejo, genera árboles de gran tamaño, por lo que el inicio de la producción comercial ocurre pasado los 5 a 7 años. Predomina el uso del Mericier o Mazzard, Mazzard F 12-1, guindo ácido (*P. Cerasus*), Colt y Mahaleb.

Con la idea de densificar los huertos, acortar el período improductivo y facilitar las labores de cosecha es que se han introducido en los últimos años, nuevos portainjertos. Actualmente en Chile existen plantaciones sobre Santa Lucía 64, Maxma 14, SL 405 (Pontaleb), Gisela 5 y 6, CAB 6P, Weirroot 158 que no superan la cuarta hoja a excepción de SL 64.

La elección del portainjerto debe necesariamente considerar específicas exigencias pedológicas y climáticas, prestando una particular atención a la textura, pH del suelo, condiciones hídricas y régimen térmico. Además, se debe tener en consideración la afinidad del portainjerto con la variedad, su vigor y las influencias que pueden ejercer sobre los árboles de cerezos (ELLENA, 2002).

Gisela 6 corresponde a un Híbrido entre *Prunus cerasus* Schattenmorellex y *Prunus canescens*, obtenido y seleccionado por la Universidad de Justus Liebig di Giessen en Alemania, con la sigla 148/1 (ROBERTO DE SALVADOR, 2002).

Dentro de las características que lo hace interesante se encuentra la rápida entrada en producción, buena afinidad con el injerto, buen peso de los frutos, baja el vigor de las plantas, mejor adaptabilidad a suelos pobres, aunque ha presentando toxicidad por exceso de manganeso, en algunos sectores de la comuna de Lumaco y menor tamaño de frutos en variedades autofértiles muy productivas (ELLENA, 2001).

2.2.3 Características de la variedad Lapins.

Es la cruce entre Van y Stella hecha en 1965 e introducida en 1984, es considerada como la mejor variedad en Summerland (KAPPEL y MACDONAL, 1995).

Una cualidad importante, es su autofertilidad y se ha manifestado en altas cuajas, incluso en temporadas difíciles. Florece bastante temprano (antes que

Van) y es una buena fuente de polen, compatible con la mayoría de las variedades (KAPPEL y MACDONAL, 1995). Es una variedad bastante precoz, pudiendo producir los primeros frutos al 3° año, con sus cargas bastante altas, si se usa un portainjerto que controla vigor (*P. Cerasus*). Con Mericier en cambio la primera producción comercial se logra al 5° -6° año.

Esta variedad, presenta una mayor resistencia al estrés de verano, que Lambert, pero menos que Van. Veranos secos y cálidos seguidos por otoños calurosos influye negativamente en la evolución del receso de las yemas, quedando éstas sensibles a heladas lo que puede provocar la muerte de los primordios florales (VALENZUELA, 1995).

Evaluaciones para evitar la partidura mediante baños de agua, indican que la fruta es medianamente tolerante, la variedad Lapins se considera como una de las mejores cerezas resistentes a la partidura (20% de la fruta del huerto se parte).

En portainjerto estándar, la variedad Lapins es de precocidad intermedia, pero muy productiva y con tendencia a sobre cuajar. Esta característica es intensificada al usar portainjertos enanizantes. Sin embargo, varios productores en Oregon (U.S.A), están produciendo Lapins exitosamente en Gisela 5 y 6, con podas anuales severas (KULCZENWSKI, 2001; ELLENA, 2002).

Según ELLENA (2001), de acuerdo a antecedentes preliminares, Lapins, corresponde a una de las variedades más interesantes para las condiciones climáticas de la IX Región, en particular del secano interior de Malleco. No obstante, ha presentado susceptibilidad a monilia, por lo que es necesario realizar tratamientos preventivos con fungicidas previo y durante la floración.

2.2.4 Forma de conducción.

La forma de conducir el cerezo, debe apuntar a disminuir o acortar el período improductivo inicial y a agilizar las labores de cosecha con árboles de menor tamaño, la especie tiene un hábito de crecimiento acrotónico, con una marcada dominancia apical, lo que desequilibra el árbol con mucha facilidad y ángulos más bien cerrados al ramificar, si no se le guía desde su inicio (ARRIBILLAGA, 2000).

El sistema de eje central se basa en lograr una cantidad de ramas laterales sobre la estructura del eje lo más pronto posible. Estos laterales serán los cargadores de fruta y ayudarán al equilibrio del árbol en el corto plazo. El problema está en lograr que en la práctica el cerezo ramifique adecuadamente, lo cual se contrapone con su hábito natural de crecimiento erecto y marcada dominancia apical. Por otro lado las ramas laterales que crecen naturalmente, tienden a ubicarse junto al ápice, lo que imprime un vigor intenso a éstas que, en la mayoría de los casos, llegan a competir con el eje o bien a participar con él de la dominancia apical, impidiendo aún más la ramificación más baja de mejor ubicación y condición frutal (VALENZUELA, 1998).

Según ELLENA (2002), para solucionar la incompatibilidad del hábito del cerezo con este sistema de conducción es necesario realizar ciertos manejos basados en la alteración de la fisiología natural, tornándolo un árbol más dócil. Entre los manejos más importantes se considera la no poda (sin despunte), uso de técnicas mediante la utilización de hormonas como citoquininas y giberelinas, para estimular ramificación basal anticipada y apertura de ramas laterales tempranas. En un sistema de producción orgánica las variedades con mayor dificultad de emitir brotes laterales (Ejemplo Lapins), es recomendable despuntar a 130 cm. de altura y desyemar hasta un metro de altura (ELLENA, 2003 a).

Para un huerto de cerezo manejado bajo modalidad orgánica ELLENA (2003 a), señala que un buen sistema es Spindel, el cual consiste básicamente en la formación en eje (tres pisos) con ángulos abiertos hacia la horizontal, este sistema se debe utilizar desde el primer año, ya que permite una buena entrada de luz hacia el interior de la copa, favoreciendo una buena producción, evitando enfermedades en particular, hongos y bacterias debido a que existe una mejor ventilación y aireación.

2.3 Requerimientos edafoclimáticos.

El cerezo es básicamente un frutal de clima templado con un amplio margen de adaptabilidad climática y edáfica (VALENZUELA, 1998).

SOTOMAYOR (1995), señala que es un árbol frutal de alto requerimiento de frío para superar el reposo invernal de sus yemas. Si no se cumple ese requerimiento la floración se atrasa y es irregular, lográndose una cuaja pobre y fuerte caída de frutos. La polinización en variedades no autofértiles también se afecta, al no coincidir la floración de las variedades polinizantes. Por lo tanto, es indispensable considerar el clima de la zona a plantar, especialmente en cuanto a acumulación de horas de frío.

Este frutal es comparativamente uno de los últimos en florecer y de los más tempranos en cosecharse, ya que el período de desarrollo de sus frutos es bastante corto. Esto determina que los daños por heladas no sean tan frecuentes como en otros frutales, excepto cuando ellos son tardíos. En el Cuadro 1, se entregan antecedentes climáticos del cerezo en Chile (SOTOMAYOR, 1995).

El cerezo requiere preferentemente áreas con inviernos fríos, cierta humedad ambiental y veranos frescos. Con elevadas temperaturas durante la floración, puede aparecer pistilos dobles que darán lugar a frutos dobles, de difícil

comercialización. Cuando las precipitaciones toman valores próximos a 1.200 mm./año, es posible su cultivo sin llevar a cabo riegos, aunque el empleo de distintos patrones, modifica los requerimientos hídricos, pudiendo cultivarse tanto en seco como en regadío. Cuando las precipitaciones son excesivas durante la maduración del fruto se produce partidura (Cracking), al absorber humedad a mayor velocidad de la que se puede expandir. También hay que tener en cuenta, los factores climáticos que afectan a las abejas, para que se lleve a cabo una correcta polinización del cerezo (INFOAGRO, 2002). El cerezo es un frutal con un amplio margen de adaptabilidad climática y edáfica como se aprecia en los Cuadros 1 y 2 (VALENZUELA, 1998).

CUADRO 1. Requerimientos climáticos para el cultivo del cerezo.

Requerimiento de frío	1.100 a 1.300 hrs.
Período de floración a cosecha	55 a 70 días
Ciclo vegetativo	145 a 180 días
Sensibilidad a heladas	Medianamente sensible
T ° crítica de daño por heladas	Menor a 1,5 ° C
T ° mínima de crecimiento	7 ° C
Rango térmico óptimo de crecimiento	18 a 24 ° C
Limite máximo de T ° de crecimiento	35 ° C
Suma térmica (yema hinchada a cosecha)	300-700 días grado
Período crítico para enfrentar bajas temperaturas	Fruto recién cuajado
Requerimientos de fotoperíodo	Día neutro (10 a 14 hrs. de luz)

Fuente: Adaptado de VALENZUELA, (1998).

CUADRO 2. Requerimientos edáficos del cerezo.

Profundidad	60 – 100 cm.
Textura	Media fina.
Drenaje	Moderado a bueno
PH	5,5 – 6,5

Fuente: Adaptado de VALENZUELA, (1998).

El cerezo, requiere en general, de suelos de profundidad media (sobre 80 cm.), sin problemas de drenaje, de texturas francas, con pH entre 5,5 y 6,8 y una conductividad eléctrica máxima de 4,0 ds/m. Sin embargo, cada portainjerto o patrón en particular, tiene sus requerimientos específicos (SOTOMAYOR, 1995).

Los cerezos, francos (plantas propagados por semilla) prefieren suelos ricos y profundos, si el suelo es arenoso y de escasa profundidad, es más apropiado el patrón Santa Lucía. En suelos pesados es más apropiado el *Prunus cerasus*.

El cerezo, prefiere terrenos frescos y profundos. Además, muchos portainjertos utilizados, presentan un aparato radicular bastante superficial, por consiguiente, es fácilmente sensible a situaciones de carencia hídrica, que de asfixia radicular (ELLENA Y ROMBOLÁ, 2001a).

2.4 Requerimientos nutricionales.

2.4.1 Nitrógeno.

A pesar de que las necesidades de nitrógeno de los árboles de hoja caduca y las cantidades dirigidas al fruto, son en su conjunto limitadas. La fertilización nitrogenada representa una de las principales prácticas para regular la cantidad y calidad de la producción. Es el elemento que actúa de forma más activa para el desarrollo del árbol y de la cosecha, sin embargo, sus necesidades son especialmente intensas, en algunos períodos críticos (GUERRERO, 1996).

ELLENA (2001), menciona que el nitrógeno es el principal elemento a considerar en la fertilización de producción, por cuanto modifica la actividad vegetativa y reproductiva de los árboles. De hecho, la disponibilidad equilibrada de nitrógeno limita la actividad vegetativa, induce una mayor diferenciación a flores, una mejor calidad de los frutos, precocidad y uniformidad de maduración, menor incidencia de partidura, entre otros aspectos. Gran cantidad de nitrógeno se asimila y almacena durante el término de la temporada, esto permite almacenar y removilizar este elemento en las temporadas sucesivas.

En árboles frutales deciduos, en particular en cerezo existe un ciclo de nitrógeno interno el cual se caracteriza por comprender dos fases:

2.4.1.1 Acumulación. Que ocurre en el reposo invernal y en verano después de la cosecha. El nitrógeno acumulado en invierno proviene de traslocación desde las hojas durante su senescencia, removilización de las raíces senescentes (acumulado para crecimiento de nuevas raíces), absorción radicular durante la última fase del ciclo vegetativo (ELLENA, 1998).

2.4.1.2 Removilización. La cual ocurre en primavera y otoño. Esto permite traslado de reservas hacia los nuevos puntos de crecimiento del árbol. Es una fase

fundamental ya que permite sostener procesos metabólicos en periodo que las raíces no pueden absorber suficientes cantidades de este nutriente en el suelo.

Además, tiene efectos sobre la floración, en el cuajado y primeras fases del crecimiento vegetativo que depende de las reservas acumuladas, durante las estaciones precedentes (ELLENA, 1998).

GUERRERO (1996), señala que una absorción significativa del nitrógeno, ocurre durante el crecimiento activo de los brotes; crecimiento activo en verano, las hojas pasan a ser, los sitios de acumulación del nitrógeno. En la senescencia foliar, se produce removilización del nitrógeno hacia estructuras permanentes (parenquima de órganos leñosos).

2.4.2 Potasio.

Es un elemento mineral de gran importancia para los árboles frutales, niveles bajo el óptimo de K, comprometen la productividad y algunas características cualitativas de los frutos. Las aplicaciones, se debieran iniciar, casi después de un mes de la floración, fase en la cual es muy intensa la absorción del calcio, con el que puede entrar en antagonismo. La fertilización debe seguir hasta la cosecha de los frutos y en años de elevada carga productiva, o en suelos menos dotados de K, puede continuar también en el periodo de postcosecha, para recargar las arcillas (ELLENA, 1999).

ELLENA (2001), señala que en un año el cerezo absorbe alrededor de 20 a 22 Kg/ha. Este elemento tiene un rol importante en la regulación del intercambio gaseoso de la planta y de la concentración de los jugos celulares, que favorecen la resistencia del árbol a posibles situaciones de estrés térmicos e hídricos, por bajas temperaturas y exceso de humedad, reduciendo la susceptibilidad de los frutos a la partidura.

Su déficit se ve asociado en años sucesivos con cargas productivas excepcionales. Debido a la lenta absorción del potasio y a su escasa movilidad en el suelo, se recomienda aplicarlo poco antes de la brotación de los árboles, procediendo a restituir al menos la cantidad extraída por los frutos (ELLENA, 2001).

