



INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

**“Desarrollo de una herramienta, en el ámbito nutricional, para
toma de decisiones en la producción orgánica de arándanos para
exportación”**

PYT-2011-0064

Noviembre 2014

INFORME TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

Nombre del proyecto	“Desarrollo de una herramienta, en el ámbito nutricional, para toma de decisiones en la producción orgánica de arándanos para exportación”
Nombre del Ejecutor	Hortifrut SA
Nombre Asociado	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Coordinador del Proyecto	Denise Donnay
Fecha de inicio de iniciativa	01 septiembre de 2011
Fecha de término de iniciativa	30 octubre de 2014/ 14 Noviembre de 2014
Tipo de convenio FIA	Proyecto de Investigación y Desarrollo

I. ANTECEDENTES GENERALES

Código	PYT-2011-0064
Nombre del proyecto	"Desarrollo de una herramienta, en el ámbito nutricional, para toma de decisiones en la producción orgánica de arándanos para exportación"
Regiones de ejecución	VII, VIII -IX
Nombre del Ejecutor	Hortifrut SA
Nombre Asociado	Instituto de investigaciones Agropecuarias
Coordinador del Proyecto	Denise Donnay
Fecha de inicio de iniciativa	01 septiembre de 2011
Fecha de término de iniciativa	30 octubre de 2014

II. RESUMEN EJECUTIVO

La ejecución del proyecto estuvo compuesta por tres fases: 1) selección de los fertilizantes y evaluación de ellos en condiciones controladas, 2) determinar la oportunidad de entrega de los fertilizantes en tres tipos de suelo en condiciones de campo 3) Desarrollo de un programa computacional de manejo nutricional integral (Manoda) y su validación. La temporada 2011-2012 correspondió a la fase 1, la temporada 2012-2013 y temporadas 2013-2014 a las fases 2 y 3 se trabajaron en forma paralela.

La primera fase se seleccionó los sitios experimentales en las 3 regiones que comprende el proyecto las cuales fueron Mataquito (VII), Virquenco (VIII región) y Villarrica (IX región). En cada uno de ellos se establecieron los ensayos y se colectó suelos para realizar los experimentos de laboratorio. Además se efectuó una amplia búsqueda de fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos en diferentes distribuidores en Chile y en otros países, con el objetivo de incorporarlos al proyecto, dada la escasa disponibilidad que existe en el mercado. Se seleccionó por solubilidad, contenido de nutriente y precio de la unidad de nutriente. Los fertilizantes orgánicos evaluados en el proyecto fueron: Fértil (12% N), Pro Gro (13% N), Purely Lysine (15 % N), Harina de Lupino (7,35% N), Salitre sódico potásico (15% N), Harina de sangre (14% N), Fertichem (4,5% N) y Carbobion (14% N), Organichem Potasio (12,5% K₂O), Hortisul (50% K₂O), soluble Fósforo (5% P₂O₅), Roca fosfórica (30% P₂O₅).

En la Fase 1 se realizó en laboratorio en cámaras de incubación a 20°C y con humedad controlada, en los tres tipos de suelo con una duración de 16 semanas, esto permitió comparar la evolución de la tasa de entrega semanal de los diferentes fertilizantes y clasificarlos de acuerdo a su velocidad de entrega, todos los fertilizantes fueron evaluados comparándolos con un estándar convencional y el suelo sin fertilizar.

Se realizó una experimento demostrativo en macetas grandes con 1 suelo y 3 variedades de alto interés comercial para la industria como son Corona (temprana), Legacy (media estación) y Liberty (semi tardía), durante la temporada de crecimiento se aplicaron los fertilizantes en 1 a 3 parcialidades según el tipo de fertilizante en una dosis de nitrógeno total equivalente a

80 kg/ha para plantas de primer año, y de 100 kg/ha para plantas de segundo y tercer año, considerando una densidad poblacional de 5.000 plantas/ha. Esta evaluación se realizó en las tres temporadas de crecimiento en las cuales se desarrolló el proyecto. Se evaluó la producción de materia seca de hojas, contenido de Nitrógeno y acumulación de N en hojas, además de crecimiento vegetativo y rendimiento de fruta al tercer año.

En la segunda fase se llevó a cabo un experimento de campo (segunda y tercera temporada del proyecto) en el cual se trabajó con aplicación de fertilizantes en cobertera y fertirrigación simulada (parcializada), empleando los mismos fertilizantes utilizados en las incubaciones de laboratorio. Para el segundo año de evaluación en campo se descartaron fertilizantes en función del potencial de utilización, ya sea por reglamentación de la certificación orgánica o por costo de la unidad de nitrógeno.

Para Fertilización parcializada se utilizaron los fertilizantes 100% solubles como Pro Gro (13% N), Fertichem (5,8% N), Ilsa Drip (10,8% N), Carbobion (9% N), y fertilización convencional, además de un suelo control sin fertilización. Para el segundo año de evaluación en campo se descartó el Carbobion.

Para la fertilización por cobertera se utilizó compost local usado en el campo, Salitre Sódico, Fertilización convencional, Harina de sangre, Harina de lupino, Fertil, Pro gro, Purely Lysine.

Dentro de los parámetros evaluados se consideró crecimiento de brotes de plantas al final de la temporada, producción de fruta, calibre de frutos, y concentración de nutrientes en hojas y frutos, análisis de fertilidad química en el suelo.

Con los resultados de las incubaciones de suelo, se analizaron modelos matemáticos predictivos ajustados para determinar la tasa de entrega de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los resultados de producción y concentración de nutrientes en hojas arrojan diferencias sólo en algunos campos y modalidades de fertilización, lo cual no es consistente entre tratamientos, por tratarse de plantas en periodo de plena producción que cuentan con

reservas nutricionales. Por su parte el experimento en macetas mostró resultados mucho más concluyentes y consistentes con los resultados obtenidos en los experimentos de incubación de suelos de la primera temporada de ejecución del proyecto. Además se ha logrado agrupar los fertilizantes de acuerdo a su velocidad de entrega de nitrógeno.

Los fertilizantes nitrogenados fueron clasificados de acuerdo a su velocidad de entrega de los nutrientes en lenta (compost), controlada (Harina de Lupino, Fértil, Fertichem) y Rápida (P. Lysine, Harina de sangre, Urea, Ilsa Drip, Pro gro y salitre sódico), para el caso de los fertilizantes potásicos se cuantificó que ambas fuentes son de rápida entrega a diferencia de los fertilizantes fosforados de entrega rápida es el soluble fosforo y la roca fosfórica es de entrega muy lenta. Además se tiene la tasa de entrega útil eficiencia de entrega para todos los fertilizantes en los tres tipos de suelo.

Se generó un Software de manejo nutricional a desarrollar, MANODA, el cual permite realizar simulaciones de fertilización.

III. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto:

Las actividades desarrolladas durante toda la iniciativa se orientaron hacia responder y lograr los objetivos planteados tanto generales como específicos. Esto implicó una búsqueda de diferentes fuentes de fertilizantes, estar al día con las normativas de certificación orgánica de NOP, US, JAS y durante la última temporada la Norma Chilena D17. Se trabajó con campos comerciales de arándanos y se realizó una validación del software generando información valiosa para la toma de decisiones en huertos orgánicos.

Descripción del objetivo general planteado y su cumplimiento se presentan en la Tabla 1 y los objetivos específicos en la Tabla 2.

Tabla 1: Descripción Objetivo General

Objetivo general	
Desarrollar herramientas para mejorar el manejo técnico nutricional en la producción orgánica de arándanos destinados a exportación.	<p>Para el cumplimiento de este objetivo durante la iniciativa se ejecutaron una serie de actividades que incluyeron la participación de proveedores de insumos orgánicos a nivel mundial. Además se realizó un diagnóstico de cuáles eran los principales problemas en la fertilización orgánica en arándanos que se debían resolver.</p> <p>El % de cumplimiento fue de 100%, ya que se logró generar información única para las diferentes fuentes de fertilización orgánicas y compararla con los fertilizantes convencionales.</p> <p>Se incorporaron 2 fertilizantes a los programas de uso habitual en arándanos orgánicos como son Pro gro y Harina de Lupino en aproximadamente 1.200 hectáreas.</p>

Tabla 2: Descripción Objetivos específicos

Nº	Objetivos específicos (OE)	
1	<p>Evaluar cuantitativamente el valor nutricional de los diferentes fertilizantes autorizados o con proyección de uso para ser usadas en la producción de arándanos orgánicos.</p>	<p>Con el objetivo de evaluar cuantitativamente los diferentes fertilizantes utilizados se realizó un análisis químico a los 14 productos. Además se realizaron experimentos en condiciones controladas (laboratorio) y también de campo, con los suelos de Curepto (Mataquito), Los Ángeles (Virquenco) y Villarrica (Vida Nueva). Los productos utilizados a nivel de campo fueron 9: Fértil (12% N), Pro Gro (13% N), Purely Lysine (15% N), Salitre, Harina de Lupino (7,35% N), Fertichem (5% N), Ilsa Drip (13% N), Carbobion (14%), Compost, fertilización convencional y sólo 4 de 13 no fueron utilizados a nivel de campo por un tema de oportunidad (Soluble P (10% P₂O₅), Organichem K (50% K₂O), Roca fosfórica (30% P₂O₅) y Hortisul (50% K₂O)).</p> <p>Se evaluó el efecto de los diferentes fertilizantes utilizados en la fertilización en cobertera o fertirriego sobre parámetros de rendimiento para el segundo año de trabajo en condiciones de campo. Con los resultados se determinó la proyección de uso de estos fertilizantes, enfatizando la posibilidad de uso para aplicaciones tempranas de primavera (fertilizantes de entrega muy lenta como el compost), aplicación de mediados de primavera (fertilizantes de entrega moderada), y aplicación de plena temporada (fertilizantes de entrega rápida). Además, se modificó la matriz de datos elaborada para el modelo conceptual del Software MANODA. El % de cumplimiento fue de 100%.</p>

Tabla 2: Descripción de objetivos específicos (Continuación)

Nº	Objetivos específicos (OE)	
2	<p>Determinar la oportunidad de entrega de nutrientes con diferentes técnicas de aplicación desde las diferentes fuentes de fertilizantes autorizadas para la producción de arándanos orgánicos.</p>	<p>La oportunidad de entrega de nutrientes (principalmente N) está determinada con los experimentos de laboratorio para los 14 fertilizantes realizados en la incubación en condiciones controladas y validados con los experimentos de campo por aplicaciones por cobertera y fertirriego en las zonas de Curepto, Los Ángeles y Villarrica. Con los resultados obtenidos se validó la mayor o menor disponibilidad comparativa entre diferentes fertilizantes.</p> <p>El % de cumplimiento fue de 100%.</p>
3	<p>Desarrollo de un programa integral de manejo nutricional orgánico efectivo (MANODA) que permita obtener el potencial de rendimiento del cultivo de arándano.</p>	<p>Se elaboró y corrigió la segunda versión del Software MANODA, en donde se incluyó la precocidad de producción (temprana, intermedia, tardía), etapa de desarrollo (formación, formación-producción, plena producción), rendimiento, estado nutricional según análisis foliar, necesidades de nutrientes asociadas al rendimiento y resultado del análisis foliar, paleta de fertilizantes orgánicos posibles de emplear, selección de fertilizantes, épocas de aplicación y dosis, balances nutricionales parciales y totales. Además se agregó la opción de optimización de las dosis con las restricciones entregadas por la persona que está realizando las simulaciones con el objetivo de que el proceso sea mucho más rápido. El % de cumplimiento fue de 100%. Si bien el programa no permite asegurar obtener el 100% del rendimiento potencial, permite agrupar un número importante de variables asociadas a la fertilización.</p>

Tabla 2: Descripción de objetivos específicos (Continuación)

Nº	Objetivos específicos (OE)	
4	Validar el programa integral de manejo nutricional a desarrollar.	Se han simulado los programas de fertilización empleados en 7 campos, utilizando la primera versión del Software MANODA, la segunda versión se terminó durante el mes de octubre por lo que no logró ser utilizada para determinar los programas de fertilización, pese a esto, la robustez del software nos permite indicar que el % de cumplimiento fue de 100%.
5	Transferir y difundir la tecnología desarrollada a los productores orgánicos de arándano de Chile.	Se realizaron 3 días de campos, 6 seminarios, 4 talleres de trabajo con el software, además se presentaron los datos en la 1era Feria de Tecnología e Innovación de Hortifrut. En estas actividades se han dado a conocer los principales resultados del proyecto El % de cumplimiento fue de 100%.