2.4.3 Fósforo y magnesio.

Para el fósforo y el magnesio se aconseja aportes decididamente inferiores, a aquellos previstos para la fertilización potásica. El P estimula positivamente, la actividad de los ápices radicales y por lo tanto, puede ser aportado en los primeros años, después de la implantación del huerto y anualmente al comienzo del programa de fertilización, a partir de la fase de botones florales (ELLENA, 1999).

ELLENA y ROMBOLÁ (2001b), además, señala que el fósforo a diferencia del nitrógeno, anualmente es absorbido por el cerezo en pequeñas cantidades, de modo que la fertilización de fondo, o la dotación natural del suelo, es a menudo suficiente para toda la vida del huerto.

Como fertilizante de mantenimiento pueden efectuarse aportes cada 3 a 4 años. El fósforo estimula el crecimiento de las raíces, siendo recomendable incorporarlo en el hoyo de plantación.

El magnesio, aportado a través de la fertilización, presenta una elevada eficacia. En condiciones de buena disponibilidad de Mg en el suelo, se puede prever su aporte a partir de la fase del fruto de nuez, mientras si se opera en suelos poco dotados es necesario anticipar el suministro a la floración de los árboles, de modo de prevenir eventuales carencias durante el verano (ELLENA, 1999).

2.4.4 Calcio.

La eficiencia de la aplicación de calcio, a través de la fertilización depende del tipo de suelo en el cual se opera. De hecho se ha demostrado su eficiencia con baja disponibilidad de Ca intercambiable y con pH de 6,5, mientras en suelos con pH más elevado, (en aquellos calcáreos) los aportes difícilmente inducen beneficios en el comportamiento productivo de las plantas y no inducen efecto alguno sobre la dureza de la pulpa y sobre la conservación de los frutos (MONTECINOS, 1996).

2.5 Agricultura orgánica.

También llamada agricultura ecológica ó biológica, es un sistema de producción agrícola, que involucra todos los parámetros productivos, sin insumos químicos, con un enfoque integral de predio y medio ambiente. Todo bajo un marco de ecosistema sustentable y con resultados de alimentos sanos.

Un principio básico, es la prohibición de utilizar material genéticamente modificado, no hay lugar para la ingeniería genética en la agricultura y el procesamiento orgánico (BENAVENTE, 2000).

Según RODALE (1978), la agricultura orgánica está basada en la estructuración de sistemas agrícolas que presentan un mayor grado de coexistencia y a la vez, un menor grado de dominio sobre los sistemas naturales que el implícito en los sistemas existentes en la agricultura convencional.

La agricultura orgánica, se enfoca hacia la integración de los sistemas naturales, más que a su reemplazo. Se concentra en introducir energía al sistema, de manera tal que complemente y refuerce los sistemas con los organismos deseados.

Entre las ideas comunes que se presentan en todas las definiciones y principios de agricultura orgánica, se puede resaltar:

- Respeto al orden natural, ó aplicación de las leyes ecológicas en la agricultura.
- La importancia del suelo especialmente del humus y de la biología del suelo.
- Importancia de la diversidad para lograr sistemas estables.
- Búsqueda de una productividad sostenida y maximización del reciclaje.
- Uso de técnicas ecológicas para el manejo de plagas y enfermedades.
- Restringir el uso de sustancias sintéticas, dañinas para el equilibrio ecológico.

2.5.1 La materia orgánica en el suelo.

2.5.1.2 Origen e importancia de la materia orgánica en el suelo.

La materia orgánica en el suelo esta constituida por los residuos vegetales y animales, la cual es atacada, transformada y descompuesta por la mesofauna y microorganismos del suelo, producto de una oxidación enzimática que restituye los mismos compuestos minerales, que gracias a la fotosíntesis fueron transformados en compuestos orgánicos constituyentes del material vegetal (BOTTNER, 1982; PAUL, 1991).

La distribución de la materia orgánica en el suelo no es homogénea, por cuanto depende de las características climáticas, tipo de vegetación y utilización de los suelos. La fracción orgánica del suelo, es un conjunto de sustancias de estructura química complicada, cuya composición está determinada en parte, por los residuos agregados al suelo y en mayor grado por las transformaciones biológicas, físicas y químicas que sufre en el suelo mismo (GALLARDO, 1992).

La materia orgánica facilita la formación de macroporos, lo que generalmente favorece la tasa de infiltración, facilita la labranza y promueve una adecuada aireación para el desarrollo de las plantas (RODRIGO, 1986).

La aplicación de materia orgánica al suelo tiende a mejorar la estructura de este, ya que aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC); disminuye las pérdidas por lixiviación; es una reserva de nitrógeno del suelo; mejora las relaciones hídricas, aumentando la infiltración y la retención de agua y su mineralización proporciona al cultivo un continuo, aunque limitado, suministro de N, P y S (MONTECINOS, 1997).

La práctica de incorporar desechos orgánicos directamente al suelo, constituye un manejo poco recomendable, por el tiempo que requiere para transformarse, a través de la humificación y de la mineralización, en compuestos asimilables por la planta. La estabilización previa de estos desechos vía digestión aeróbica (compostaje), o anaeróbica (fermentación con producción de biogas) posibilitaría un uso más eficiente de ellos, junto con disminuir significativamente los niveles de microorganismos patógenos presentes en las excretas animales (PEXIOTO, 1988; VARNERO, 1991).

En general, se obtiene un producto humificado, derivado de la digestión de lignina, proteínas y polisacáridos, junto con cenizas insolubles que forman silicatos, carbonatos y otras sales complejas; además, sustancias solubles obtenidas de la mineralización como los fosfatos, amonio y otras (VARNERO, 1991).

2.6 Manejo orgánico en cerezo.

Los frutales, como los cultivos leñosos en general, no suelen responder a los abonados, como lo hacen los cultivos anuales, ya que sus raíces exploran un

considerable volumen de tierra. La respuesta del árbol guarda bastante relación con el tipo de poda que se realiza y la fertilización del frutal afecta a la cosecha próxima.

En general según MONTROYA (2000), existen condiciones favorables para la implantación de un huerto de cerezas en la IX Región y Sur de Chile, dada su condición natural de baja presión de plagas y enfermedades y también a su pureza medioambiental.

Según ELLENA (2002), el cultivo del cerezo bajo una modalidad de producción orgánica se debe basar en el incremento de la fertilidad del suelo y de la diversidad ambiental a objeto de obtener frutas de buena calidad comercial y biológica, con buenos rendimientos y sin agotar los recursos naturales. Cabe señalar, que las estrategias productivas, deben basarse en principios ecológicos, que consideren un óptimo reciclaje de nutrientes y de materia orgánica, flujos cerrados de energía, balance entre especies benéficas y dañinas e incremento de la diversidad.

Los principios que lo sustentan son los siguientes:

- Realizar manejos culturales que no deterioren los recursos productivos y que restablezcan los equilibrios naturales.
- Favorecer la fertilidad del suelo estableciendo cubiertas vivas con leguminosas y gramíneas entre las hileras de plantación y incorporación de materia orgánica y rocas minerales.
- Potenciar la biodiversidad espacial y temporal del sistema productivo.
- Eliminar el empleo de productos de origen químico sintético que afecten el medio ambiente y dañen la salud de los agricultores y de los consumidores.

El manejo orgánico del huerto debe considerar el sistema productivo como una unidad, donde el aspecto principal sea el de los procesos y no el de los insumos, manteniendo una prevención permanente de los problemas que pudiesen afectar la estabilidad del sistema y con ello el rendimiento del huerto. Lo anterior, requiere en primer lugar de productores y profesionales asesores conocedores de las condiciones agroclimáticas del sitio de plantación (ELLENA, 2002).

El manejo cultural del huerto orgánico siempre debe priorizar prácticas que permitan mantener el sistema lo más estable posible. Por ello, es fundamental la diversidad ambiental, la que se ve favorecida con el establecimiento de cubiertas vivas, cercos vivos, plantas nativas y ornamentales y cultivos asociados o policultivos que en el caso de los huertos orgánicos pueden ser establecidos como abonos verdes en las hileras de plantación los primeros años del huerto. Además, de aportar materia orgánica y nutrientes algunas especies emiten sustancias tóxicas (compuestos alelopáticos) que afectan a plagas y enfermedades del suelo (ELLENA, 2002).

2.6.1 Fertilización.

En el concepto, orgánico de producción, el suelo a través de manejos agroecológicos, entrega en forma natural los diferentes elementos que la planta requiere, para completar con éxito su ciclo de desarrollo. La idea es desarrollar y mejorar la microflora biológica del suelo, adicionando tanto componentes físicos como biológicos. La utilización de catalizadores biológicos toma fuerza y en conjunto con la incorporación de guanos y compost se mejora la estructura y fertilidad del suelo, como también se mejora el eficiente aprovechamiento de los nutrientes. Si se observaran deficiencias puntuales, existe en el mercado, fertilizantes orgánicos específicos, que deben combinarse en forma eficiente, para cumplir el objetivo (MONTROYA, 2000).

ORTEGA (1999), señala que uno de los principales problemas que enfrentan los productores de frutas orgánicas es el manejo de la fertilización de los árboles frutales.

2.7 Restitución de la materia orgánica al suelo.

2.7.1 Abonos verdes.

Se llama abono verde al material vegetal fresco y succulento, que se entierra mediante labores de aradura, con la finalidad de agregar materia orgánica al suelo. Los abonos verdes constituyen la base fundamental para una agricultura sostenible, generando rastrojo (30%) que a la vez actúa como cobertura muerta, incrementando así el aporte de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas del suelo. Es muy útil para suelos con pendientes y degradados (PUCHADES, 2001; BARBOZA, 2003).

ELLENA (1999), además, señala que las cubiertas vegetales solo se establecen por determinados períodos del año. Enseguida, las plantas que componen la cubierta herbácea (cuando están en la fase de receso vegetativo y hasta el inicio de brotación de las yemas), las plantas deben ser segadas e incorporadas al suelo con una labor superficial. La cubierta puede ser obtenida, dejando crecer flora espontánea o mediante la siembra de especies herbáceas, generalmente gramíneas asociadas a una leguminosa o gramíneas puras.

2.7.2.1 Efectos de los abonos verdes sobre las propiedades químicas del suelo.

- **Contenido de humus.** El objetivo más importante de cualquier abono verde es proveer al suelo de materia orgánica. El rendimiento de vegetación verde, incluyendo raíces puede variar entre 10 a 20 toneladas de material verde por há. Esto equivale aproximadamente 2 a 4 toneladas de materia seca por há., lo ideal es utilizar especies que presenten un rápido

crecimiento y una. Los cortes tardíos (cuando la masa verde es más rica en fibra), permiten un mejor rendimiento en humus estable (PUCHADES, 2001).

- **Disponibilidad de nutrientes del suelo.** ROSELL (1990), señala que la acción de las raíces, parece tener efectos positivos sobre la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, pues éstos son absorbidos por la planta y devueltos al suelo en forma más disponible para ser usadas por el frutal al cual están asociados.

Además, es importante la acción del ácido carbónico, producto final de la descomposición, el cual aumenta marcada y gradualmente la solubilidad y, por tanto, disponibilidad de nutrientes minerales del suelo (RAGGI, 1990).

- **Conservación de los nutrientes del suelo.** Los abonos verdes establecidos durante el invierno, especialmente en suelos arenosos, impiden por lo menos parcialmente la lixiviación de nitrógeno y potasio, y probablemente otros elementos del suelo. Cuando las pérdidas por lixiviación son notables, será preferible establecer los cultivos destinados a ser incorporados como abono verde en otoño (PUCHADES, 2001).
- **Aumento del contenido de nitrógeno.** El más importante beneficio de un abono verde de leguminosa, es su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en forma simbiótica y de esta manera, incorporar una mayor cantidad de nitrógeno al suelo.

Un buen abono verde de leguminosa con nodulación activa, puede aportar de 50 a 100 Kg. de nitrógeno por há. sin incluir raíces y vegetación, las cuales pueden aportar otros 103 a 150 kg. de nitrógeno por há. una vez descompuestas en el suelo (VARNERO,1991).

- **Aumento del contenido de fósforo, potasio y calcio.** Las plantas aumentan la concentración de fósforo, potasio y calcio en la parte superior del perfil del suelo, pues se supone que extraen los nutrientes desde los horizontes inferiores y depositan éstos en las capas superiores como residuos orgánicos cuando tienen un sistema radicular profundizador (BARBOZA, 2003).

Por su parte las crucíferas son muy ávidas de potasio, que recuperan de zonas profundas gracias a su potente sistema radicular, y que incorporan en superficie tras su muerte y descomposición (PUCHADES, 2001).

2.7.2.2 Efectos de los abonos verdes sobre las propiedades físicas del suelo.

- **Agregación o mejoramiento de la estructura.** Se considera que este efecto, está asociado a las gomas, proteínas, polímeros, gelatinas y otros subproductos de la descomposición de los vegetales por los microorganismos, los cuales tienden a cementar las partículas del suelo. Este efecto cementante, mejora a su vez la estabilidad de agregados (PUCHADES, 2001).
- **Efectos sobre la infiltración y retención de agua.** El cultivo de plantas como cubierta vegetal tiene un efecto benéfico a largo plazo sobre la estructura del suelo, evitando su degradación y favoreciendo la actividad biológica del mismo. Pero, además, el picado e incorporación superficial de la cubierta en el suelo tiene un efecto inmediato sobre la estructura de éste, ya que se esponja y se mejora la circulación del agua, se aumenta la porosidad y permeabilidad, y se mejora en general las condiciones de desarrollo radicular (PUCHADES, 2001).

Las raíces fasciculadas de las gramíneas producen un efecto disgregador en suelos pesados, confiriendo al suelo un aspecto granuloso, muy apropiado para el cultivo. En suelos arenosos están especialmente indicadas, pues después de ella la tierra retiene mucho mejor los nutrientes y les confiere cierta cohesión (PUCHADES, 2001).

2.7.2.3 Efectos de los abonos verdes sobre las propiedades biológicas del suelo. Los abonos verdes juntamente con la rotación de cultivos incluyendo leguminosas incrementa la actividad microbiana en general y la contribución de diversos microorganismos, como los fijadores de nitrógeno de vida libre o los simbióticos y los hongos micorrizas arbusculares (BARBOZA, 2003).

Los microorganismos del suelo reciben un gran estímulo a través de la incorporación de un abono verde debido a la adición del carbono aprovechable y relativamente alto contenido de nitrógeno, todo lo cual acelera los procesos de descomposición con el consiguiente aumento de la producción de nitrógeno amoniacal y de nitratos (LE BLANC, 2000).

Por otra parte, la formación de sustancias pre-húmicas al descomponerse la masa radicular, favorece la aparición de un humus joven, muy activo e interesante. Le propicia una mejor descomposición de las pajas de los cereales y de los materiales celulósicos (restos de poda, partes leñosas de otros cultivos, etc.), ya que mantienen un medio húmedo y equilibran la relación C/N.

RAGGI (1990), menciona que si los abonos verdes no se manejan correctamente éstos pueden producir efectos nocivos sobre el suelo. Si el material incorporado está demasiado maduro, especialmente si se trata de no leguminosas o material con amplia relación carbono/nitrógeno, por las complicaciones que

aparecerán durante la descomposición del material incorporado, por falta de nitrógeno.

2.7.2.4 Elección de especies y manejo de la cubierta vegetal. Para elegir una cubierta vegetal se tendrá en cuenta las condiciones del suelo y el clima, sembrando especies adecuadas a cada situación, contemplando la aptitud productiva del suelo, sus deficiencias y necesidades, así como los aspectos propios de la explotación (PUCHADES, 2001).

Según ELLENA (1999); PUCHADES (2001) y BARBOZA (2003), un abono verde debe cumplir los siguientes requisitos para ser considerado como tal:

- Las plantas no deben ser exigentes en sus requerimientos de suelo y nutrientes, porque generalmente se trata de mejorar suelos deficientes.
- Que sean capaces de producir grandes cantidades de raíces y tallos.
- Que puedan crecer bien en los períodos más fríos del año, (buen crecimiento invernal y otoñal).
- Bajo costo de implantación y conducción.
- Que no compitan en terreno, mano de obra, tiempo y espacio con los cultivos comerciales o de subsistencia.
- Semillas baratas y fáciles de conseguir.
- Deben cubrir con rapidez el suelo y evitar que la luz llegue a las malas hierbas.
- Las plantas deben ser fácilmente picadas e incorporadas al suelo.

Las plantas utilizadas como cubierta vegetal pertenecen fundamentalmente a las familias de las leguminosas, crucíferas y gramíneas.

ROSELL (1990), señala que los cultivos empleados con abonos verdes pueden agruparse en la siguiente forma.

Plantas leguminosas o fijadoras de nitrógeno, que se caracterizan por utilizar nitrógeno del aire, y que al ser incorporadas al suelo entregan el nitrógeno fijado al suelo. Las especies más comúnmente usadas como abono verde son: trébol rosado (*Trifolium pratense*); Alfalfa (*Medicago sativa*), Trébol blanco (*Trifolium repens*), Poroto soya (*Soya vulgaris*), Lupinos (*Lupinus sp.*), Arvejilla (*Vicia atropurpurea*), Arveja (*Pisum sativum*), Haba caballar (*Vicia faba v. equina*).

Por su parte las gramíneas y crucíferas, son plantas que absorben todos los nutrientes directamente del suelo (especialmente nitrógeno) los devuelven al ser incorporados a él. Por lo anterior las gramíneas se siembran casi siempre en asociación con leguminosas, pues permiten obtener una masa de vegetación más importante que con aquellas solas; al mismo tiempo las gramíneas sirven de tutor a las leguminosas, quedando así mejor ocupado el suelo, ya que los sistemas de raíces son complementarios, lo que tiene un efecto sobre la estructura del suelo muy favorable (PUCHADES, 2001).

Las crucíferas tienen un rápido desarrollo, lo que permite el cultivo de abono verde cuando se disponga de poco tiempo. Son capaces de utilizar las reservas minerales del suelo mejor que la mayor parte de las plantas y acumular importantes cantidades de ellas en sus partes aéreas, principalmente potasio, además de materia seca, por lo que su contribución a la formación de humus es superior a las demás familias (PUCHADES, 2001).

Las especies más usadas para abono verde son: Centeno (*Secale cereale*), Avena (*Avena sativa*), Raps (*Brassica napus*), Maravilla (*Helianthus annuus*), Cebada (*Hordeum vulgare*), Maíz (*Zea mais*), etc.

Eventualmente puede considerarse a las malezas como abono verde, pues son valiosas como fuente de materia orgánica (ROSELL, 1990).

La profundidad de incorporación del abono verde depende del tipo de suelo. En suelos arenosos se puede aplicar a una mayor profundidad que en suelos arcillosos

En suelos arcillosos la incorporación del abono verde debe efectuarse en otoño y a poca profundidad, mientras que en suelos arenosos la incorporación debe efectuarse en primavera (ROSELL, 1990).

VARNERO (1991), recomienda una incorporación no demasiado profunda, ya que ésta dificulta la descomposición y se favorece el lavado del suelo. Además, recomienda que jamás un abono verde debe ser incorporado cuando la vegetación está húmeda, caso que se presenta después de una lluvia o rocío.

2.7.3 Aplicación de compost.

VENEGAS (1997), lo describe como sustrato cuyo origen es el reciclaje de materia orgánica limpia. El proceso de compost es la ruptura de desechos orgánicos por gran cantidad de microorganismos y fauna del suelo, en un ambiente húmedo caluroso y aireado, de modo de lograr un tipo de humus, como producto terminado.

El compost es una mezcla de diferentes elementos, entre los que se cuentan la materia orgánica de distinto origen, microorganismos, y elementos minerales propios del suelo. Es un producto del proceso de oxidación biológico, el cual se logra a través de estados secuenciales que convierten materia orgánica heterogénea sólida en partículas finas homogéneas en humus (BRODIE *et al.*, 1994).

Las condiciones bajo las cuales ocurre la descomposición pueden ser controladas para permitir la optimización de este proceso, necesitándose para ello de una temperatura y humedad adecuadas aproximadamente 30-55°C y 40-60%

de humedad. El compost se compone reuniendo las mismas sustancias que utiliza la naturaleza, y los montones se confeccionan siguiendo las leyes naturales. Estos deben estar formados a base de una mezcla de restos vegetales con un poco de tierra arcillosa y muy poca cal; como fuente de nitrógeno animal se añade estiércol líquido (SEIFERT, 1988).

ELLENA (2001), señala que la utilización de compost obtenido en base a guanos de animales, rastrojos de cereales, leguminosas, hojas, etc. es una práctica común en huertos orgánicos, debido a que no es posible emplear fertilizantes de origen químico. La adición regular al suelo de estos materiales orgánicos, es una condición básica de la agricultura orgánica.

III. MATERIAL Y METODO

3.1 Material.

3.1.1 Ubicación del ensayo.

Los ensayos se realizaron en el fundo Santa Inés ubicado en el sector de Lumaco, Provincia Malleco, IX Región de La Araucanía, de propiedad del agricultor Claudio Ballota, donde se está desarrollando el proyecto (INIA-FIA), “Desarrollo de tecnologías para la producción orgánica de cerezas, bajo las condiciones agroecológicas del secano interior de Malleco”.

Los árboles se establecieron a ojo dormido, el 21 de agosto del 2001. La duración del ensayo fue de tres temporadas.

3.1.2 Características edafoclimáticas.

NOVOA Y VILLASECA (1989), señalan que el clima de la región está clasificado como templado cálido con estación seca y lluviosa semejantes, es decir, con 6 meses secos (Csb2). Tiene una marcada diferencia entre Abril y Septiembre, la cual concentra casi el 80% de las precipitaciones, éstas van de 800 a 1.200 mm. Así también, se diferencian estos periodos en cuanto a temperatura, registrando la época seca un promedio superior a los 15° C, mientras que en el período de las lluvias éstas son inferiores a 10°C.

La zona en estudio, presenta terrenos de posición intermedia, ondulados a quebrados, originados de rocas intrusivas ricas en cuarzo. Son rocas graníticas, formadas en el carbonífero/pérmico y constituidas principalmente de ortoclasa, biotita y cuarzo (CORFO, 1964).

CIREN (2002), define la Serie Lumaco como un suelo profundo, formado a partir de rocas metamórficas, en posición de lomas aisladas o la Asociación Nahuelbuta. De textura superficial franco arcillo arenosa y color pardo rojizo los 0-20 centímetros; de textura arcillosa y de color pardo rojizo oscuro entre los 35-54 centímetros. Presenta grava y gravilla de cuarzo en todo el perfil. Suelos en topografía de lomajes suaves de permeabilidad moderadamente lenta y bien drenados.

3.1.3 Descripción y manejo del huerto.

Los ensayos se realizaron con la variedad Lapins, sobre portainjerto Gisela 6, se utilizó plantas de un año, en estado de ojo dormido. Sistema de conducción eje central o spindel; el marco de plantación establecido fue una distancia de 5 m. entre hilera y 3 m. sobre la hilera, con una densidad de plantación de 666 árboles por hectárea.

Producto de un corte inesperado que se hizo a algunos árboles en el segundo año de establecimiento, se tuvo que realizar una poda al resto de los árboles para que sus alturas fueran similares.

Presenta riego por goteo, con goteros a 50 cm. de los árboles (el material es de polietileno), son regados dos veces por semana con 16 litros de agua.

El huerto ha sido conducido agronómicamente desde su formación bajo manejo orgánico, se les aplicó a los árboles óxido cloruro de cobre, desde caída de hojas a inicios de brotación. Cada 15 días en primavera (Noviembre) se empleó Phytón 27 (Sulfato de cobre pentahidratado) a razón de 50 cc/100 lt. de agua en forma preventiva para el cáncer bacterial y entre Diciembre y Febrero se aplicaron tres tratamientos a base de NEEM[®]-X 0,4 SC en dosis de 400 cc/100 lt. de agua por hectárea para el control del chape del cerezo (*Caliroa cerasi* L). Además el huerto fue fertilizado con nitrógeno orgánico Laws granular (8% nitrógeno), en

dosis de 100 gr/planta y una aplicación foliar a cada árbol de bioestimulante Terra-sub en dosis de 250cc/100lt. por há. a excepción del testigo.

3.1.4 Compost y cubiertas anuales utilizadas.

3.1.4.1 Compost simple. Constituido por guano de bovino de corral, proveniente del mismo agricultor y paja de trigo variedad Dalcahue, en una proporción de 2:1.

CUADRO 3. Caracterización química del compost simple utilizado en el ensayo.

PH	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	S.B.	C.I.C.E.	B	Zn	S	S.Al
H ₂ O	%	ppm		cmol+/kg.							ppm		%	
6,2	33	85	85	1,19	20	11,3	0,33	0,03	34,8	34,9	3,8	63,2	23	NS

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional de suelo y plantas del INIA Zona Centro Sur, (2003).

3.1.4.2 Compost mejorado. Constituido de Guano de corral, paja de trigo, Roca fosfórica (tipo Bahía Inglesa), sulfato de potasio Law, cepas de *Trichoderma harzianum*, harina de sangre y Oiko-bac (compuesto para degradar en forma más rápida la materia orgánica). Los productos que no son obtenidos por el agricultor, son adquiridos en el comercio.

CUADRO 4. Caracterización química del compost mejorado utilizado en el ensayo.

PH	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	S.B.	C.I.C.E.	B	Zn	S	S.Al
H ₂ O	%	ppm		cmol+/kg.							ppm		%	
6,8	31	90	30	7,67	18,4	10,7	1,04	0,01	37,9	37,93	4,08	63,5	24,8	NS

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional de suelo y plantas del INIA Zona Centro Sur, (2003).

Los análisis químicos de los Cuadros 3, 4 y 7 fueron realizados por el Laboratorio bajo los métodos recomendados por SADZAWKA *et al.*, (2001).

3.1.4.3 Cultivos usados como cubierta vegetal y dosis.

CUADRO 5. Cultivos utilizados como cubiertas vegetales.

CULTIVO	DOSIS (Kg./há.)
Arveja (<i>Pisum sativum</i>) var. Magnum.	240
Centeno (<i>Secale cereale</i>).	200
Haba (<i>Vicia faba</i>) var. Agua dulce.	70
Lupino (<i>Lupinus albus</i>) var. Rumbo.	120
Raps (<i>Brassica napus</i>).	4
Trébol rosado (<i>Trifolium pratense</i>).	5
Vicia (<i>Vicia sativa</i>).	2

La siembra de las cubiertas descritas en el Cuadro 5, se realizaron en Mayo de cada año, junto con la incorporación de compost simple y mejorado en dosis de 12 kg./há. a los árboles y en la misma dosis a las cubiertas vegetales anuales, con un total de 24 Kg./há. al año. En el mes de Noviembre se realizó la siega e incorporación de las cubiertas al suelo.