2. Metodología del Proyecto:

2.1 Selección de los fertilizantes:

Los criterios de selección de los fertilizantes a utilizar se realizaron tratando de resolver las principales interrogantes que existían de las fuentes disponibles en el mercado al momento de establecer los ensayos.

1. Fertilizantes nitrogenados: el principal problema era que no existían fuentes 100% solubles para aplicar vía fertirriego lo que ocasionaba que los goteros se taparan y el costo de la unidad de nitrógeno por fertirriego eran muy alta, mayor a \$20.000 la unidad soluble, \$8.000 la unidad medianamente soluble, sumado a que se desconocía la forma de entrega y su eficiencia.
2. Fertilizantes Potásicos: no presentaba un problema la fuente de utilización tradicional, sin embargo, existe sólo un producto que cumple con la reglamentación para ser utilizado en producción orgánico y por ser un monopolio esto genera ser una gran amenaza.
3. Fertilizantes fosforados, existen un producto que se utiliza pero es no soluble, por lo que sólo se aplica vía cobertera.
4. Cumplimiento de las normativas NOP, UE, JAS o con potencial de ser aprobado (esto último se refiere a que si el producto aún no estaba certificado, cumplían con todos los requisitos para ser certificados).
5. Se utilizaron como control los fertilizantes convencionales más utilizados, los fertilizantes orgánicos más usados al momento del establecimiento del ensayo y el suelo sin fertilizante.

2.2 Incubación

Para cada suelo a evaluar (desde 3 campos diferentes de Hortifrut) se trabajó en condiciones controladas de incubación de suelos evaluando los principales productos con registro orgánico

que aporten Nitrógeno, Fósforo y Potasio en relación a un control sin fertilización y un tratamiento con fertilización convencional.

Se realizó incubación aeróbica de suelos en condiciones controladas de laboratorio (humedad a 80% de capacidad de campo) durante un periodo de 16 semanas a 1 temperatura de 25°C. La dosis de Nitrógeno a aplicar fue equivalente a 100 mg kg⁻¹ y para el caso del Potasio y del fosforo fue de 100 mg kg⁻¹.

A su vez, el tratamiento con fertilización convencional fue fertilizado con fósforo y potasio en dosis equivalente al aporte más alto generado con los productos a evaluar para igualar condiciones nutricionales. Se trabajó con 14 tratamientos de fertilización (compost local elaborado en el campo, Fértil, Pro Gro 13-0-0, Purely Lysine 15-0-0, salitre sódico, harina de sangre, harina de lupino, Fertichem, Ilsa Drip, Organichem K, Soluble P, Hortisul, Roca fosfórica, y fertilización convencional, además de un control). Además se considerarán los siguientes periodos de incubación de suelo: 0, 1, 2, 4, 8 y 16 semanas. El número de repeticiones por cada tratamiento fue de 4. Con ello se consiguió un total de 792 unidades experimentales específicas para N (3 suelos * 11 tratamientos * 4 repeticiones * 6 tiempos de incubación), de 144 para potasio y 144 para fósforo, las cuales fueron sometidas a incubación en forma escalonada de acuerdo a la disponibilidad de cámara incubadora. El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo en parcelas sub-subdivididas, donde la parcela principal fue el tipo de suelo, la sub parcela fue el tiempo de incubación y la sub-sub parcela fue el tratamiento de fertilización empleado.

Cuando cada unidad experimental cumplió con su periodo de evaluación, se realizaron análisis químicos de suelo a través de las metodologías señaladas por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) (Sadzawka *et al.*, 2006), considerando pH, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, N disponible (NO₃⁻ + NH₄⁺), P disponible (Olsen), K disponible y Conductividad eléctrica.

Con los resultados obtenidos se construyó las curvas de liberación o disponibilidad en el tiempo de cada tratamiento evaluado y se comparó la disponibilidad desde cada producto respecto del control sin fertilización y del control con fertilización convencional. Además se

determinó la tasa de entrega de Nitrógeno respecto del tiempo. A su vez se determinó el valor fertilizante de Nitrógeno de cada producto a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Valor fertilizante para Nitrógeno cada producto} = \frac{(\text{concentración tratamiento} - \text{concentración control})}{(\text{concentración en trat fertiliz convenc} - \text{concentración en control})} * 100(\%)$$

Posteriormente, se utilizaron modelos matemáticos que permitieron predecir las liberaciones de Nitrógeno (y eventualmente otros nutrientes de interés como fósforo y potasio para aquellos productos que tengan este nutriente), obtenidas para cada producto evaluado, en relación a la concentración total presente de cada producto (Modelo conceptual).

La conductividad eléctrica y el pH se utilizaron como indicadores de posibles riesgos de toxicidad generados por una alta tasa de liberación desde algún tratamiento.

En las figuras 1,2 y 3 se presentan imágenes del proceso de incubación.



Figura 1: Vasos suelo Villarrica, secados, tamizados y pesados para ser incubados debidamente etiquetados.

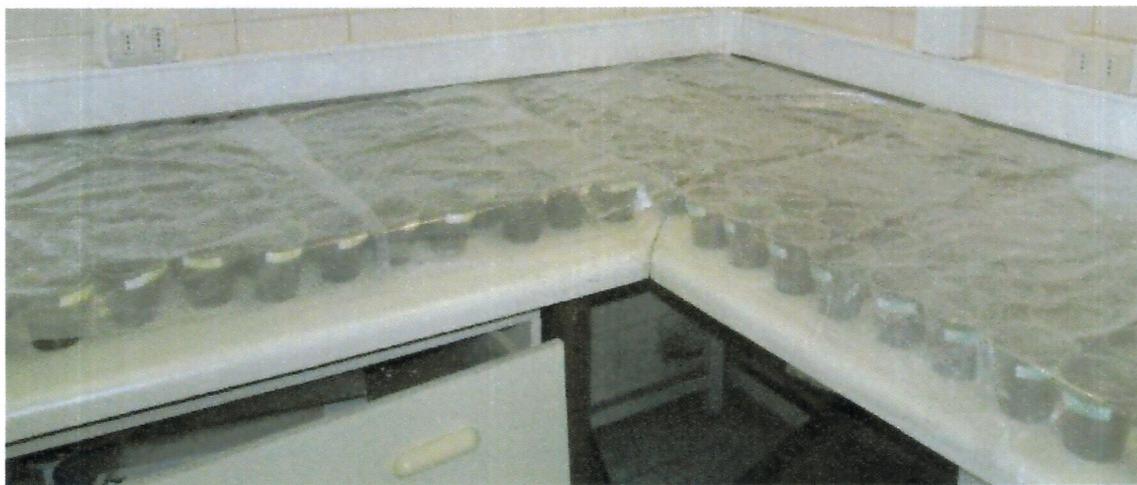


Figura 2: Vasos suelo secados, tamizados y pesados en espera para ser incubados



Figura 3: Cámara de incubación a 25°C con vasos en proceso de incubación.

2.3 Plantas en macetas

Se utilizó este experimento para validar el efecto de la entrega diferencial de nutrientes de las fuentes nutricionales evaluadas en iguales condiciones de suelo pero diferentes variedades.

Se establecieron plantas en contenedores de plástico de 50 Litros perforadas en su base para el drenaje, las cuales fueron llenadas con suelo del campo productivo Virquenco de Hortifrut, y regadas por goteo con una frecuencia diaria.

Una vez establecidas estas plantas fueron fertilizadas con los 9 tratamientos a evaluar en dosis de nitrógeno equivalente a 80 kg/ha para el primer año y 100 kg/ha para los años sucesivos (densidad equivalente a 5.000 plantas/ha). Esta fertilización fue parcializada en 1-3 aplicaciones durante la temporada de establecimiento y durante el periodo de crecimiento

para las temporadas sucesivas, según la naturaleza del fertilizante empleado. Para el control de malezas se utilizó malla anti-malezas. Como mediciones iniciales se determinó diámetro de ejes (2 ejes por planta, marcados), y anualmente se determinó incremento de diámetro de ejes, concentración de nutrientes en hojas del tercio medio del crecimiento anual, unidades SPAD, y adicionalmente en la tercera temporada de evaluación se determinó producción y calidad de fruta (calibre).

En la Tabla 3 se encuentra el detalle de los tratamientos de fertilizantes utilizados por tratamiento y su parcialización.

Tabla 3: Listado de tratamientos evaluados en las plantas en macetas.

Tratamientos	Detalle	Dosis en g/planta	Parcializaciones
1	Control	0	0
2	Compost local Virquenco	3033	1
3	Fértil	133	3
4	Pro Gro 13-0-4-5	123	3
5	Purely Lysine 15-0-0	107	3
6	Salitre sódico	107	3
7	Harina de sangre	114	3
8	Harina de Lupino	218	1
9	Fertilizante convencional (urea)	36	3

Los tratamientos se establecieron en tres variedades de diferente época de cosecha: Corona (temprana), Legacy (media estación), Liberty (media estación tardía) con 4 repeticiones por tratamiento. Las parcializaciones se realizarán en octubre, noviembre y enero (30-60 días entre aplicación) y la localización de los fertilizantes fue en anillo periférico, lejos del cuello de las plantas.

El esquema de plantación se presenta en la tabla 4.

Tabla 4: Esquema de plantación:

T ₁ R ₁	T ₁ R ₂
T ₂ R ₁	T ₂ R ₂
T ₃ R ₁	T ₃ R ₂
T ₄ R ₁	T ₄ R ₂
T ₅ R ₁	T ₅ R ₂
T ₆ R ₁	T ₆ R ₂
T ₇ R ₁	T ₇ R ₂
T ₈ R ₁	T ₈ R ₂
T ₉ R ₁	T ₉ R ₂

T ₁ R ₃	T ₁ R ₄
T ₂ R ₃	T ₂ R ₄
T ₃ R ₃	T ₃ R ₄
T ₄ R ₃	T ₄ R ₄
T ₅ R ₃	T ₅ R ₄
T ₆ R ₃	T ₆ R ₄
T ₇ R ₃	T ₇ R ₄
T ₈ R ₃	T ₈ R ₄
T ₉ R ₃	T ₉ R ₄

Variedad Legacy

T ₁ R ₁	T ₁ R ₂
T ₂ R ₁	T ₂ R ₂
T ₃ R ₁	T ₃ R ₂
T ₄ R ₁	T ₄ R ₂
T ₅ R ₁	T ₅ R ₂
T ₆ R ₁	T ₆ R ₂
T ₇ R ₁	T ₇ R ₂
T ₈ R ₁	T ₈ R ₂
T ₉ R ₁	T ₉ R ₂

T ₁ R ₃	T ₁ R ₄
T ₂ R ₃	T ₂ R ₄
T ₃ R ₃	T ₃ R ₄
T ₄ R ₃	T ₄ R ₄
T ₅ R ₃	T ₅ R ₄
T ₆ R ₃	T ₆ R ₄
T ₇ R ₃	T ₇ R ₄
T ₈ R ₃	T ₈ R ₄
T ₉ R ₃	T ₉ R ₄

Variedad Liberty

T ₁ R ₁	T ₁ R ₂
T ₂ R ₁	T ₂ R ₂
T ₃ R ₁	T ₃ R ₂
T ₄ R ₁	T ₄ R ₂
T ₅ R ₁	T ₅ R ₂
T ₆ R ₁	T ₆ R ₂
T ₇ R ₁	T ₇ R ₂
T ₈ R ₁	T ₈ R ₂
T ₉ R ₁	T ₉ R ₂

T ₁ R ₃	T ₁ R ₄
T ₂ R ₃	T ₂ R ₄
T ₃ R ₃	T ₃ R ₄
T ₄ R ₃	T ₄ R ₄
T ₅ R ₃	T ₅ R ₄
T ₆ R ₃	T ₆ R ₄
T ₇ R ₃	T ₇ R ₄
T ₈ R ₃	T ₈ R ₄
T ₉ R ₃	T ₉ R ₄

Variedad Corona

En la figuras 4 se presenta la imágenes del establecimiento del Ensayo en Macetas



Figura 4: Establecimiento de plantas en Macetas en el campo Virquenco.