3.1.5 Instrumentos utilizados en el ensayo.

Para medir el aporte en biomasa de las cubiertas se utilizó tijerón, bolsas plásticas, pesa, estufa, además de otros materiales de laboratorio. Para medir el diámetro del tronco a la altura del cuello se utilizó un pie de metro digital, para las

variables altura del eje central, largo y ancho de la hoja se utilizó huincha de medir de 3 metros.

3.2 Método.

3.2.1 Tratamientos.

El ensayo consta de siete tratamientos (Cuadro 6); con tres repeticiones cada uno, con un total 96 árboles en el ensayo.

CUADRO 6. Descripción de los tratamientos del ensayo.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Testigo absoluto.
T2	Compost simple + centeno asociado con vicia.
T3	Compost mejorado + centeno asociado con raps.
T4	Compost mejorado + centeno asociado con lupino.
T5	Compost mejorado + centeno asociado con trébol rosado.
T6	Compost mejorado+ centeno asociado con arveja, raps y haba.
T7	Compost mejorado.

3.2.2 Evaluaciones.

3.2.2.1 Rendimiento en biomasa de las cubiertas vegetales. Para medir el aporte en volumen (Kg. de m.s./há.), se utilizó el método del cuadrante, los análisis se realizaron en el laboratorio de Diagnóstico Nutricional de suelo y plantas de INIA Zona centro Sur.

3.2.2.2 Crecimiento vegetativo. Esta variable se midió a través de los siguientes parámetros los cuales fueron evaluados en tres temporadas: Septiembre del 2001, Diciembre del 2002 y Diciembre del 2003.

- a) **Diámetro a la altura del cuello (DAC).** Esta variable cuantitativa se midió en milímetros (mm.), a 20 cm. de altura desde la unión del injerto de los árboles.
- b) **Altura del eje central.** Variable cuantitativa que se midió en centímetros desde el suelo hasta la punta del ápice.
- c) **Largo y ancho de la hoja.** Se obtuvo del promedio de tres mediciones de hojas representativas de los árboles.

3.2.3 Diseño experimental.

El diseño de los tratamientos utilizado fue de bloques completamente al azar de un factor.

3.2.4 Análisis de resultados.

Se realizó un análisis descriptivo y comparativo de los distintos tratamientos a través de un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación múltiple de promedios DMS (diferencia mínima significativa), considerando todas las comparaciones posibles, mediante la prueba de Tukey. Estos análisis se realizaron al crecimiento efectivo (delta entre la primera y última medición).

Para realizar los análisis antes mencionado se utilizó el programa estadístico SPSS (Statistical Product and Service Solutions) 11.0 para Window, cuyos resultados se detallan en Anexos.

Los resultados de las pruebas de homogeneidad y análisis de varianza de los datos se encuentran en Anexos 2 y 3 respectivamente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización inicial del suelo.

Los resultados del análisis de suelo del sitio experimental corresponden a un suelo típico del seco interior de Malleco y se observan en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Caracterización química del suelo del sitio de ensayo.

pH	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	S.B.	C.I.C.E.	B	Zn	S	S.Al
H ₂ O	%	ppm		cmol+/kg.							ppm		%	
5,5	3	15	6	0,36	1,34	0,56	0,03	0,46	2,31	2,77	0,1	0,22	3	16,6

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional de suelo y plantas del INIA Zona Centro Sur, (2003).

En el Cuadro 7, se presentan los niveles de los distintos elementos nutritivos en el lugar donde se realizó el ensayo. En primer lugar, es preciso señalar que no existen estudios en la Región sobre el comportamiento y necesidades del cerezo frente a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio.

El nitrógeno disponible se encuentra en un nivel de 15 ppm, considerado como muy bajo, lo cual coincide con lo señalado por MONTENEGRO (1991), que menciona que aproximadamente un 45% del nitrógeno disponible en suelos rojo arcillosos (tipo de suelo de la Comuna de Lumaco), se encuentra bajo 19 ppm.

El fósforo en el suelo se encuentra con una disponibilidad de 6 ppm como se presenta en el Cuadro 7, al respecto MONTENEGRO (1991) señala que en un

suelo rojo arcilloso predominan niveles de fósforo inferiores a 8,9 ppm. Para la Comuna de Lumaco este rango se encuentra con un 75% de frecuencia según el estudio anteriormente señalado.

ORTEGA (1999), señala que además del bajo suministro de nitrógeno la mayoría de los suelos de la Región Centro Sur y Sur del país, estos poseen también problemas de acidez y deficiencias de fósforo y en muchos casos de potasio.

Con respecto al potasio intercambiable MONTENEGRO (1991), señala que en general, los suelos rojo arcillosos de la IX Región muestran una tendencia a ubicarse en los rangos superiores a 125 ppm, rango en el cual se encuentran los resultados obtenidos en el presente ensayo.

El pH de este suelo es de 5,5. SADZAWKA (1998), señala que los suelos desarrollados a partir de materiales graníticos (serie Lumaco) son más ácidos que los desarrollados de material parentales calcáreos. Al respecto RODRIGUEZ (1993b), menciona que alrededor del 40% de los suelos de la IX Región presentan un pH inferior o igual a 5,5. MONTENEGRO (1991), además, señala que el pH del tipo de suelo de Lumaco se encuentra en un rango de 4,7-5,8.

Otra característica presentada en el análisis químico del Cuadro 7, es el contenido de materia orgánica, el cual en este predio alcanza un nivel de 3%, este nivel es levemente superior a lo señalado por RODRIGUEZ (1993a), quien menciona que el suelo de Lumaco presenta 2,8% de materia orgánica. Por su parte MONTENEGRO (1991), menciona que en general los suelos rojos arcillosos se encuentran en tenores inferiores a 5,9%. A diferencia de los trumados donde predominan suelos con contenido de materia orgánica superiores a 12%.

Por otra parte, los niveles de saturación de aluminio encontrados fueron elevados. Al respecto SADZAWKA (1998), señala que el aluminio no es un elemento esencial para las plantas, pero puede afectar adversamente su crecimiento, y cuando la actividad de éste aumenta el suelo se acidifica y el pH disminuye.

El único elemento que presentó niveles medios, es el magnesio. Lo cual concuerda con SALISBURY y ROSS (1994), quienes señalan que el magnesio no es un factor limitante en el crecimiento de las plantas en los suelos de la Zona Sur.

Los microelementos zinc y boro en el sitio donde se realizó el ensayo, se encontraron en cantidades de 0,22 y 0,12 ppm respectivamente. Lo cual coincide con (TALADRIZ y PINILLA, 2001), quienes señalan que estos elementos generalmente se presentan deficitarios en los suelos del Sur de Chile.

Por otra parte los microelementos cobre, hierro y manganeso se encuentran en concentraciones muy altas en este suelo como se observa en el Cuadro 7. Al respecto ORTEGA (1999), señala que solo algunos suelos muestran deficiencias de estos micronutrientes.

4.2 Contenido de materia seca de las cubiertas vegetales.

Dentro del estudio y como una de las variables a evaluar, se determinó la producción de materia seca por hectárea obtenida con las distintas cubiertas vegetales utilizadas durante las tres temporadas.

En la Figura 1, se observó que en el segundo año, existió un aumento en la producción de materia seca con todos los tratamientos respecto al primer año. Esto se debe probablemente, a que por un lado en el año 2001 el establecimiento de las cubiertas vegetales se realizó tarde (por disponibilidad de semillas) y a las condiciones nutricionales deficitarias del suelo, lo cual al parecer habría limitado la expresión del potencial en biomasa de las cubiertas.

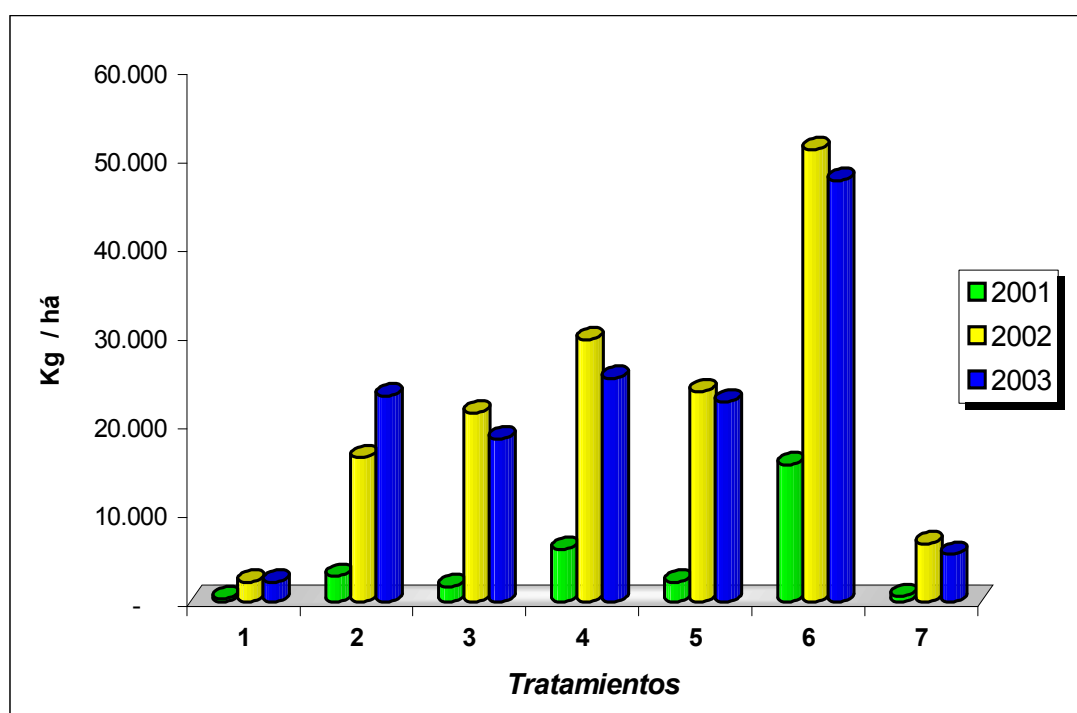


FIGURA 1. Comparación de los tratamientos en tres temporadas 2001-2003 sobre el contenido promedio de materia seca.

Respecto a lo anterior BULISANI y ROSTON (1993), señalan que para expresar al máximo su potencial (en producción de biomasa), es necesario que a los abonos verdes (cultivos incorporados al suelo) se les ofrezcan condiciones mínimas para su crecimiento y desarrollo. Al respecto, los mismos autores señalan que las leguminosas en general, son exigentes de un mínimo de fertilidad.

Contrario a la situación anterior, en el tercer año existió una disminución de aproximadamente un 10% en la producción de materia seca de las cubiertas vegetales. Esto se explicaría por una parte a las distintas condiciones climáticas de un año con otro, específicamente menores precipitaciones durante el año 2003. Aunque la mayoría de las cubiertas utilizadas en este ensayo son cultivos rústicos que se adaptan a condiciones adversas de clima y suelo, bajo estas condiciones se produciría un estrés en la planta, lo que se manifiesta en la menor producción de materia seca. Además, ese mismo año ocurrió un ataque de pájaros, lo cual produjo una menor emergencia de plantas.

Sin embargo, las cubiertas vegetales centeno y vicia (presentes en el tratamiento 2), contrastan con lo anterior ya que en el año 2003 su producción en biomasa aumento en un 29%.

Con el objetivo de conocer el efecto de la producción de biomasa por parte de las cubiertas a largo plazo, los datos del año 2003 fueron sometidos a análisis de varianza, cuyos resultados se encuentran en el Cuadro 8, de los que se evidenció que existen diferencias estadísticamente significativas en la producción de materia seca entre los tratamientos, con una significancia menor a 0,05 (Anexo3).

Según lo anterior, la cantidad de materia seca promedio en kg./há. producida fue mucho mayor con el tratamiento 6 respecto de los restantes tratamientos. A su vez los tratamientos 2,3,4 y 5 son también muy superiores a los

testigos sin cubiertas (Tratamientos 1 y 7) que muestran los mínimos valores para este parámetro.

Además del Cuadro 8, se puede inferir que el tratamiento compost mejorado, alcanzó una producción de materia seca de 5.367,4 Kg./há. lo que corresponde a las malezas o flora espontánea del terreno, esto representa un 40% más de biomasa en relación al testigo sin aplicación de compost (materia orgánica).

CUADRO 8. Contenido promedio de materia seca de las cubiertas vegetales producido en la temporada 2003.

Tratamientos	Promedio (Kg m.s /há)	Error típico
1. Testigo absoluto.	2182,36 c	750,25
2. C.S.* + centeno asociado con vicia.	23224,8 b	1171,65
3. C.M.* +centeno asociado con raps.	18365,9 b	1074,0
4. C.M. + centeno asociado con lupino.	25226,6 b	554,6
5. C.M. + centeno asociado con trébol rosado	22561,5 b	1125,6
6. C.M. + centeno asociado con arveja, raps y haba.	47552,0 a	3545,5
7. Compost mejorado.	5367,40 c	221,28

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $p < 0,05$ según prueba Tukey.

* C.S: Compost simple.

* C.M: Compost mejorado.

4.3 Comportamiento de las variables diámetro del tronco y altura del eje central durante las temporadas 2001-2003.

Como se observa en la Figura 2 y 3, en ambas variables no existe una influencia clara de los tratamientos durante el primer y segundo año (a excepción del tratamiento 4, que en la segunda temporada muestra un leve aumento). Esto se debe probablemente, a que aún cuando la cubierta vegetal presenta una buena integración con el huerto, su manejo no estuvo libre de limitaciones, principalmente debido a la competencia por agua y baja disponibilidad de elementos nutritivos en el suelo.

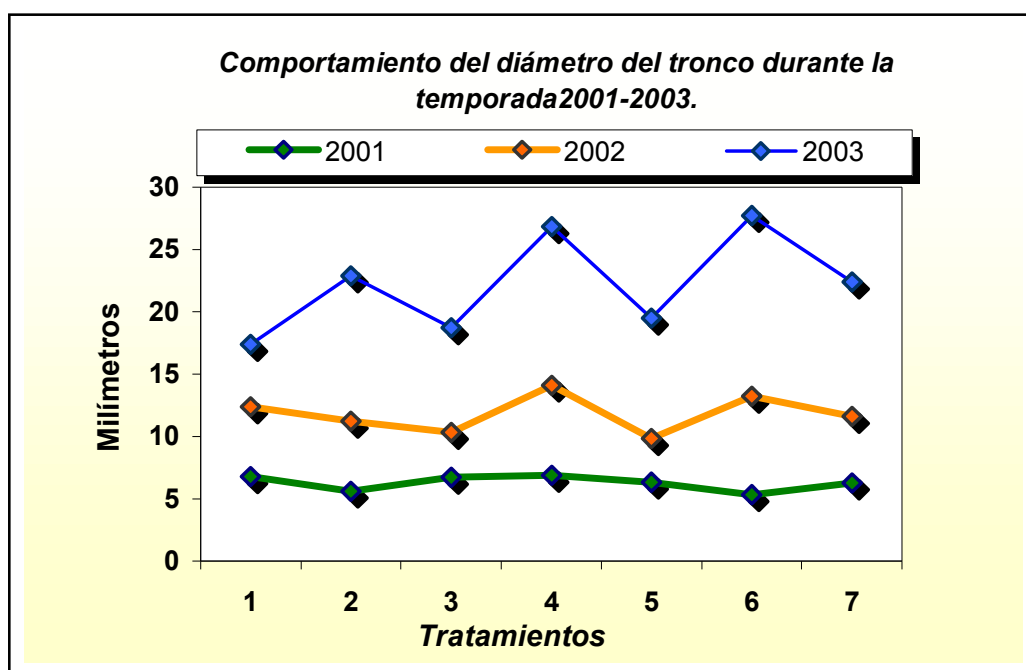


FIGURA 2. Efecto de los tratamientos en tres temporadas sobre el comportamiento del diámetro del tronco, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

Por otra parte en los dos primeros años se produjo “hambre de nitrógeno” o inmovilización del nitrógeno, dado que el suelo era demasiado deficitario en este elemento como se caracterizó anteriormente. Producto de lo anterior, los ápices de los árboles sufrieron una lignificación. Respecto a esto, ELLENA y ROMBOLÁ (2000), mencionan que la mayor densidad de raíces de las especies herbáceas, producen rápidamente una mayor biomasa por unidad de suelo, lo que probablemente provocaría condiciones de estrés para los árboles (por disminución de nitrógeno en el suelo) en la fase de establecimiento y formación del huerto frutal. Esto hizo necesario aplicar de forma adicional en todos los tratamientos nitrógeno orgánico comercial granular y foliar (8% de Nitrógeno).

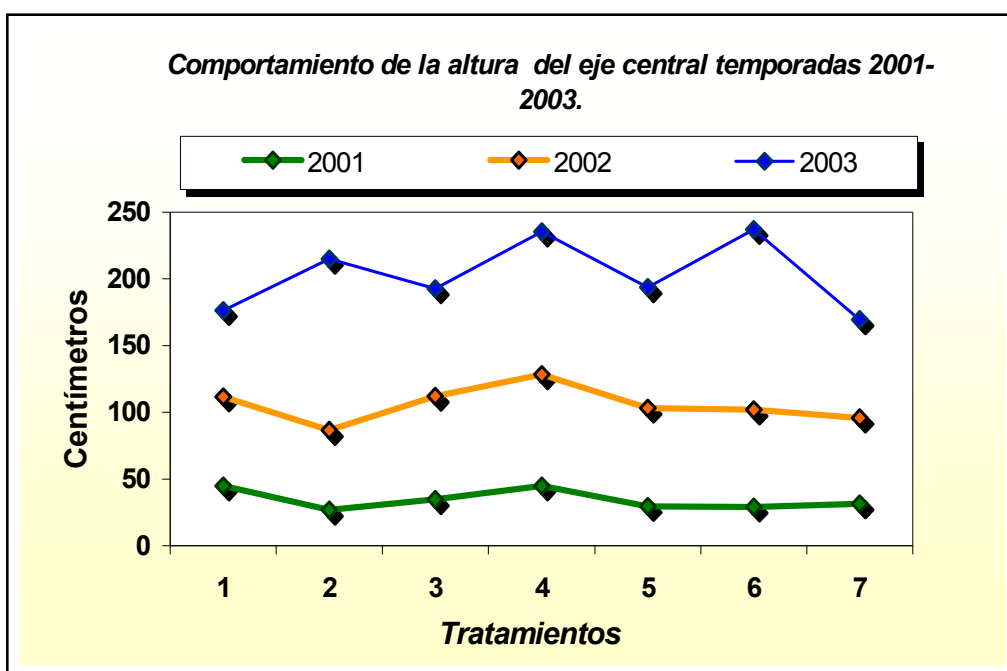


FIGURA 3. Efecto de los tratamientos en tres temporadas sobre el comportamiento de la altura del eje central, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

La situación ocurrida en el primer año de establecimiento de los árboles, logro ser mejorada en el tercero, ya que según lo mencionado por ELLENA (1999), sólo una vez que las cubiertas se establezcan y se incorporen, están en condiciones de contribuir al balance nutricional del huerto, a través del reciclaje y lenta mineralización. DOMINGUEZ (1989), señala además, que de la mineralización total de la materia orgánica se obtiene anhídrido carbónico, agua y sales minerales (N, P, K, etc.), los cuales contribuirán a un mejor desarrollo de los árboles.

Al respecto BUCKMAN y BRADY citados por SEGUEL (1997), señalan que los efectos de cualquier material orgánico no son inmediatos, no manifestándose claramente dentro del primer año, más aún, son necesarias aplicaciones continuas para lograr efectos positivos.

De manera similar ocurre con el compost como lo menciona FOLLET *et al.*, citados por ORTEGA (1999), que del total de nutrientes sólo una fracción estará disponible para el cultivo durante la primera temporada. Se estima que en general entre un 25-35% del nitrógeno orgánico provenientes de purines y compost fermentados se mineraliza durante la primera temporada, en los tres años siguientes aproximadamente el 50% de la cantidad mineralizada durante el primer año se encontrará disponible para las plantas.

El mayor crecimiento en el diámetro del tronco y altura del eje central al tercer año de establecimiento de los árboles de cerezo dulce, se debe probablemente al efecto combinado de la aplicación de compost al hoyo de plantación, nitrógeno orgánico, suministro natural del suelo y a la mineralización producida por la incorporación de cubiertas vegetales durante tres años.

4.4 Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento vegetativo efectivo del cerezo.

4.4.1 Diámetro del tronco.

Los datos obtenidos para esta variable se sometieron a un análisis descriptivo para conocer su dispersión. En el Cuadro 9 se muestra la homogeneidad que presentan los datos obtenidos para la variable diámetro del tronco (en milímetros), en cada uno de los tratamientos, del cual se deduce que el tratamiento compost mejorado, es el que presenta menor variabilidad de sus datos con un error típico de 0,92.

Para el crecimiento efectivo de la variable el análisis de varianza entregó como resultado una significancia menor a 0,05 (Anexo 3), lo que permite concluir que existe diferencia en el efecto de los distintos tratamientos sobre el crecimiento efectivo del diámetro del tronco.

Al comparar todos los tratamientos, se puede observar en la Figura 4, que el que produjo mayor crecimiento efectivo del diámetro del tronco fue el tratamiento 6 (compost mejorado más la cubierta de centeno asociado con arveja, raps y haba) determinando un crecimiento efectivo de 22,44 mm., el cual fue significativamente superior al alcanzado con los tratamientos testigo, 7, 5 y 3. Por otro lado el diámetro del tronco promedio obtenido con el tratamiento 6 no se diferenció del alcanzado con los tratamientos 4 y 2. Finalmente el tratamiento 2 no logra diferenciarse de los tratamientos 4, 3, 5 y 7.

CUADRO 9. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento del diámetro del tronco, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

Tratamientos	Promedio Año 2003 (mm.)	Crecimiento Efectivo. (mm.)	Error Típico
1. Testigo absoluto	17,38	10,59 d	1,34
2. C.S.* + centeno asociado con vicia.	22,90	17,26 abc	1,81
3. C.M.*+ centeno asociado con raps.	18,75	12,67 cd	1,55
4. C.M. + centeno asociado con lupino.	26,84	19,97 ab	1,32
5. C.M. + centeno asociado con trébol rosado	19,48	13,11 cd	1,68
6. C.M. + centeno asociado con arveja, raps y haba.	27,75	22,44 a	1,27
7. Compost mejorado.	22,39	16,30 cd	0,92

Promedios con letras iguales, no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $p < 0,05$ según prueba de Tukey.

* C.S: Compost simple.

* C.M: Compost mejorado.

Los mejores resultados obtenidos con el tratamiento 6, pueden deberse a la mayor cantidad de abono verde que con éste se incorpora (mayor volumen en biomasa del tratamiento), lo cual mejora las propiedades del suelo produciendo efectos positivos sobre la fertilidad. En particular una mejor distribución y disponibilidad de elementos minerales poco móviles como el fósforo y potasio en el perfil del suelo, los cuales serían absorbidos por las raíces de los árboles, influyendo a mediano y largo plazo en el crecimiento del frutal, señalado por MUZILLI *et al.*, citados por la FAO (2000).

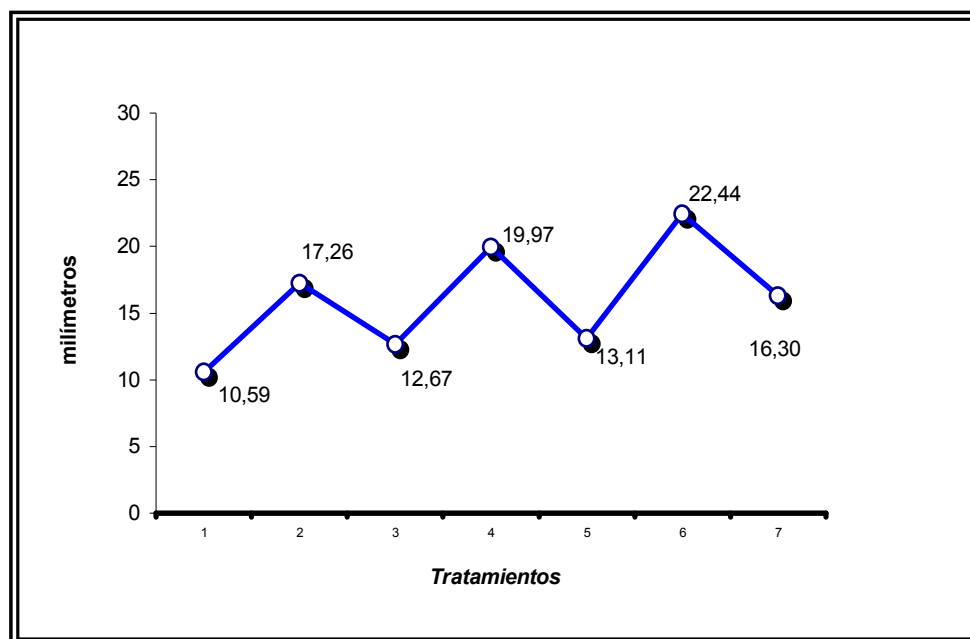


FIGURA 4. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento efectivo del diámetro del tronco, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

El efecto producido por la mayor biomasa que incorpora al suelo el tratamiento 6, se puede deber además por lo señalado por MONTECINOS (1996), que menciona con la utilización de cubiertas vegetales como abono verde se potencian y aprovechan los ciclos biológicos que se dan en el suelo en forma natural para lograr los objetivos que en una agricultura convencional se realizan mediante otros mecanismos.

Como muestra además la Figura 4, el testigo y los tratamientos 3 y 5 (compost mejorado más centeno asociado con raps y compost mejorado, centeno asociado con trébol rosado), representan los menores crecimientos efectivos del diámetro del tronco con 10,59 mm., 12,67 mm. y 13,11 mm respectivamente.

Aún cuando los tres tratamientos anteriormente señalados contienen compost mejorado, no existe una mejor respuesta de este, con respecto al

compost simple sobre el crecimiento del diámetro del tronco en este ensayo. Al respecto BESOAÍN *et al.*, (1991), señalan que un compost enriquecido con roca fosfórica (RF), es un aporte adicional de fósforo al suelo. Sin embargo, esto podría asociarse al efecto de la vicia presente en el tratamiento 2.