2.4 Experimentos de campo

Para determinar la disponibilidad temporal de nitrógeno y otros nutrientes como fósforo y potasio, se trabajó con incubaciones de suelo en condiciones de campo usando tubos de PVC perforados de 2 pulgadas de diámetro y 30 cm de profundidad, instalados al momento de aplicar los tratamientos de fertilización. Estos tubos se colectaron cada 30 días desde octubre a marzo de cada temporada (6 meses de muestreo).

Para el experimento de campo con fertilización por cobertera se trabajó en 3 campos, con 9 tratamientos de fertilización, 4 repeticiones y 6 momentos de muestreo, con un total de 648 muestreos de suelo.

Para el segundo experimento con fertilización por parcialización se trabajó con 3 campos, 6 tratamientos de fertilización, 4 repeticiones y 6 momentos de muestreo, con un total de 432 muestreos de suelo.

El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo en parcelas sub-subdivididas, donde la parcela principal fue el tipo de suelo (campo), la sub parcela el tiempo de incubación y la sub-sub parcela el tratamiento de fertilización empleado.

Una vez que cada unidad experimental cumplió con su periodo de evaluación, se realizaron análisis químicos de suelo a través de las metodologías señaladas por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) (Sadzawka *et al.*, 2006), considerando pH, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, N disponible (NO₃⁻ + NH₄⁺), P disponible (Olsen), K disponible y Conductividad eléctrica.

Establecimiento parcelas de evaluación por cobertera en suelos Mataquito, Virquenco y Villarrica

- T1. Control (por dos temporadas)
- T2. Compost local
- T3. Fertil ((por dos temporadas)
- T4. Pro Gro
- T5. Purely Lysine
- T6. Salitre Sódico
- T7. Harina de Sangre
- T8. Harina de Lupino ((por dos temporadas)
- T9. Fertilización Convencional ((por dos temporadas)

Establecimiento parcelas de evaluación por parcializada en suelos Mataquito, Virquenco y Villarrica

- T1. Control
- T2. Pro Gro (por dos temporadas)
- T3. Fertichem (por dos temporadas)
- T4. Ilsa Drip ((por dos temporadas)
- T5. Carbobion
- T6. Fertilización Convencional (Urea) (por dos temporadas)

Sólo se evaluaron aquellos tratamientos por una segunda temporada que tenían oportunidad de poder seguir contribuyendo con información a las evaluaciones.

Las principales discrepancias en las metodologías propuestas se presentaron a nivel de campo, ya que por ser unidades/parcelas experimentales pequeñas, no fue factible aplicar vía fertirriego con una bomba pequeña los fertilizantes por lo que se procedió a realizar las aplicaciones en forma parcializada (simulando un proceso de fertirriego). Otro problema presentado es la cantidad de parcializaciones el cual fue limitado por el volumen a aplicar, este no permitía su manipulación si este se aplicara una vez por semana, es decir el volumen que correspondía aplicar por semana, era muy bajo lo que impedía simular un fertirriego de manera exacta (Complicación por manipulación).

Otro problema metodológico fue la forma y representatividad de la muestra, ya que para no dañar raíces, la muestra se debió tomar desplazada de la zona de fertilización.

En las Figuras 5, 6 y 7, se presentan las fotografías de los campos donde se establecieron los ensayos.



Figura 5: Campo Mataquito



Figura 6: Campo Virquenco



Figura 7: Campo Villarrica.

3. Actividades del Proyecto:

En la Tabla 5, se presentan las actividades comparativas entre la programación planteada en la propuesta original y la real, indicando las razones de las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.

Tabla 5: Fecha de realización de las Actividades del proyecto y su comparación con lo propuesto en el plan operativo del 14 de marzo de 2012.

N° OE	Actividad	Plan Operativo 14/03/12	Plan Operativo Real	Justificación
1	Definir la selección de los insumos a evaluar.	Septiembre a diciembre 2011	Diciembre 2011	Retraso por la llegada de los fertilizantes a Chile debido a cambios en la normativa orgánica, sumado a lo lento del proceso de importación de un fertilizante a Chile (periodo de cuarentena hasta emisión de laboratorio para liberación del SAG).
1	Establecimiento de experimentos de laboratorio.	Diciembre 2011 a abril 2012	Enero a Mayo 2012	Retraso por la llegada de los fertilizantes a Chile
1	Incubación suelos.	Enero a Mayo 2012	Enero a Junio 2012	Cumplido según lo planificado, con algún grado de atraso que fue generado por la importación de la incubadora por el proveedor, lo cual posteriormente llegó en mal estado. Se procedió a utilizar otra incubadora, la cual se arrendó, lo que generó un atraso en cadena en las posteriores actividades, pero no afectó el resultado final.
1	Determinación pH, CE, N, P, K en los suelos evaluados y caracterización de los suelos.	Octubre- Noviembre 2011 Enero a Junio 2012	Enero a Junio 2012	Cumplido según lo planificado
1	Cuantificar la evolución de disponibilidad de cada nutriente respecto del tiempo de incubación y en relación al total aplicado.	Enero a Mayo 2012	Enero a Junio 2012	Cumplido según lo planificado

Tabla 5: Fecha de realización de las Actividades del proyecto y su comparación con lo propuesto en el plan operativo del 14 de marzo de 2012 (Continuación)

N° OE	Actividad	Plan Operativo 14/03/12	Plan Operativo Real	Justificación
1	Valorizar en aportes nutricionales reales (% del total aplicado) los resultados de la incubación de suelos.	Marzo a Mayo 2012	Marzo a Julio 2012	Cumplido según lo planificado, con el retraso producido por tema administrativo.
1	Determinación del modelo conceptual (relación entre aporte de nutriente versus dosis, afectada por una tasa de entrega, para diferentes condiciones de fuentes nutricionales, con factores de variación como humedad para cada una).	Mayo a Julio 2012	Agosto 2012	Cumplido según lo planificado, con el retraso producido por tema administrativo.
1	Determinación del modelo matemático (ecuación de primer o segundo orden que represente la entrega del nutriente en función del tiempo).	Junio a Agosto 2012	Agosto 2012	Cumplido según lo planificado
1	Establecimiento de Plantas en Macetas, establecimientos de los tratamientos de fertilización y mantención de éstas	Enero 2012 a Julio 2014	Enero 2012 a Octubre 2014	Retraso por la llegada de los fertilizantes a Chile por cambios en la normativa.
2	Definir los tratamientos a evaluar en condiciones de campo.	Junio a Agosto 2012	Julio 2012	Cumplido según lo planificado
2	Primera temporada de Experimentos de campo (segundo año del proyecto)	Julio 2012 a junio 2013	Agosto 2012 a Marzo 2014	Retraso por proceso y análisis de resultados causado por tema administrativo.

Tabla 5: Fecha de realización de las Actividades del proyecto y su comparación con lo propuesto en el plan operativo del 14 de marzo de 2012 (Continuación)

Nº OE	Actividad	Plan Operativo 14/03/12	Plan Operativo	Justificación
2	Incubaciones de suelo en condiciones de campo (tubos de PVC perforados instalados desde 0 – 30 cm)	Julio 2012 a Junio 2013	Agosto 2012 a Marzo 2014	Retraso por proceso y análisis de resultados, debido al alto N° de muestras y coincidir con periodo de vacaciones del personal del laboratorio de INIA.
2	Determinación mensual de la disponibilidad de N, P, K, y evolución de pH y CE	Julio 2012 a Junio 2013	Agosto 2012 a Marzo 2014	Retraso por proceso y análisis de resultados
2	Evaluar la condición nutricional y productividad de las plantas en función de un tratamiento de referencia (fertilización convencional)	Noviembre 2012 a Marzo 2013	Noviembre 2012 a Marzo 2014	Cumplido según lo planificado
2	Validar a través de factores de corrección para condiciones de campo las ecuaciones matemáticas obtenidas en condiciones controladas que entregan la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes como fósforo y potasio desde los productos evaluados y su correlación con los resultados obtenidos en los ensayos de campo	Mayo 2013 a Agosto 2013	Mayo 2013 a Marzo 2014	El proceso de incubación en un principio sólo se realizaría para los fertilizantes nitrogenados. Sin embargo después de la primera temporada de evaluación se procedió a incorporar 6 fertilizantes; 2 nitrogenados, dos fosforados, dos potásicos (Roca fosfórica, Hortisul, Soluble P, Organichem K, Fertichem, Ilsa Drip).
2	Obtención de resultados finales de la segunda temporada.	Julio 2013	Agosto 2013	Retraso por proceso y análisis de resultados
2	Ajuste para condiciones de campo del Modelo Integral realizado durante el primer año en campo y condiciones controladas.	Julio a Agosto 2013	Diciembre 2013	Retraso por proceso y análisis de resultados

Tabla 5: Fecha de realización de las Actividades del proyecto y su comparación con lo propuesto en el plan operativo del 14 de marzo de 2012 (Continuación)

Nº OE	Actividad	Plan Operativo 14/03/12	Plan Operativo Real	Justificación
3	Definir los modelos matemáticos que predicen la entrega de nutrientes desde los productos evaluados, con los factores de ajuste para condiciones de campo.	Junio 2013 a Julio 2014	Diciembre 2013	El proceso de incubación en un principio sólo se realizaría para los fertilizantes nitrogenados. Sin embargo después de la primera temporada de evaluación se procedió a incorporar 6 fertilizantes; 2 nitrogenados, dos fosforados, dos potásicos (Roca, Hortisul, Soluble P, Organichem K, Fertichem, Ilsa Drip).
3	Definir los parámetros a ingresar para iniciar las simulaciones y la base de datos de apoyo.	Junio 2013 a Julio 2014	Julio 2014	Cumplido según lo planificado
3	Desarrollo del modelo de cálculo de dosificaciones de productos según alternativas de simulación.	Junio 2013 a Julio 2014	Julio 2014	Cumplido según lo planificado
4	Determinación de potencial de producción y necesidades nutricionales por huerto.	Junio a Julio 2013	Julio 2013	Cumplido según lo planificado
4	Determinación de fuentes nutricionales a emplear. Se utilizará las mejor combinación de fuentes nutricionales para satisfacer las necesidades del cultivo.	Junio a Julio 2013	Octubre 2013	Por falta de determinación en la normativa orgánica y necesidad de comercialización.
4	Simulación de alternativas de manejo nutricional (época y dosis) para relacionar gráficamente aportes con necesidades y entrega de alertas de cambios de manejo para ajustar necesidades con aportes.	Julio 2013	Octubre 2013	Retraso por proceso y análisis de resultados

Tabla 5: Fecha de realización de las Actividades del proyecto y su comparación con lo propuesto en el plan operativo del 14 de marzo de 2012 (Continuación)

Nº OE	Actividad	Plan Operativo 14/03/12	Plan Operativo Real	Justificación
4	Evaluación a escala piloto del modelo de simulación (segundo año experimentos de campo) Puesta en marcha en terreno de la mejor alternativa simulada con el Software.	Julio 2013 a Marzo 2014	Marzo 2014	Cumplido según lo planificado
4	Modelo computacional evaluado y validado en condiciones de campo. Modelo computacional ajustado según resultados en condiciones de campo	Marzo a Julio 2014	Julio 2014	Cumplido según lo planificado
5	Herramienta computacional de simulación disponible y validada a escala piloto y condiciones de campo.	Abril a Julio 2014	Julio 2014	Cumplido según lo planificado
5	Talleres de Capacitación, Actividades de Difusión en días de campo, Seminarios de Difusión y visita a la parcela demostrativa de plantas en Macetas	Agosto - octubre 2012 Agosto a dic 2013 Junio y Julio 2014	Septiembre 2014	Retraso por agenda de actividades de los productores. Durante julio se realizó el mundial de football y la disponibilidad para asistir se redujo considerablemente sumado a las vacaciones invierno. Se realizaron 6 días de campo, 6 seminarios, 4 talleres, una presentación en stand feria Hortifrut.

4. Resultados del Proyecto:

Todos los resultados del proyecto están orientados a la generación de un modelo matemático que permita predecir la disponibilidad de los nutrientes de acuerdo a los diferentes tipos de suelo.

Este proyecto apuntó a resolver la falta de información de la evolución de la liberación del nitrógeno, fósforo y potasio de los principales fertilizantes orgánicos y establecer una metodología de evaluación de estos.

4.1 Resultados de incubaciones

A continuación se presentará la evolución parcial de los parámetros químicos y disponibilidad de nutrientes para las incubaciones de suelo realizadas en los tres tipos de suelos.

- a) pH: Los resultados se presentan en las figuras 11, 12, 13, 14,15 y 16. La evolución del pH con la aplicación de los fertilizantes se evaluó en los tres tipos de suelos: Para una mejor presentación de los datos debido a que son 15 tratamientos se procedió a dividir la información en dos gráficos.

a.1 Suelo Mataquito

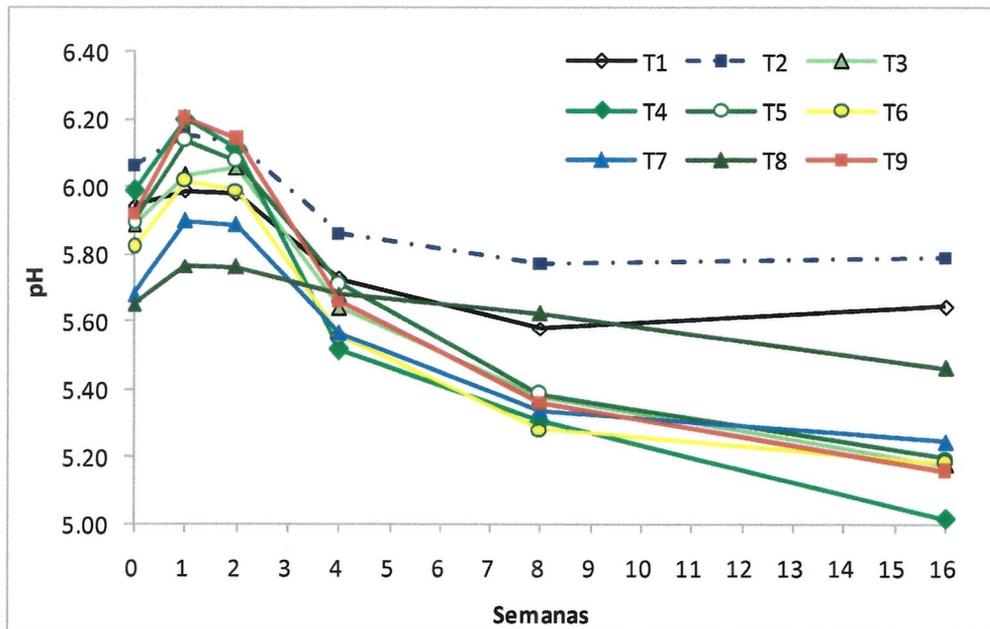


Figura 11: Evolución del pH en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertilizante

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

El pH del suelo va disminuyendo en el tiempo como respuesta a la mineralización de la materia orgánica presente en el suelo, y en relación a los tratamientos de fertilización, el

menor valor de pH se logra con el uso de Pro Gro, en tanto que el mayor valor de pH se logra con el uso del Compost local.

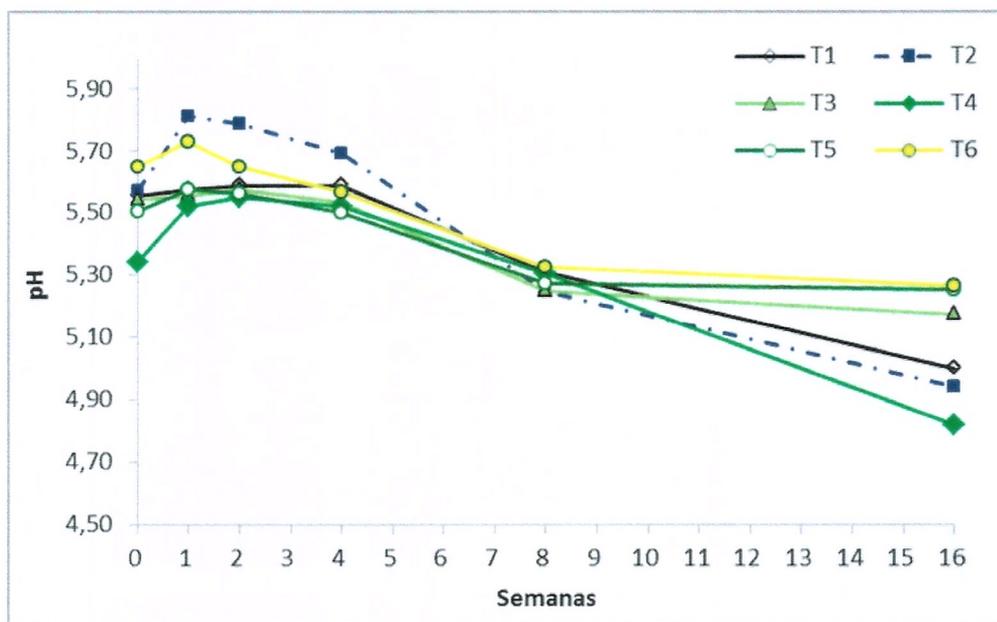


Figura 12: Evolución del pH en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

T3: Organichem K (100 ppm de K₂O)

T4: soluble P (100 ppm de P₂O₅)

T5: Hortisul (100 ppm de K₂O)

T6: Roca Fosfórica (100 ppm de P₂O₅)

a.2 Suelo de Virquenco

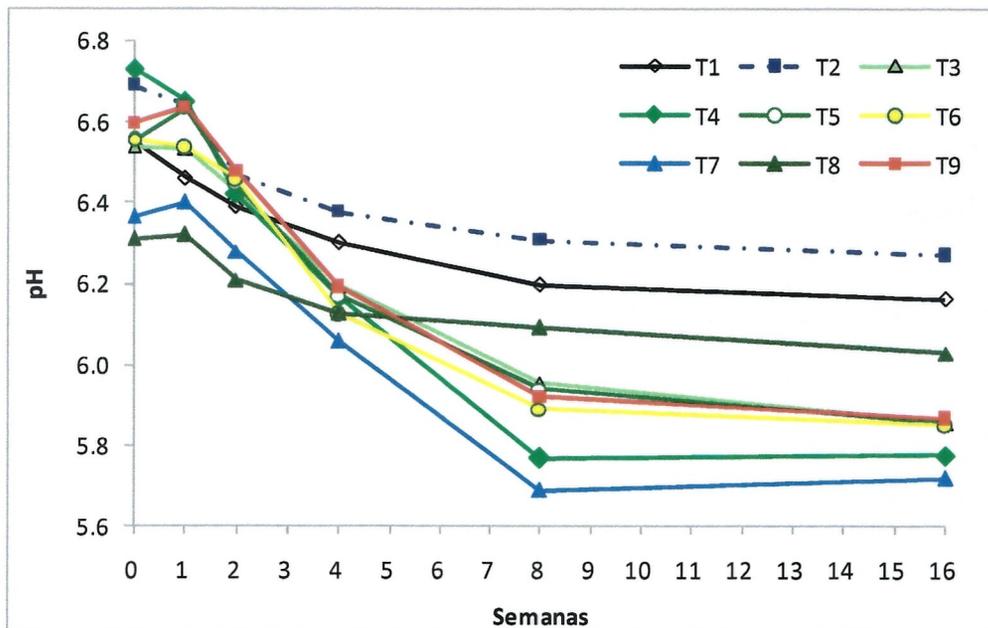


Figura 13: Evolución del pH en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertile

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

En forma resumida, el pH del suelo va disminuyendo en el tiempo como respuesta a la mineralización de la materia orgánica presente en el suelo, y en relación a los tratamientos de fertilización, el menor valor de pH se logra con el uso de Purely Lysine, en tanto que el mayor valor de pH se logra con el uso del Compost local.

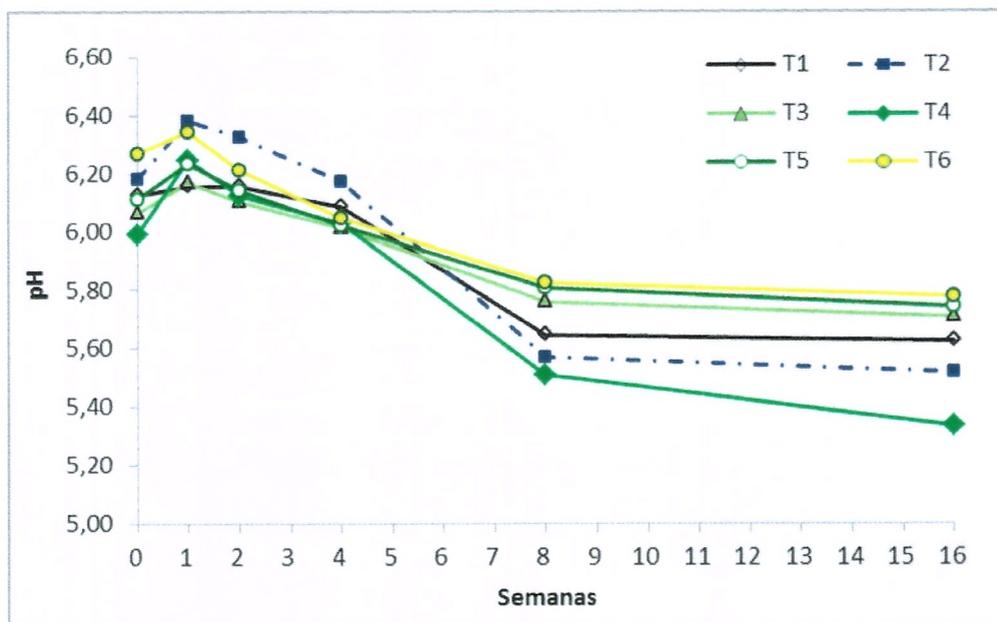


Figura 14: Evolución del pH en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