El centeno es la gramínea que forma parte de todos los tratamientos en este ensayo, aún cuando existen otras especies con mejores condiciones para ser utilizadas como abono verde. ORMEÑO (1998), menciona que es una especie muy rústica y que tanto las plantas vivas como los residuos del centeno poseen propiedades alelopáticas, que de acuerdo a resultados obtenidos en frutales entre 1991 y 1992 por INIA junto a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, es posible reducir significativamente la población de malezas anuales como perennes a niveles comparables a los obtenidos con controles químicos convencionales, lo que probablemente sería un complemento al efecto de las cubiertas sobre el crecimiento del cerezo en este ensayo, ya que la reducción en la población de las malezas en cualquier cultivo, le permite a éste alcanzar mejor desarrollo.

4.4.2 Altura del eje central de los árboles.

En el Cuadro 10, se puede observar que en general los tratamientos tienen una variación de sus datos muy similar, a excepción del tratamiento 3 (compost mejorado más centeno asociado con raps) y 5 (compost mejorado más centeno asociado con trébol rosado) con un error típico de 17,5 y 15,7 respectivamente.

Los resultados del ANOVA para esta variable, muestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de significación menor a 0,05 (Anexo 3).

El crecimiento efectivo de los árboles durante el período de evaluación fue más elevado con el tratamiento 6, donde éstos alcanzaron una altura efectiva de

208 cm., dicho tratamiento logra diferenciarse claramente del testigo y de los tratamientos 3 y 7 en cuanto al mayor crecimiento que produce en los árboles (ver Figura 6). Además, la altura promedio del tratamiento 6 no se diferenció de la obtenida por los árboles de los tratamientos 2, 4 y 5. Finalmente los tratamientos testigo, 3, 5 y 7 produjeron un efecto muy similar en el crecimiento del eje central de los árboles.

Los tratamientos 6, 4 y 2 lograron producir un crecimiento al tercer año normal en el periodo de estudio, ya que según VALENZUELA (1995), los huertos de cerezo de 1 a 3 años se encuentran en una etapa de formación de estructura, por lo que debiera al tercer año alcanzar una altura de 2 metros con ramas horizontales debiles.

CUADRO 10. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento en altura del eje central, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

Tratamientos	Promedio año 2003 (cm.)	Crecimiento Efectivo. (cm.)	Error Típico
1. Testigo absoluto	176,46	131,7 c	10,35
2. C.S.*+ centeno asociado con vicia.	215	188,1 ab	10,89
3. C.M.*+ centeno asociado con raps.	192,42	153,4 bc	17,58
4. C.M. + centeno asociado con lupino.	235,13	190,3 ab	9,59
5. C.M. + centeno asociado con trébol rosado	193,54	163,8 abc	15,77
6. C.M. + centeno asociado con arveja, raps y haba.	237,07	208 a	10,26
7. Compost mejorado.	169,48	143,9 bc	9,62

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $p < 0,05$ según prueba de Tukey.

* C.S: Compost simple.

* C.M: Compost mejorado.

El mayor efecto de los tratamientos 6, 4 y 2 se debe probablemente a la cantidad de materia orgánica que entregan al suelo, lo que permite según MONTECINOS (1998) reciclar cantidades importantes de nutrientes, fomenta la sobrevivencia de rizobios y produce altos niveles de actividad biológica. Por otra DIEBERT (1983), señala que las cubiertas son uno de los medios más efectivos para disminuir las fluctuaciones de temperatura, lo cual coincide con DOMINGUEZ (1989), quien señala que las cubiertas atenúan la amplitud térmica y disminuyen la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad del agua.

En el Cuadro 10 y Figura 5, se observa que el testigo junto con los árboles del tratamiento 3 (compost mejorado y compost mejorado más centeno asociado con raps), presentaron las menores alturas efectivas 131,7 cm.; 143,9 cm.; 153,4 cm. respectivamente. Y obtubieron un crecimiento efectivo de un 17,58%; 15,71%; 10,47% menor que los árboles tratados con el tratamiento 6.

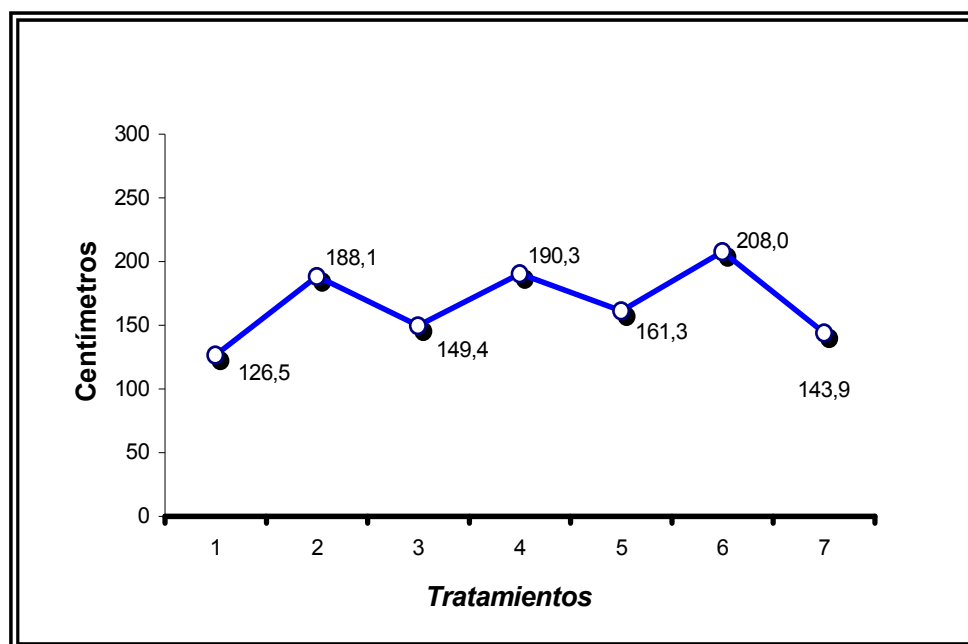


FIGURA 5. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento efectivo del eje central, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

Probablemente el tratamiento 6 logra una tendencia tanto en el diámetro del tronco como en la altura en los árboles mejor que los demás tratamientos, debido a la mayor biomasa y diversidad de especies que presenta y posteriormente incorporadas al suelo, potenciando el efecto combinado de éstas.

Los segundos mejores resultados en el diámetro del tronco y altura del eje central se obtuvieron con el tratamiento 4, lo cual podría deberse al lupino presente en este tratamiento, el cual según MONTECINOS (1998), presenta raíces bastantes profundas, de tipo pivotante que pueden llegar hasta 2,5 metros de profundidad, mientras que las raíces secundarias tienen nódulos simbióticos con bacterias del genero *Rhizobium*, que tienen la propiedad de fijar nitrógeno de la atmósfera en el suelo. Además, el follaje del lupino es poco denso, lo que permite una incorporación fácil como abono verde. Las plantas del género *Lupinus* son conocidas por su capacidad de exudar ácido cítrico a través de sus raíces, el cual según BORÍE (1991), tiene la capacidad de solubilizar fosfatos mediante complejación del calcio, aluminio y hierro, dejando así al ion fosfato en estado soluble para ser absorbido por las plantas.

La explicación de los resultados no permite realizar comparaciones con otros estudios, debido a la escasa información sobre el efecto de la incorporación de compost y cubiertas vegetales utilizadas en frutales, bajo condiciones de clima y suelo de la Zona Sur de nuestro país.

4.4.3 Largo de la hoja.

Los resultados obtenidos para esta variable se sometieron a un análisis estadístico descriptivo, donde se muestra que la dispersión de los datos es homogénea, en un rango de 0,5-1, como se describe en el Cuadro 11.

El análisis de varianza indicó que para la variable largo de la hoja no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de significancia mayor a 0,05 (Anexo 3).

CUADRO 11. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el largo de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

Tratamientos	Promedio Año 2003 (cm.)	Error Típico
1. Testigo absoluto.	15,82 a	0,62
2. C.S.*+ centeno asociado con vicia.	14,19 a	0,98
3. C.M.*+ centeno asociado con raps.	16,20 a	0,68
4. C.M. + centeno asociado con lupino.	15,81 a	0,64
5. C.M. + centeno asociado con trébol rosado	16,65 a	0,54
6. C.M. + centeno asociado con arveja, raps y haba	15,82 a	0,63
7. Compost mejorado.	16,10 a	0,71

Promedios con letras iguales, no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $p < 0,05$ según prueba de Tukey.

*C.S: Compost simple.

*C.M: Compost mejorado.

Si bien no existen diferencias estadísticamente significativas para esta variable, del gráfico presentado en la Figura 6 se aprecia que existiría una tendencia con el tratamiento 5 (compost mejorado más centeno asociado con trébol rosado) a un mayor crecimiento del largo de las hojas. En el caso del tratamiento 2, éste produce un crecimiento levemente inferior comparado con los demás tratamientos.

De acuerdo a los datos, y como se resume en el Cuadro 11, existe un crecimiento con todos los tratamientos aplicados, (incluyendo al testigo) sobre la el largo de la hoja, pero el efecto individual de los tratamientos sobre esta variable no se diferencia bajo las condiciones de este ensayo.

Lo anterior se debe probablemente según ELLENA (2004)¹, a que el largo y ancho de la hoja en general son características varitales del cerezo.

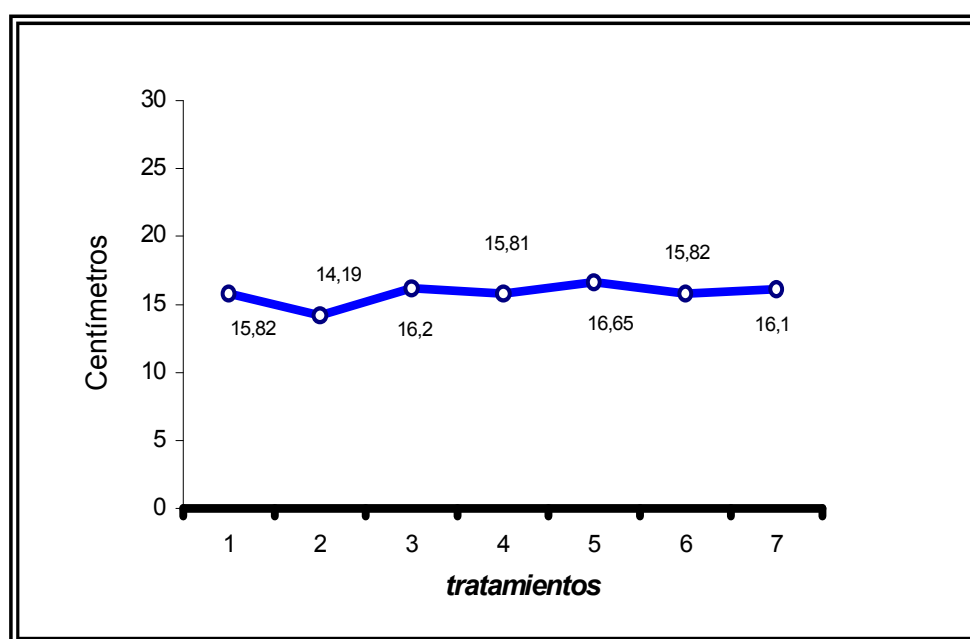


FIGURA 6. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento del largo de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto gisela 6.

¹ Comunicación personal: Miguel Ellena D. Ingeniero Agrónomo Ph. D. CRI-INIA Carillanca. Investigador en proyectos frutales.

4.4.4 Ancho de la hoja.

Se realizó un análisis descriptivo para ver el comportamiento de sus datos, el cual se determinó como se observa en el Cuadro 12, en un estrecho rango.

Como se muestra además en el Cuadro 12, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que permite deducir que en general todos los tratamientos incluyendo al testigo tuvieron un comportamiento similar, respecto al crecimiento del ancho de la hoja (Anexo 3).

CUADRO 12. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el ancho de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

Tratamientos	Promedio Año 2003 (cm.)	Error Típico
1. Testigo absoluto	7,73 a	0,41
2. C.S.*+ centeno asociado con vicia.	8,05 a	0,37
3. C.M.*+ centeno asociado con raps.	8,39 a	0,42
4. C.M. + centeno asociado con lupino	8,01 a	0,30
5. C.M. + centeno asociado con trébol rosado	8,43 a	0,46
6. C.M. + centeno asociado con arveja, raps y haba.	8,11 a	0,37
7. Compost mejorado.	8,08 a	0,42

Promedios con letras iguales, no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $p < 0,05$ según prueba de Tukey.

* C.S: Compost simple.

* C.M: Compost mejorado.

A pesar de lo anterior, el tratamiento que influyo mejor sobre el crecimiento del ancho de la hoja, como se observa en la Figura 7, fue compost mejorado más centeno asociado con trébol rosado (tratamiento 5) con 8,43 cm. Y los árboles del testigo obtuvieron el menor crecimiento para esta variable con 7,73 cm.