T3: Organichem K (100 ppm de K_2O)

T4: Soluble P (100 ppm de P_2O_5)

T5: Hortisul (100 ppm de K_2O)

T6: Roca Fosfórica (100 ppm de P_2O_5)

En general todos los tratamientos presentaron un leve ascenso del pH desde el inicio del periodo de incubación hasta la semana 1, para luego presentar una disminución en el tiempo, con mayor pendiente en la roca fosfórica e Ilsa Drip (situación similar ocurrió con el suelo de Mataquito). El menor pH a la semana 4 de incubación se presentó con el uso de Organichem K, soluble P y Hortisul (similar a lo ocurrido en el suelo Mataquito).

a.3 Suelo de Villarrica

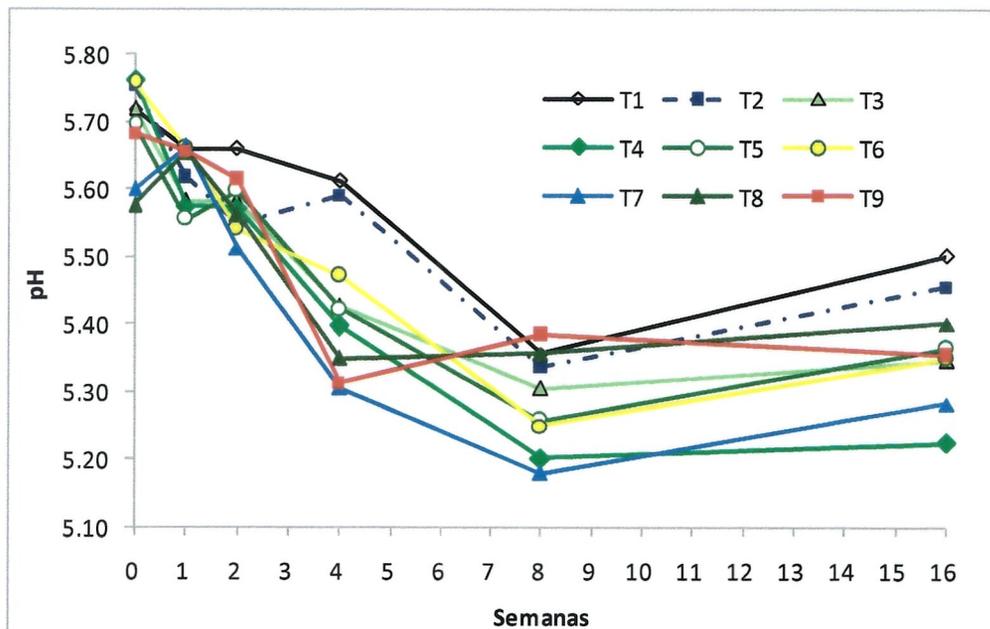


Figura 15: Evolución del pH en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertilizante

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

El pH del suelo va disminuyendo en el tiempo como respuesta a la mineralización de la materia orgánica presente en el suelo, y en relación a los tratamientos de fertilización, el menor valor de pH se logra con el uso de Pro Gro y Purely Lysine, en tanto que el mayor valor de pH se logra con el uso del Control y del Compost local.

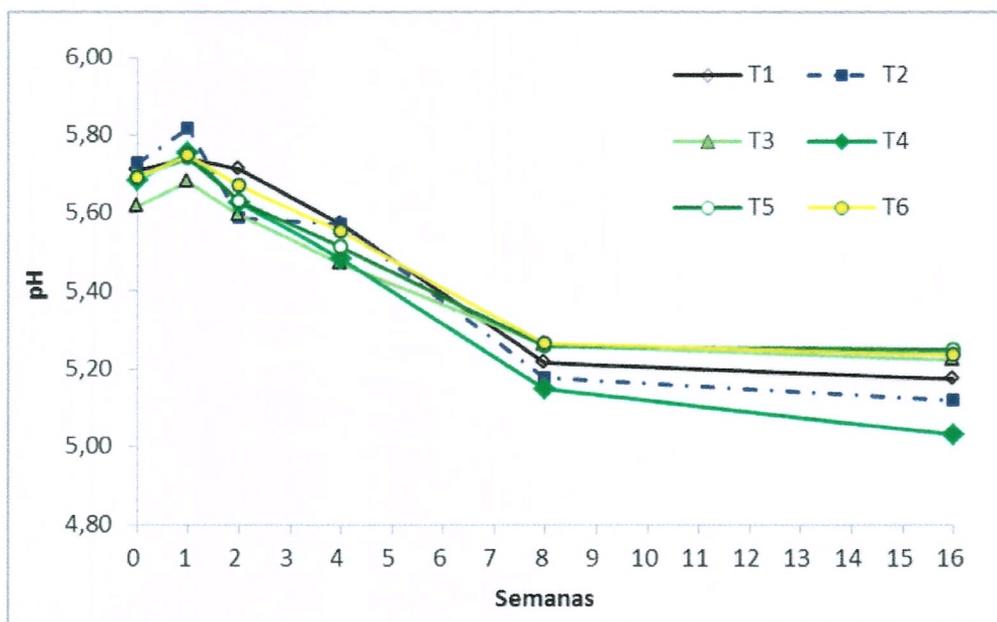


Figura 16: Evolución del pH en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

T3: Organichem K (100 ppm de K₂O)

T4: Soluble P (100 ppm de P₂O₅)

T5: Hortisul (100 ppm de K₂O)

T6: Roca Fosfórica (100 ppm de P₂O₅)

En general todos los tratamientos presentaron un leve ascenso del pH desde el inicio del periodo de incubación hasta la semana 1, para luego presentar una disminución en el tiempo. El menor pH a la semana 4 de incubación se presentó con el uso de Organichem K, Soluble P y Hortisul (situación similar a lo ocurrido en el suelo Mataquito y Virquenco).

b) Conductividad Eléctrica: Los resultados se presentan en las figuras 17, 18, 19, 20, 21 y 22. La evolución del CE con la aplicación de los fertilizantes se evaluó en los tres tipos de suelos: Para una mejor presentación de los datos debido a que son 15 tratamientos se procedió a dividir la información en dos gráficos.

b.1 Suelo de Mataquito

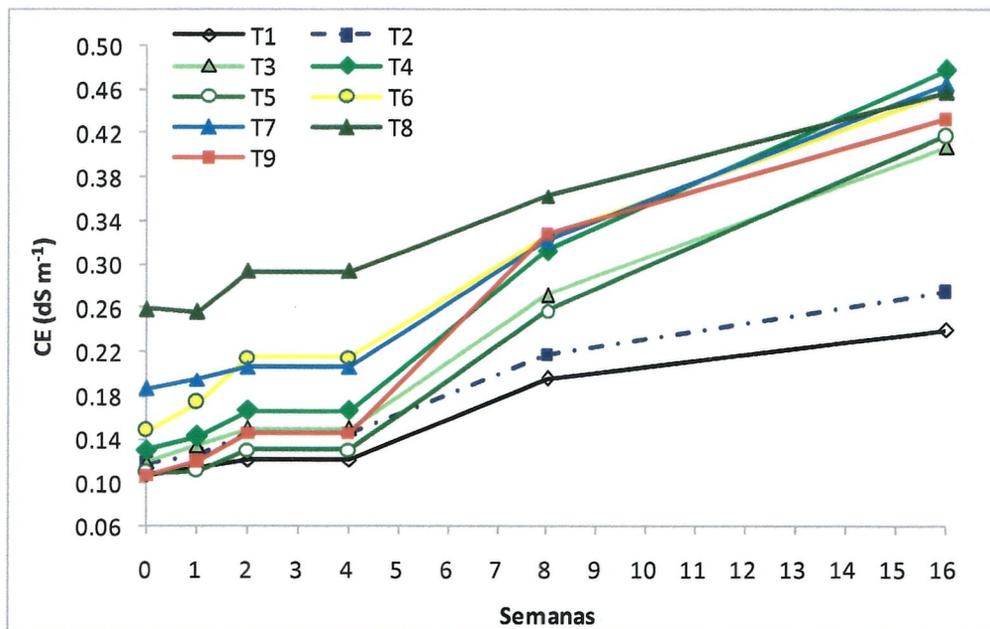


Figura 17: Evolución de la Conductividad eléctrica en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertile

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

La CE presentó un comportamiento contrario a la evolución del pH (aumento con el tiempo de incubación producto de la disponibilidad de nutrientes aplicados y mineralización de materia orgánica), como era también esperable. El menor valor de CE se logra en el control sin fertilización y con el uso de Compost local, en tanto que el mayor valor de CE se logra con el uso de salitre sódico.

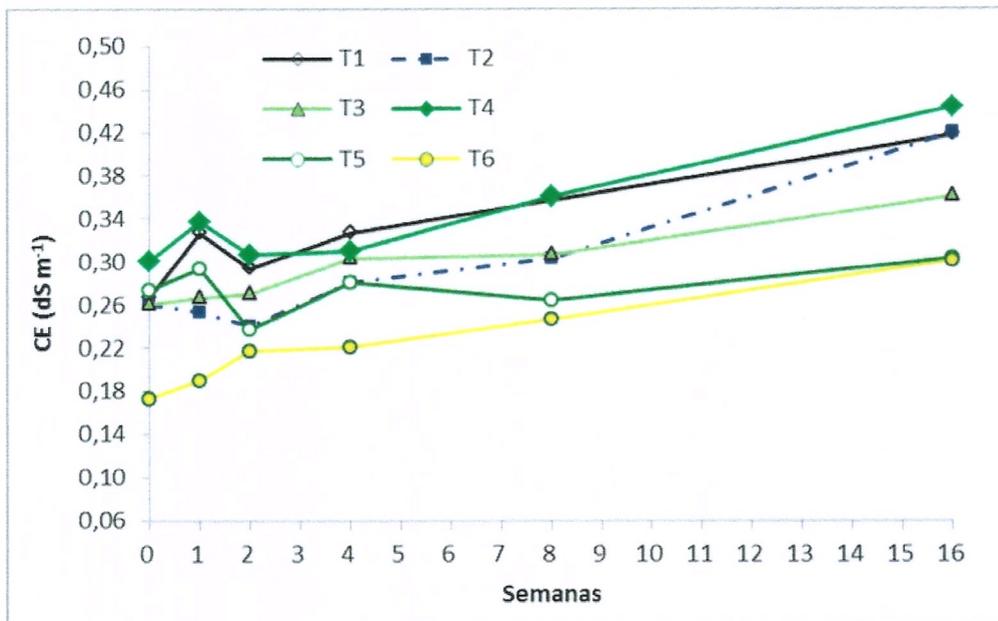


Figura 18: Evolución de la Conductividad eléctrica en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

T3: Organichem K (100 ppm de K₂O)

T4: soluble P (100 ppm de P₂O₅)

T5: Hortisul (100 ppm de K₂O)

T6: Roca Fosfórica (100 ppm de P₂O₅)

La CE en todos los tratamientos presentó en general mucha estabilidad en el tiempo, con leves ascensos al usar Organichem K y Roca Fosfórica. En general la mayor CE al término del periodo evaluado se presentó con el uso de Fertichem, Soluble P, y Organichem K. La menor CE se generó con el uso de Roca fosfórica, asociada a su baja tasa de entrega de nutrientes (fósforo y calcio).