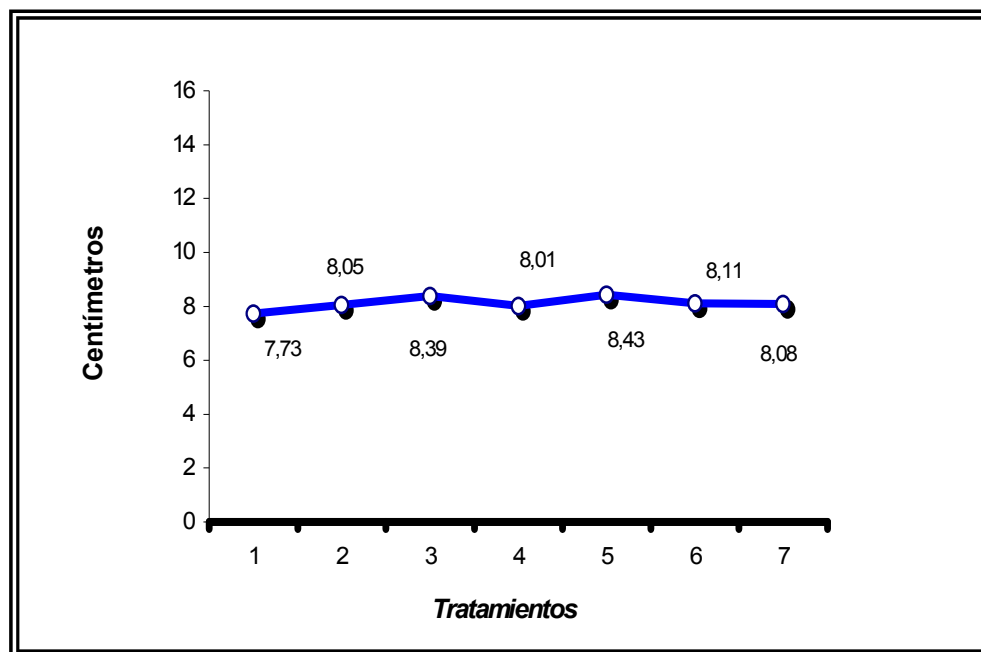


FIGURA 7. Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento del ancho de la hoja, en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

Como se observa en la Figura 7, la curva de crecimiento de la variable con los distintos tratamientos, se mueve en un estrecho rango, lo que permite deducir que la incorporación de compost y cubiertas vivas producen un efecto muy mínimo en el crecimiento del ancho de la hoja en cerezo bajo las condiciones de este ensayo.

Los resultados para el ancho y largo de la hoja, se contraponen con los resultados obtenidos para las variables diámetro del tronco y altura del eje central, presentados y discutidos con anterioridad.

Como un complemento a esta investigación, se realizó un análisis foliar el 9 de Febrero 2004 a los árboles de cada tratamiento, considerando 50 hojas para cada uno de ellos, los elementos evaluados fueron: contenido nitrógeno, fósforo y potasio, como muestra el Cuadro 13.

CUADRO 13. Concentraciones de macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, encontrados en las hojas de cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6.

<i>Tratamientos</i>	<i>Nitrógeno</i> (%)	<i>Fósforo</i> (%)	<i>Potasio</i> (%)
1	1,87	0,37	2,35
2	2,3	0,35	2,23
3	2,36	0,46	2,4
4	2,39	0,33	2,34
5	2,54	0,38	2,42
6	2,5	0,4	2,63
7	2,32	0,41	2,32

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional de suelo y plantas de INIA Zona Centro Sur, (2004).

Al comparar el peso seco de estas muestras se diferencia claramente el testigo de los demás tratamientos, obteniéndose para el primero 38,7 gr. de materia seca y un promedio de 58,4 gr. para los otros 6 tratamientos.

El rango óptimo de nitrógeno en las hojas de cerezo según RODRIGUEZ (1993b), se encuentra entre 2,2-2,6 %BMS. Los resultados obtenidos en este ensayo se encontraron dentro de este rango a excepción del testigo. Es preciso mencionar que el rango señalado por el autor es recomendado para huertos de cerezos bajo condiciones de la Zona central.

En el caso del fósforo todos los tratamientos incluyendo al testigo se encuentran en valores superiores al rango óptimo (0,25% BMS), según RODRIGUEZ (1993b).

El mismo autor, señala que el potasio en cerezo debe encontrarse en un nivel de 3% BMS, y los tratamientos de este ensayo están levemente bajo este rango como muestra el Cuadro 13.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este ensayo se puede concluir lo siguiente:

1. La aplicación de compost e incorporación de cubiertas vivas anuales en tres temporadas consecutivas presenta efectos positivos sobre el diámetro a la altura del cuello y altura en cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6, en la Comuna de Lumaco.
2. El estrés de los árboles producido por la competencia durante el primer año con las cubiertas, sumado a las características de un suelo tan deficitario como lo es la Serie Lumaco, evidencian que las cubiertas se deben establecer después del segundo año o incurrir en el costo de sobre dosificar la fertilización y el riego demandados por el huerto, para cubrir también las necesidades de las cubiertas, en ese periodo. Por tanto es necesario la aplicación conjunta de las cubiertas y compost con nitrógeno orgánico, como una opción de manejo de la fertilidad orgánica.
3. El tratamiento 6 (compost mejorado más centeno asociado con arveja, raps y haba), es el que influyó mejor sobre el crecimiento del diámetro del tronco y altura del eje central. Diferenciándose claramente del testigo y los tratamientos 3 y 7 para ambas variables. Por lo tanto, dicho tratamiento constituye la mejor alternativa para manejo del suelo en este ensayo.
4. Los diferentes tratamientos evaluados no produjeron diferencias estadísticamente significativas en las variables largo y ancho de la hoja, lo que se asocia a una condición varietal de la especie.

5. No todos los tratamientos que contienen compost mejorado presentaron las mejores respuestas en el ensayo, lo que evidencia que el compost simple posee la ventaja de tener un menor costo y resultados similares al compost mejorado.

VI. RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de la incorporación de distintas combinaciones de compost y cubiertas vivas anuales sobre el crecimiento vegetativo del cerezo dulce cv. Lapins sobre portainjerto Gisela 6, se efectuó un ensayo con el fin de aportar mayores conocimientos y antecedentes para esta práctica escasamente conocida en Chile. El trabajo experimental se realizó en el predio Santa Inés, ubicado en la comuna de Lumaco, IX Región de La Araucanía, durante tres temporadas.

Se estimaron los efectos de los tratamientos en relación con el comportamiento de las variables diámetro del tronco y altura del eje central durante tres temporadas; crecimiento vegetativo efectivo y contenido de materia seca de las cubiertas vegetales. Las mediciones se realizaron en Septiembre 2001, Diciembre 2002 y Diciembre 2003.

De acuerdo con el análisis de varianza existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en la tercera temporada para las variables diámetro del tronco y altura de los árboles, no así para las variables largo y ancho de la hoja.

Los resultados obtenidos en este ensayo permiten concluir que el tratamiento compost mejorado más la cubierta vegetal compuesta de centeno asociado con arveja, raps y haba produce un mayor rendimiento en biomasa y crecimiento vegetativo de los árboles reflejado en diámetro del tronco y altura del eje central respecto de los demás tratamientos.

Además, se evidencia que en suelos deficitarios de nutrientes las cubiertas vegetales durante los dos primeros años de su incorporación, compiten con el huerto limitando su desarrollo sino se fertiliza adicionalmente, lo que se revierte después del segundo año donde las cubiertas están en condiciones de aportar al balance nutricional del huerto. Por lo que, son necesarias aplicaciones consecutivas de compost e incorporación de cubiertas vivas anuales para lograr un efecto en el crecimiento del árbol.

SUMMARY

The main object of this thesis was to evaluate the effect of the incorporation of different combinations of compost and live annual covers to the sweet cherry vegetal growth Lapins on grafterholder Gisela 6. To evaluate such effect, an experiment was undergone with the purpose to gain more knowledge and information in this practice that is little known in Chile. The experimental work was carried out in the St. Ives property, located in the Lumaco area, IXth Araucanía Region, during three seasons.

The effects of the treatment applied were estimated in relation to the behaviour experimented in the “trunk diameter” and “central axis height” variables, during the three seasons; effective vegetative growth and dry material contents of the treatments. The essays were measured in September 2001, December 2002 and December 2003.

Due to the variance analysis, there are significant statistic differences in the trunk diameter and height variables from the third season experimental treatment, a result which does not apply to the long and leaf width variables.

The results achieved in this essay allows one to conclude that the improved compost treatment and the vegetal cover made by rye associated with beans, raps and broad beans, produces a better achievement in the tree biomass and vegetative growth which is reflected by trunk diameter and central axis height variables compared with the other treatments applied.

Another evidence observed is that in soils which lack nutrients during the first two years of incorporation, the vegetal covers compete with the orchards, which limits

its development if it isn't fertilized additionally, which is reversed after the 2nd year where the covers are in condition to add additional balance to the orchards. Which in effect, consecutive annual applications of compost and incorporation of live covers are needed to achieve the trees growth effect.

VII. LITERATURA CITADA

- ARRIBILLAGA, D. 2000. El cultivo del cerezo como alternativa productiva para la Patagonia Occidental. En: Primer simposio internacional del cultivo del cerezo en la Patagonia Occidental. Coyhaique, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Tamel Aike, pp. A1-A5.
- BARBOZA, V. 2003. Abonos verdes. (Fecha de consulta: 05 de Diciembre 2003). Disponible en: < <http://www.tierrafertil.com.py/abonoverde.htm>.>
- BENAVENTE, C. 2000. Manejo orgánico en cerezas. En: Primer simposio internacional del cultivo del cerezo en la Patagonia occidental. Coyhaique, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Tamel Aike, pp. H2-H5.
- BESOAÍN, E. SEPÚLVEDA, G. y MOLINA, R. 1991. Rocas fosfóricas nacionales. Caracterización mineralógica y química. Revista Agricultura Técnica. 51(2): 121-130, 1991.
- BORÍE, F. 1991. Microbiología de fósforo. En: Jornadas de fertilidad de suelo en cero labranza. Sociedad de la conservación de suelo de Chile. Concepción, Instituto de Investigaciones Agropecuaria, pp. 40-43.
- BOTTNER, P. 1982. Biodegradation du materiel vegetal. Milieu herbacé. Acta geológica/ ecologica Generalis. 3(1): 155-182, 1982.
- BRODIE, H. GOUIN, F. y CARR, L. 1994. What makes a good compost. Bio Cycle Journal of Waste Recycling. 35 (7): 66-68, 1994.

- BULISANI, E. y ROSTON, A. 1993. Leguminosas. adubacao, verde e rotacao de culturas. En: Curso sobre adubacao verde no Sao Paulo Instituto Agronomico. pp. 21-25.
- CIREN. 2002. Estudio Agrológico Descripciones de suelos, materiales y símbolos. Publicación 122. 360p.
- CORFO. 1964. Descripciones proyecto aerofotogramétrico Chile /O.E.A /B.I.D. 2: 44p.
- DIEBERT, E. 1983. The role of soil physical properties in managing reduced tillage systems. Farm research, 41(1): 30-33, 1983.
- DOMINGUEZ, E. 1989. Tratado de fertilización. Madrid, mundi-prensa. 601p.
- ELLENA, M. 1998. Ciclo interno del nitrógeno y estrategias de nutrición. Revista Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 20: 20-25, 1998.
- ELLENA, M. 1999. Manejo de cubiertas vegetales. Revista Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 29: 26-29, 1999.
- ELLENA, M. Y ROMBOLÁ, A. 2000. Cerezo dulce. Orientaciones para un moderno manejo del suelo. Revista Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 35: 18-21, 2000.
- ELLENA, M. 2001. Desarrollo de tecnologías para producción orgánica de cerezas bajo las condiciones agroecológicas del secano interior de Malleco. INIA-Carillanca, FIA, pp.35-46.

- ELLENA, M. y ROMBOLÁ, A. 2001a. Cerezo dulce. Puntos básicos del riego. Revista Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 36: 15-17, 2001a.
- ELLENA, M. y ROMBOLÁ, A. 2001b. Cerezo dulce. Bases de la fertilización. En Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 37:10-13, 2001b.
- ELLENA, M. 2002. Antecedentes Técnicos del Cultivo del Cerezo para Producción Orgánica. Seminario Internacional "Producción de Cerezas Orgánicas en el Sur de Chile, una Oportunidad de Negocio". Chile, INIA-Carillanca, pp. 56-60.
- ELLENA, M. 2003a. Cultivo en el Sur De Chile. Formación y conducción del cerezo. En: Informativo Instituto De Investigaciones Agropecuarias , INIA Carillanca. 13, 2003a.
- ELLENA, M. 2003b. Il doom della cerasicoltura Cilena. Fruticultura. LXV(6): 28-32, 2003b.
- ELLENA, M. y FERRADA, S. 2003. Cerezas. Diversificación productiva para la zona Sur de Chile. Revista Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 51: 16-19, 2003.
- ELLENA, M. 2004. Comunicación personal. Ingeniero agrónomo Ph. D. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Carillanca, Temuco, Chile.
- FAO. 2000. 12 Abonos verdes. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas N°8. (Fecha de consulta: 05 de Diciembre 2003). Disponible en: < www.fao.org/og/ogs/agse>

- GALLARDO, J. 1992. El humus. Revista Investigación y ciencia, 46: pp. 8-16, 1992.
- GUERRERO, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Barcelona, Mundi-prensa, 215 p.
- INFOAGRO 2002. Toda la Agricultura en Internet. (Fecha de consulta: 25 de Agosto 2004). Disponible en:
<http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/cereza.htm>
- KAPPEL, F. Y MACDONAL, R. 1995. Variedades Summerland: Pasado, presente y futuro. En: El cultivo del cerezo: Nuevas variedades, portainjertos y sistemas de conducción. Talca, Universidad de Talca, pp. III5-III6.
- KULCZENWSKI, M., 2001, Seminario Internacional de Cerezos, "Actualización Comercial, Variedades, Portainjertos y Sistemas de Conducción". Curicó, Corporación Pomanova, 175p.
- LE BLANC, F. 2000. Evaluación de los efectos del compost y orugo de uva, en el desarrollo de parronales var. Thomson. Tesis (Ingeniero Agrónomo), Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2000. 48p.
- MONTOYA, A. 2000. Manejo y comercialización de cerezas orgánicas. En: Primer simposio internacional del cultivo del cerezo en la Patagonia Occidental. Coyhaique, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Tamel Aike, pp. F4-F5.
- MONTECINOS, C. 1996. Manejo del suelo y fertilización en cultivos orgánicos. En Seminario internacional: Producción y comercialización de productos orgánicos. Santiago, Universidad de Chile, pp. 1-7.