b.2 Suelo de Virquenco

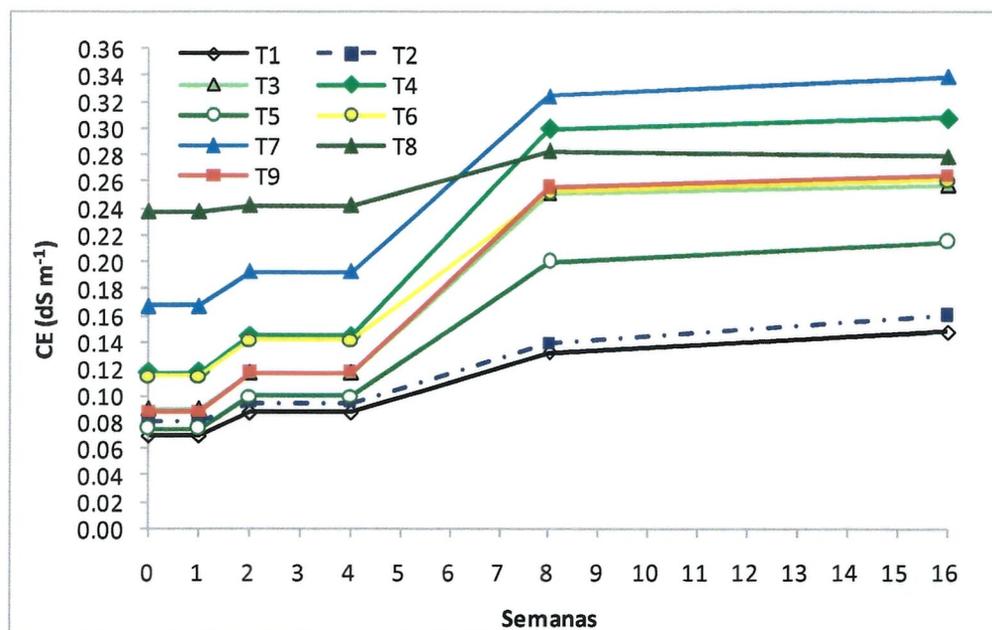


Figura 19: Evolución de la Conductividad eléctrica en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

- T1: Control
- T2: Compost local Mataquito
- T3: Fertile
- T4: Pro Gro 13-0-4-5
- T5: Harina de Lupino
- T6: Fertilización Convencional (Urea)
- T7: Purely Lysine
- T8: Salitre Sódico
- T9: Harina de Sangre

La CE presentó un comportamiento contrario a la evolución del pH (aumento con el tiempo de incubación producto de la disponibilidad de nutrientes aplicados y mineralización de materia orgánica), como era también esperable. El menor valor de CE se logra en el control sin fertilización y con el uso de Compost local, en tanto que el mayor valor de CE se logró con el uso de salitre sódico (sobre todo inicialmente), Pro Gro y Purely Lysine.

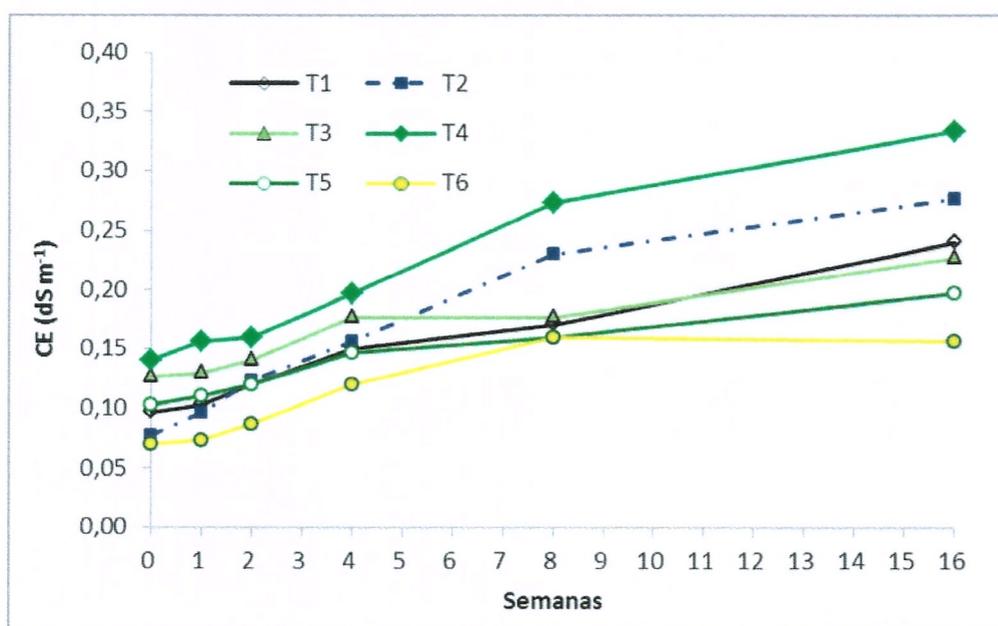


Figura 20: Evolución de la Conductividad eléctrica en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

T3: Organichem K (100 ppm de K_2O)

T4: Soluble P (100 ppm de P_2O_5)

T5: Hortisul (100 ppm de K_2O)

T6: Roca Fosfórica (100 ppm de P_2O_5)

La CE presentó un incremento sostenido en el tiempo, y en general la mayor CE desde el inicio al término del periodo evaluado se presentó con el uso de Soluble P, seguido de Organichem K.

b.3 Suelo de Villarrica

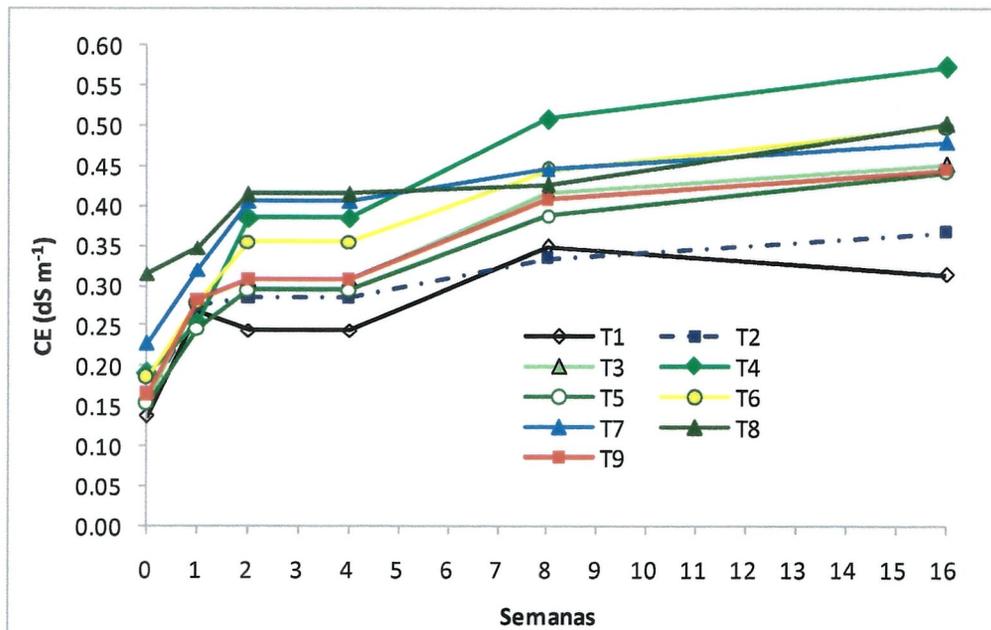


Figura 21: Evolución de la Conductividad eléctrica en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| T1: Control | T8: Salitre Sódico |
| T2: Compost local Mataquito | T9: Harina de Sangre |
| T3: Fertile | |
| T4: Pro Gro 13-0-4-5 | |
| T5: Harina de Lupino | |
| T6: Fertilización Convencional (Urea) | |
| T7: Purely Lysine | |

La CE presenta un comportamiento contrario a la evolución del pH (aumento con el tiempo de incubación producto de la disponibilidad de nutrientes aplicados y mineralización de materia orgánica), como era también esperable. El menor valor de CE se logra en el control sin fertilización y con el uso de Compost local, en tanto que el mayor valor de CE se logró inicialmente con el Salitre y con el Purely Lysine como promedio del periodo de estudio.

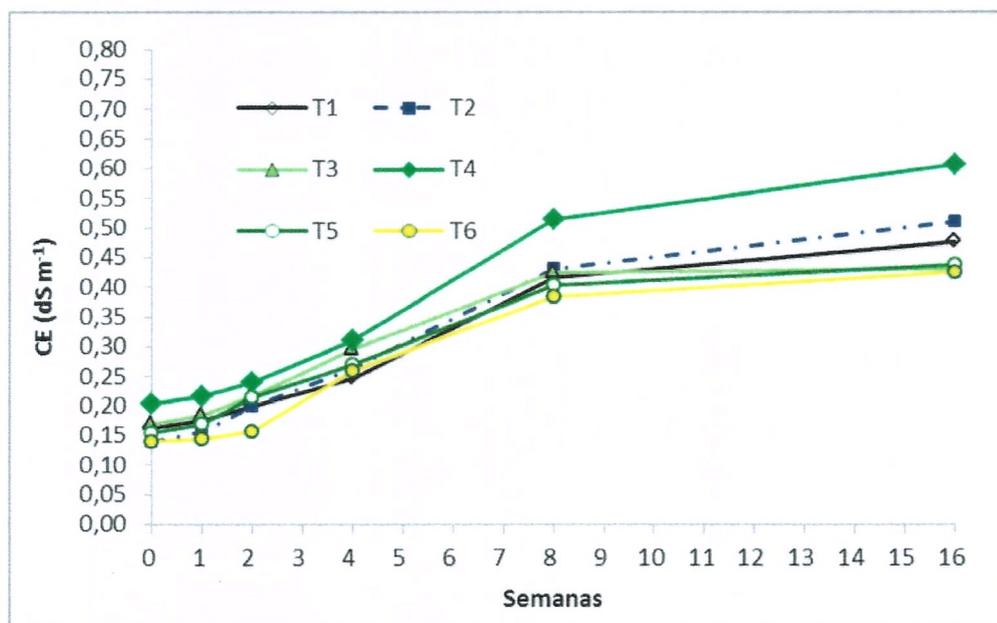


Figura 22: Evolución de la Conductividad eléctrica en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

T3: Organichem K (100 ppm de K₂O)

T4: Soluble P (100 ppm de P₂O₅)

T5: Hortisul (100 ppm de K₂O)

T6: Roca Fosfórica (100 ppm de P₂O₅)

La CE en todos los tratamientos presentó un aumento sostenido en el tiempo. En general la mayor CE al término del periodo evaluado se presentó con el uso de Soluble P y Organichem K. La menor CE se generó con el uso de Roca fosfórica y Fertichem.