- MONTECINOS, C. 1997. Manejo de la fertilidad del suelo. En: Producción de alimentos orgánicos. Chillan, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Quillamapu, pp. 7-9.
- MONTECINOS, C. 1998. La fertilidad en la agricultura orgánica. Revista Chile Agrícola. 23(235): 247-251, 1998.
- MONTENEGRO, A. 1991. Diagnóstico preliminar de los tenores de nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica y pH de los suelos de la IX Región. Revista IPA Carillanca. 10(3): 3-11, 1991.
- MORENO, Y. 1995. Fisiología y aspectos básicos del cultivo del cerezo. En: El cultivo del cerezo: Nuevas variedades, portainjertos y sistemas de conducción. Talca, Universidad de Talca, pp. IV1 -IV4.
- NOVOA, R. Y VILLASECA, S. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias La Platina, 221 p.
- ORMEÑO, J. 1998. Frutales y viñas. Control de malezas: cubiertas y mulch. Revista tierra Adentro, Instituto De Investigaciones Agropecuarias. 22: 18-21, 1998.
- ORTEGA, R. 1999. Manejo de la fertilidad en agricultura orgánica. En: Seminario "Producción orgánica, un desafío para el 2000". Chillán, pp. 25-28.
- PUCHADES, J. 2001. Empleo de cubiertas vegetales en cítricos. Valencia España. (Fecha de consulta: 05 de Diciembre 2003).
Disponible en: <<http://www.docum.com/huerta/cubiertasencitricos.htm>>

- PAUL, E. 1991. Descomposición of organic matter. In: Ledeburg: Encyclopedia of microbiology. Academic Press San Diego, 820p.
- PEXIOTO, G. 1988. Compositagem, opção para o manejo orgânico do solo. Londrina, Fundação Instituto Agrícola do Paraná, 46p.
- RAGGI, R. 1990. Importancia de la materia orgánica en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En: Primeras jornadas binacionales de cero labranza, Concepción, editor Croveto, pp. 254-259.
- ROBERTO DE SALVADOR, F. 2002. Orientamenti Per La Scelta; I portinnesti del ciliegio. Roma Italia. (Fecha de consulta: 25 de Agosto 2002).
Disponibile en <<http://www.informatoreagrario.it>>
- RODALE, R. 1978. Resumen del libro how to grow vegetable and fruit by the organic method. New York, Rodale, press. 6p
- RODRIGO, P. 1986. Agricultura ecológica y desarrollo campesino en Chile. Revista Integral. 74: 57-61, 1986.
- RODRIGUEZ, J. 1993a. La fertilización de los cultivos un método racional. Pontificia Universidad Católica, Santiago, 291p.
- RODRIGUEZ, J. 1993b. Manual de fertilización. Pontificia Universidad Católica, Santiago, 401p.
- ROSELL, R. 1990. Dinámica de la materia orgánica edáfica. En: VI Congreso Nacional de las ciencias del suelo. Temuco, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, pp. 1-17.

SADZAWKA, A., GREZ, R., DE LA CRUZ, M., SAAVEDRA, N., CARRASCO, M. Y ROJAS, C. 2001. Métodos de análisis recomendados para suelos Chilenos. Chile. INIA La Platina. (Fecha de consulta: 29 de Abril 2004). Disponible en: <<http://alerce.inia.cl/docs/presentaciones/doc002ASR.pdf>>

SADZAWKA, A. 1998. Qué es el pH del suelo. En: Tierra Adentro, Instituto De Investigaciones Agropecuarias. 26: 47-50,1998.

SALISBURY, F. Y ROSS, C. 1994. Fisiología vegetal. Editorial iberoamericana. México, México D. F. 759 p.

SEGUEL, O. 1997. Efectos del bioabono sobre las propiedades físicas de un suelo con cultivo de tuna. Tesis (Ingeniero Agrónomo), Santiago, Chile, Universidad de Chile,1997. 66 p.

SEIFERT, A. 1988. Agricultura sin venenos, o el nuevo arte de hacer compost. Barcelona, Oasis, 170 p.

SIMUNOVIC, Y. 1995. Filología y aspectos básicos del cultivo del cerezo. En: El cultivo del cerezo: Nuevas variedades, portainiertos y sistemas de conducción. Talca, Universidad de Talca, pp. II1-II9.

SOTOMAYOR, A. 1995. Todo sobre el cultivo del cerezo. Revista Chile agrícola. 20: 205-207, 1995.

TALADRIZ, L. Y PINILLA, H. 2001. Fertilización de cultivos anuales zona Sur de Chile. En : Agenda del salitre. Soc. Química y Minera De Chile S.A. pp.341-365.

- TATTERSALL. 2003. Composición de productos comerciales. Temuco, Chile, 3p.
- VALENZUELA, L. 1995. El cultivo del cerezo en Chile: Aspectos técnicos. En: El cultivo del cerezo: Nuevas variedades, portainjertos y sistemas de conducción. Talca, Universidad de Talca, pp. X1-X10.
- VALENZUELA, L. 1998. El cultivo del cerezo en Chile; Aspectos técnicos. Revista frutícola, 19(2): 55 - 68, 1998.
- VENEGAS, R. 1997. Desarrollo de sustratos activos para la protección de las plantúlas hortícolas, forestales. antiago, PUC, CET, Rosario, 39p.
- VARNERO, M. 1991. Manejo de suelo en frutales. Santiago, Universidad de Chile, publicaciones miscelaneas agrícola, 35: 20-40, 1991.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Promedios de datos tomados durante las temporadas 2001-2003.

Temporada 2001					Temporada 2002				Temporada 2003				Crecimiento efectivo			
Trat.	DAC	Alt.	L.H.	A.H.	DAC	Alt.	L.H.	A.H.	DAC	Alt.	L.H.	A.H.	DAC	Alt.	L.H.	A.H.
1	6,78	44,8	9,05	4,29	12,4	111,4	15,8	7,73	17,3	176,4	15,8	7,73	10,5	131,7	6,76	3,40
2	5,63	26,8	7,85	4,14	11,2	86,4	14,9	8,05	22,9	215	14,1	8,05	17,2	188,1	7,13	3,90
3	6,75	34,8	8,48	4,12	10,3	112,2	16,2	8,39	18,7	192,4	16,2	8,39	12,6	153,4	7,71	4,26
4	6,87	44,7	9,33	4,60	14,1	128,2	15,8	8,01	26,8	235,1	15,8	8,01	19,9	190,3	6,48	3,40
5	6,36	29,7	8,50	4,40	9,86	103,2	16,6	8,43	19,4	193,5	16,6	8,43	13,1	163,8	8,13	4,03
6	5,31	29,0	8,92	4,75	13,2	101,8	15,8	8,11	27,7	237	15,8	8,11	22,4	208	6,89	3,36
7	6,28	31,4	8,64	4,58	11,6	95,8	16,2	8,08	22,3	169,4	16,1	8,08	16,3	143,9	7,46	3,50

ANEXO 2. Prueba de homocedasticidad de la varianza.

Variable		Levene (Sig.)
<i>DAC efectiva.</i>	Basándose en la media	0,358
	Basándose en la mediana.	0,397
	Basándose en la mediana y con gl corregido	0,398
	Basándose en la media recortada	0,360
<i>Altura efectiva.</i>	Basándose en la media	0,070
	Basándose en la mediana.	0,240
	Basándose en la mediana y con gl corregido	0,242
	Basándose en la media recortada	0,081
<i>Largo hoja efectiva.</i>	Basándose en la media	0,277
	Basándose en la mediana.	0,412
	Basándose en la mediana y con gl corregido	0,413
	Basándose en la media recortada	0,287
<i>Ancho hoja efectiva.</i>	Basándose en la media	0,905
	Basándose en la mediana.	0,951
	Basándose en la mediana y con gl corregido	0,951
	Basándose en la media recortada	0,018
<i>Materia seca</i>	Basándose en la media	0,051
	Basándose en la mediana.	0,081
	Basándose en la mediana y con gl corregido	0,102
	Basándose en la media recortada	0,110

ANEXO 3. Análisis de Varianza.

Pruebas de los efectos inter-sujetos, Variable dependiente: DAC efectivo.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significación
Inter-grupos	1482,59	6	247,099	8,601	0,000
Intra-grupos	2585,70	90	28,730		
Total	4068,29	96			

Pruebas de los efectos inter-sujetos, Variable dependiente: Altura efectiva.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significación
Inter-grupos	65598,27	6	10933,045	5,610	0,000
Intra-grupos	175384,60	90	1948,718		
Total	240982,87	96			

Pruebas de los efectos inter-sujetos, Variable dependiente: Largo de la hoja efectiva.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significación
Inter-grupos	27,301	6	4,55	0,638	0,699
Intra-grupos	641,789	90	7,131		
Total	669,089	96			

Pruebas de los efectos inter-sujetos, Variable dependiente: Ancho de la hoja efectiva.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significación
Inter-grupos	9,935	6	1,656	0,759	0,604
Intra-grupos	166,449	90	2,183		
Total	206,385	96			

Pruebas de los efectos inter-sujetos, Variable dependiente: Materia seca.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significación
Inter-grupos	4,00E	6	667388803,9	90,09	0,000
Intra-grupos	1,04E	14	7407320,71		
Total	4,11E	20			

ANEXO 4. Detalle de la composición química de los fertilizantes orgánicos.

Composición química de Law's High Nitrógeno granular (9%).

	Materia deshidratada.	
Humedad.		Min. 90 % Max. 10 %
Materia orgánica.		Min. 80 %
pH.		4,5
Proporción C:N.		6,4
Nitrógeno.		8,7 %
Nitrógeno orgánico.		8,7 %
Fosfato total.		2,8 %
Potasa total.		2,0 %
Calcio.		0,6 %
Magnesio.		0,5 %
Sodio.		2,26 %
Azufre.		1,53 %
Cobre.		17,67 ppm.
Manganeso.		53 ppm.
Hierro.		2,640 ppm.
Zinc.		55 ppm.

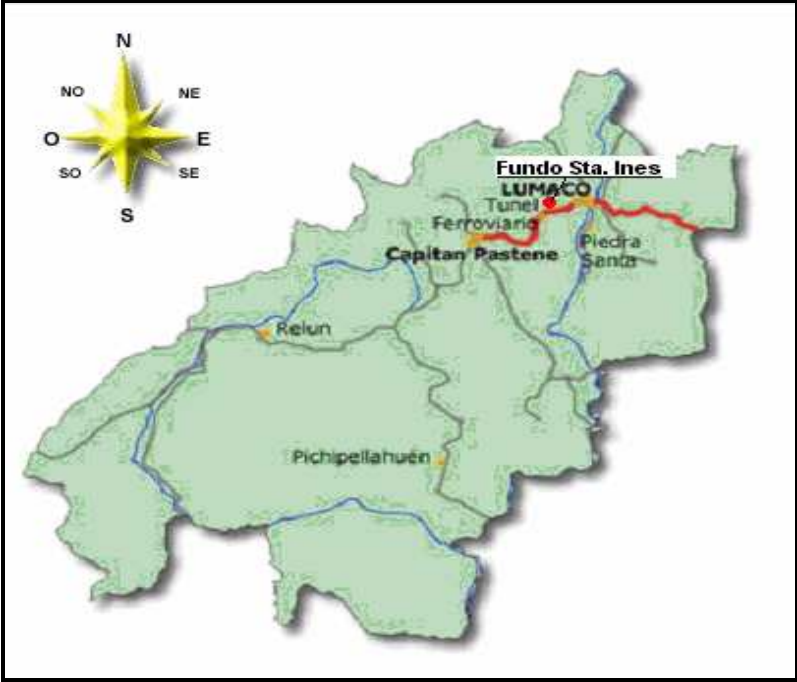
Fuente: Tattersall, 2003.

Composición química de Law's High Nitrógeno Foliar (9%).

	Materia deshid ratada.	
Materia orgánica.		Min. 60 % Max. 50 %
pH.		6-7
Carbono orgánico		26 %
Nitrógeno amonio.		0,5 %
Nitrógeno aminico.		3,5 %
Nitrógeno total.		8,5 %
Nitrógeno orgánico.		8,0 %
Calcio.		0,3 %
Sodio.		3,0 %
Cloro.		4,0 %
Viscosidad (20° C).		500 Cp.
Solubilidad (20° C).		Total en H ₂ O
Densidad.		1,27

Fuente: Tattersall, 2003.

ANEXO 5. Mapa de la Comuna de Lumaco.



Fuente: <http://www.nahuelbuta.com/lumaco.htm>