C) Disponibilidad de Nitrógeno Amoniaco: Los resultados se presentan en las figuras 23, 24, 25, 26 ,27 y 28. La evolución del Nitrógeno amoniacal con la aplicación de los fertilizantes se evaluó en los tres tipos de suelos: Para una mejor presentación de los datos debido a que son 15 tratamientos se procedió a dividir la información en dos gráficos

C1: Suelo de Mataquito

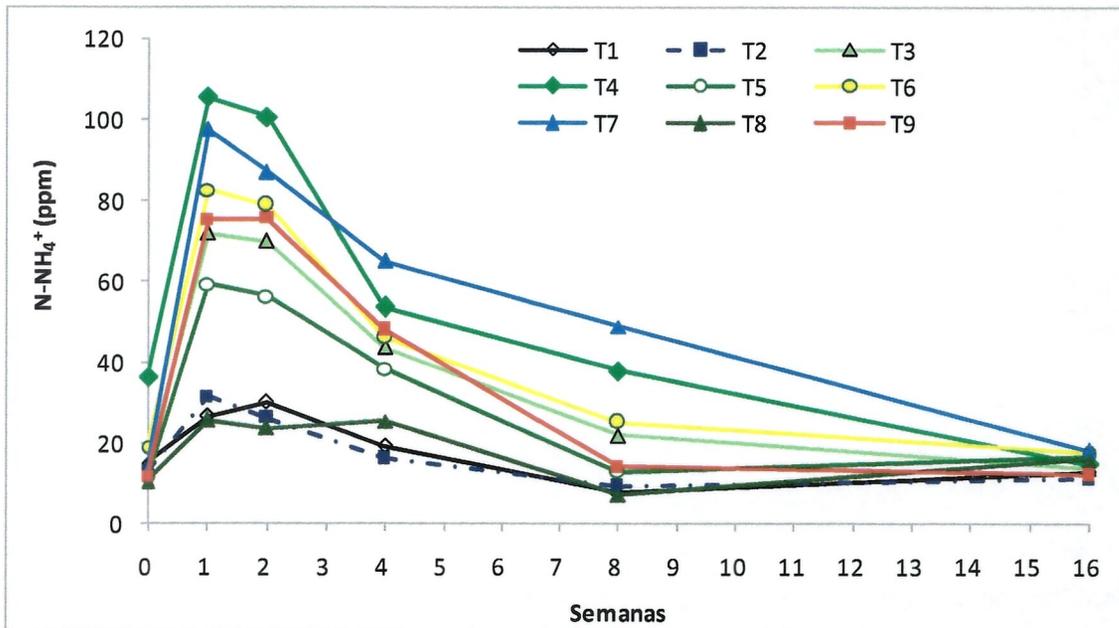


Figura 23: Evolución de la concentración de N amoniacal en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fértil

T4: Purely Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sódico

T9: Harina de Sangre

Para el N amoniacal, se observa una evolución creciente durante las primeras 2 semanas de incubación, para luego generar una caída sostenida en el tiempo (proceso de nitrificación del amonio). Los fertilizantes que generaron la mayor producción de amonio fueron Pro Gro y Purely Lysine.

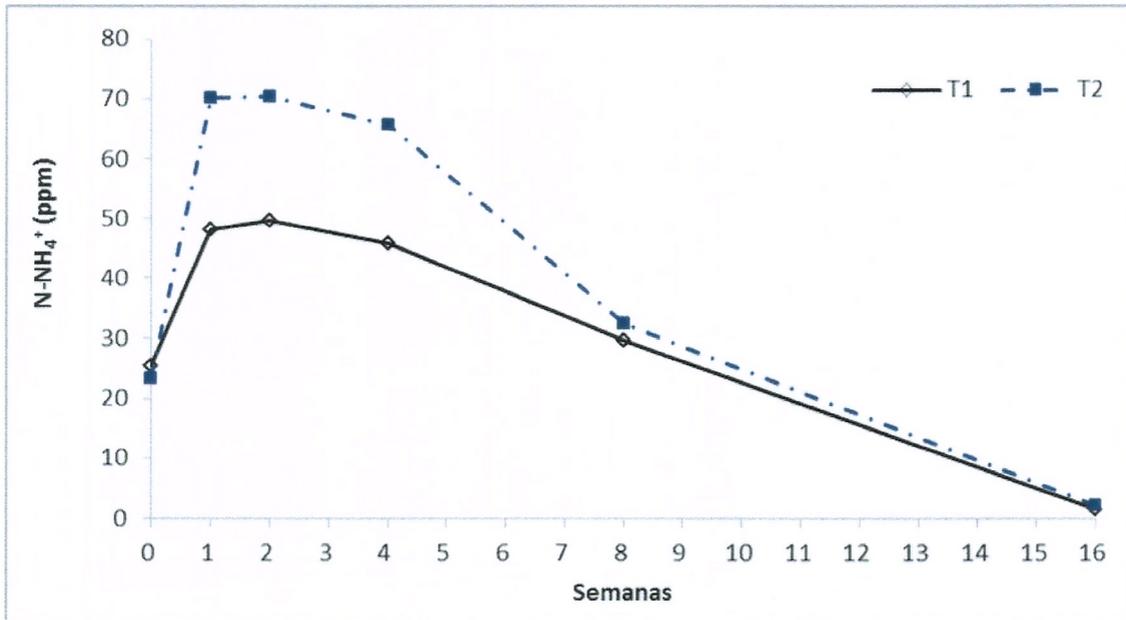


Figura 24: Evolución de la concentración de N amoniacal en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

La mayor concentración de amonio durante el tiempo de evaluación y al término de éste se presentó con el uso de P. Gro, Ilsa Drip y luego de Fertichem.

C2: Suelo de Virquenco

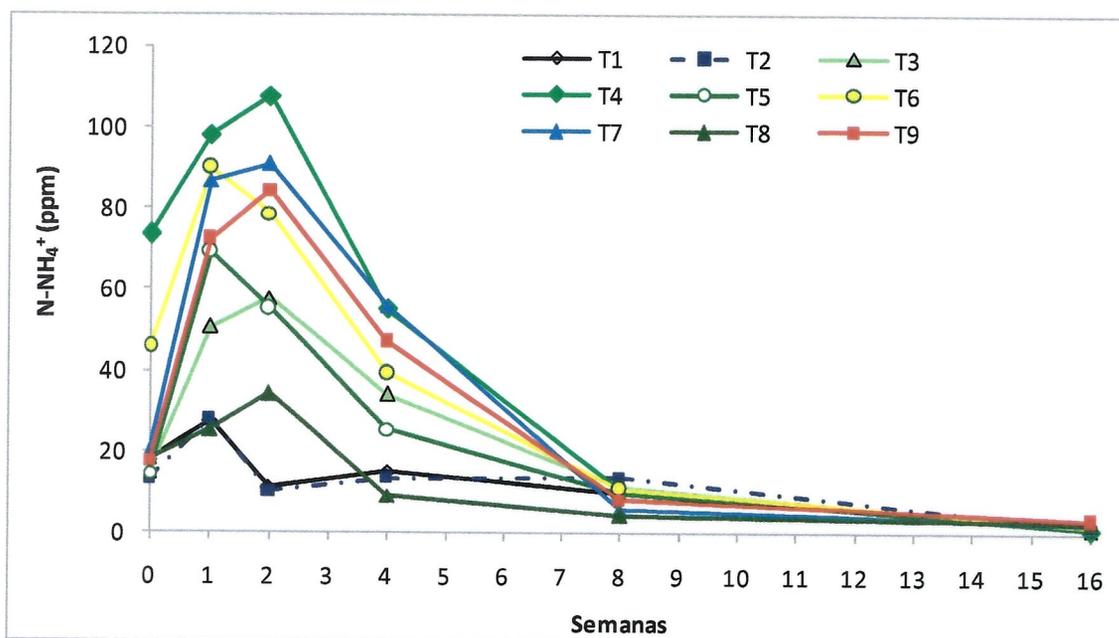


Figura 25: Evolución de la concentración de N amoniacal en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertile

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

Para el N amoniacal, se observa una evolución creciente durante las primeras 2 semanas de incubación, para luego generar una caída sostenida en el tiempo (proceso de nitrificación del amonio). Los fertilizantes que generaron la mayor producción de amonio fueron Pro Gro, Urea y Purely Lysine.

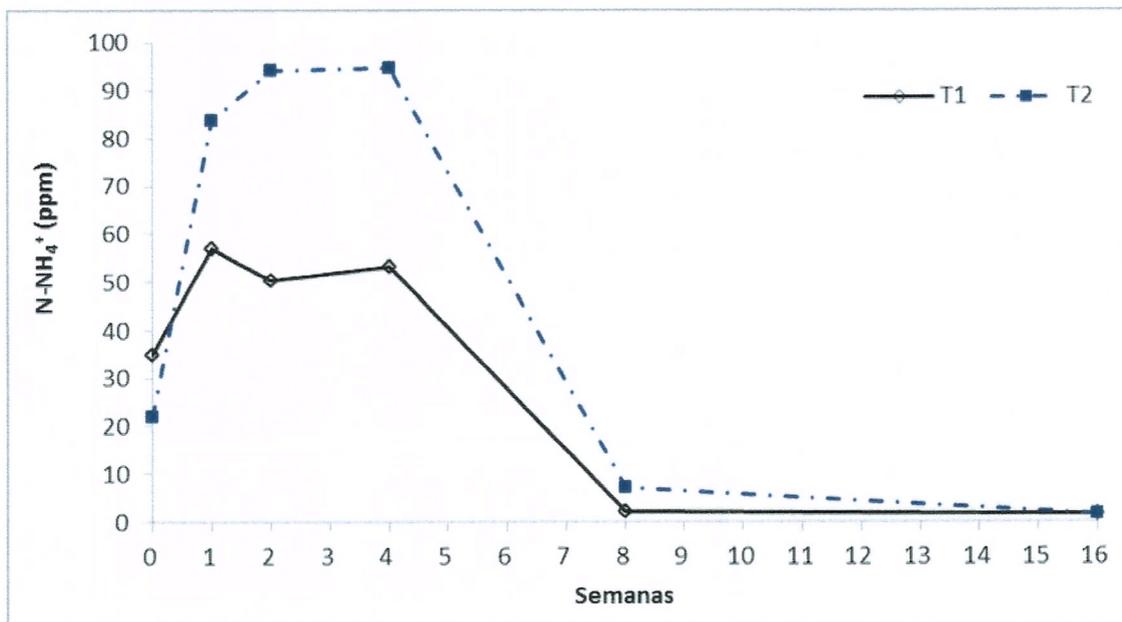


Figura 26: Evolución de la concentración de N amoniacal en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 2 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

La mayor concentración de amonio durante el tiempo de evaluación se obtuvo con P .Gro seguido del uso de Ilsa Drip y luego de Fertichem.

C.3 Suelo de Villarrica

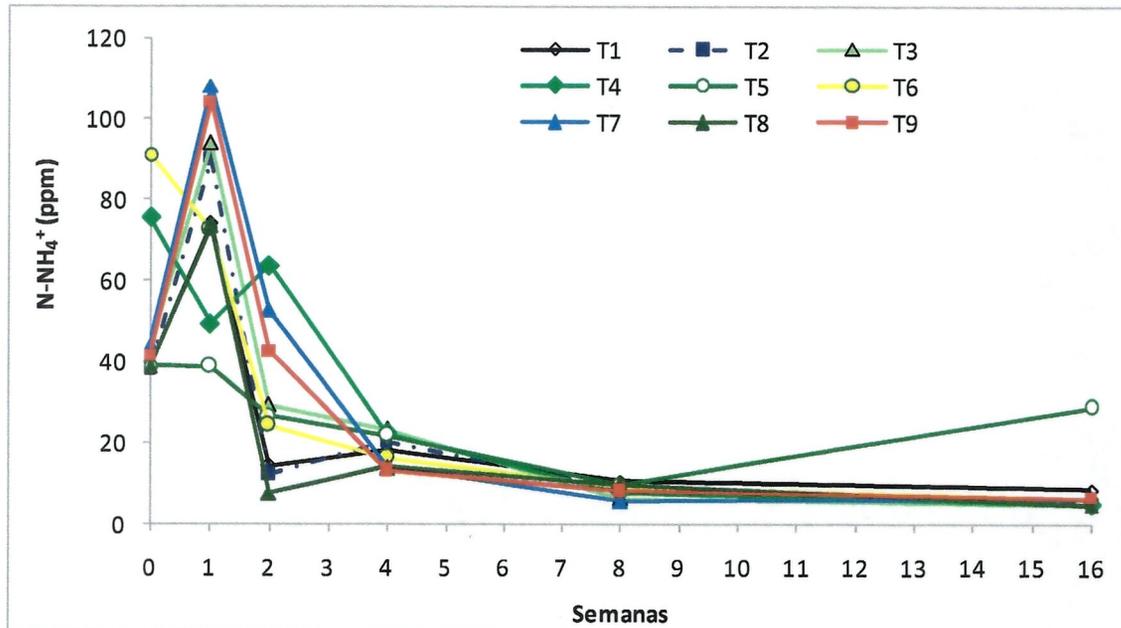


Figura 27: Evolución de la concentración de N amoniacal en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertile

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

Para el N amoniacal, se observa una gran producción durante la primera semana de incubación, para luego generar una caída sostenida en el tiempo (proceso de nitrificación del

amonio). Los fertilizantes que generaron la mayor producción de amonio fueron Urea, Harina de sangre, Pro Gro, Purely Lysine y Fértil.

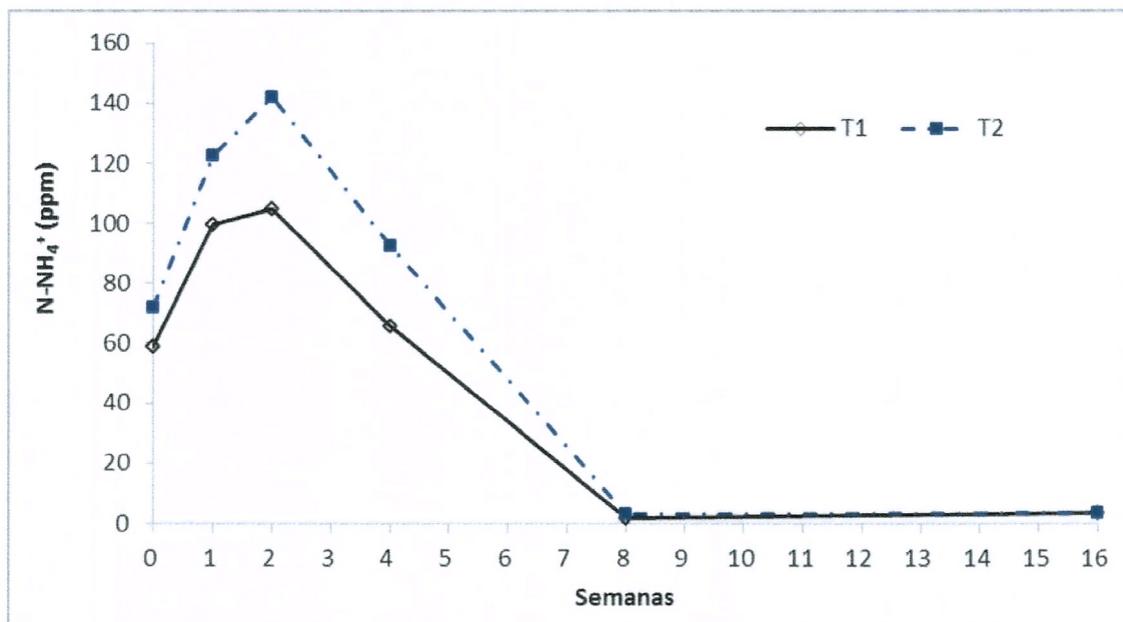


Figura 28: Evolución de la concentración de N amoniacal en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 2 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

La concentración de amonio presentó un aumento hasta la segunda semana de incubación (excepto con P. Gro), para luego ir disminuyendo asociado al proceso de nitrificación. La mayor concentración de amonio durante el tiempo de evaluación y al término de éste se presentó con el uso de seguido del uso de Ilsa Drip y luego de Fertichem..

D) Disponibilidad de Nitrógeno Nítrico: Los resultados se presentan en las figuras 29, 30, 31, 32 ,33 y 34. La evolución del Nitrógeno nítrico con la aplicación de los fertilizantes se evaluó en los tres tipos de suelos: Para una mejor presentación de los datos debido a que son 15 tratamientos se procedió a dividir la información en dos gráficos.

d.1 Suelo de Mataquito

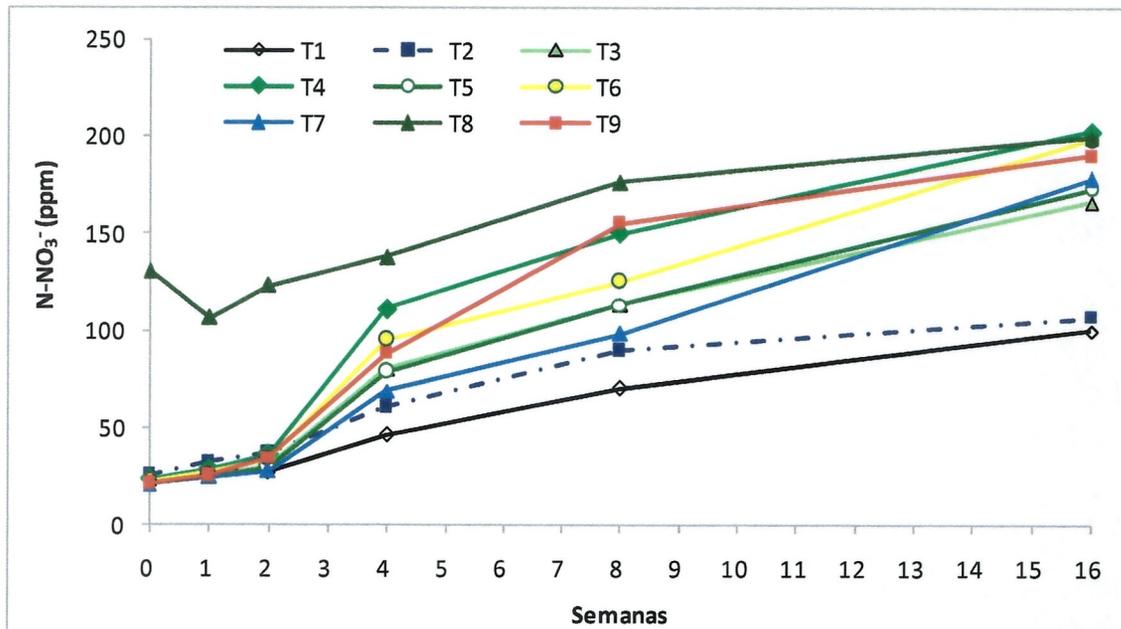


Figura 29: Evolución de la concentración de N nítrico en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertile

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

Para el N nítrico, se observa una evolución creciente con el tiempo de incubación como efecto de la mineralización del N orgánico y de la nitrificación del amonio generado, excepto para el Salitre cuya liberación de nitrato es inmediata. El mayor valor de N nítrico se obtuvo con el uso de Pro Gro, Harina de sangre y Salitre Sódico.

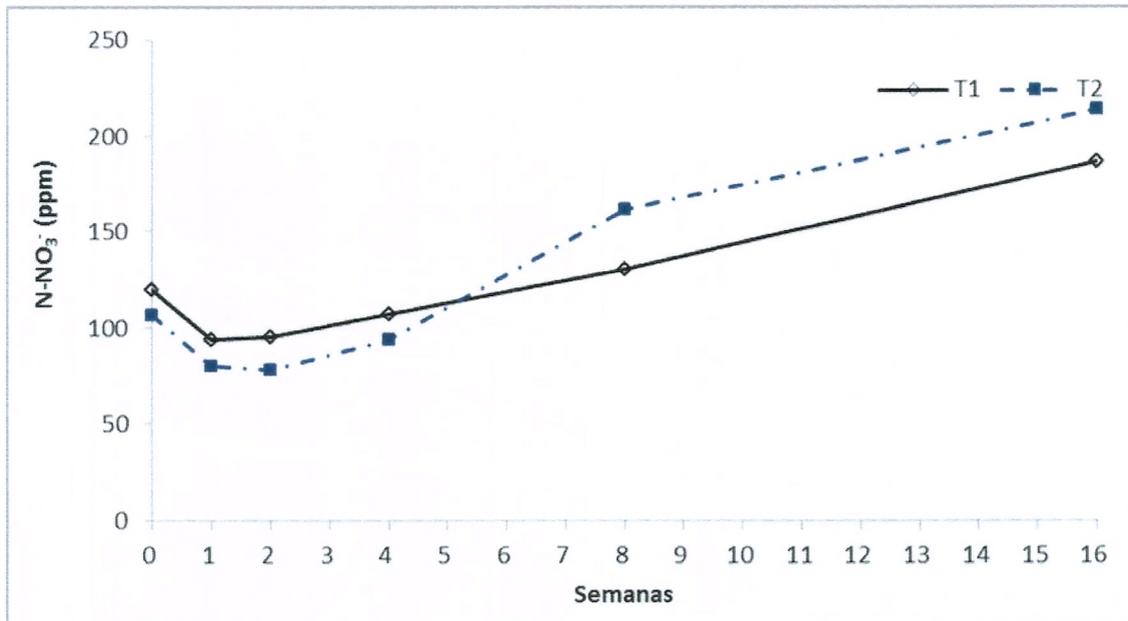


Figura 30: Evolución de la concentración de N nítrico en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

La mayor concentración de nitrato durante el tiempo de evaluación y al término de éste se presentó con el uso de Fertichem, seguido del uso de Ilsa Drip.

d.2Suelo de Virquenco

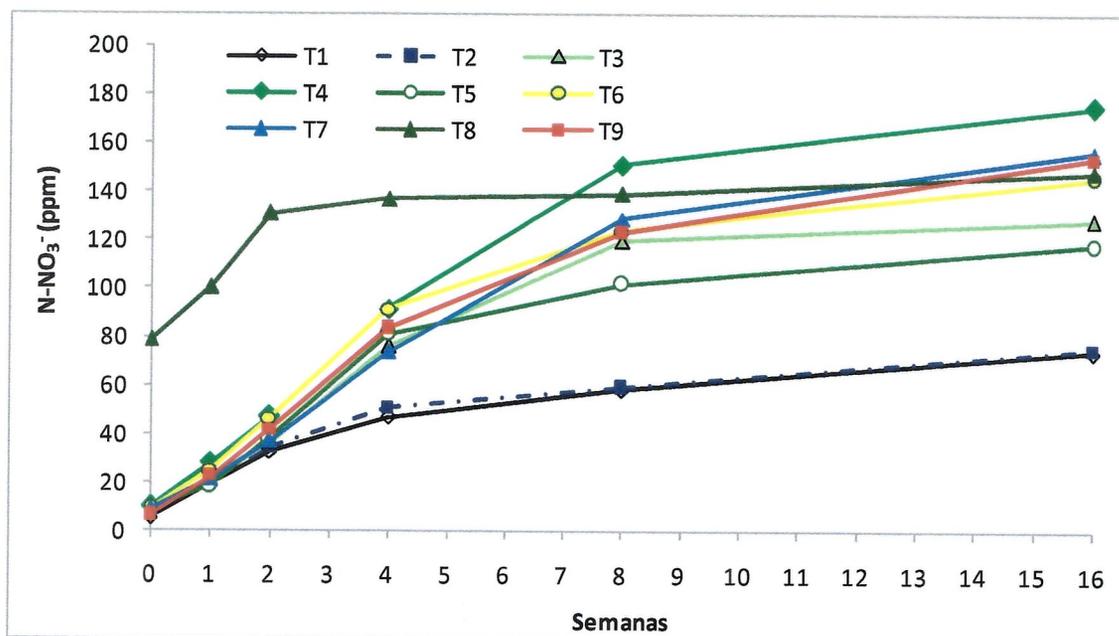


Figura 31: Evolución de la concentración de N nítrico en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertile

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

Para el N nítrico, se observa una evolución creciente con el tiempo de incubación como efecto de la mineralización del N orgánico y de la nitrificación del amonio generado, excepto para el

Salitre cuya liberación de nitrato es inmediata. El mayor valor de N nítrico se obtuvo con el uso de Pro gro, Purely Lysine, Harina de sangre, Urea y Salitre Sódico.

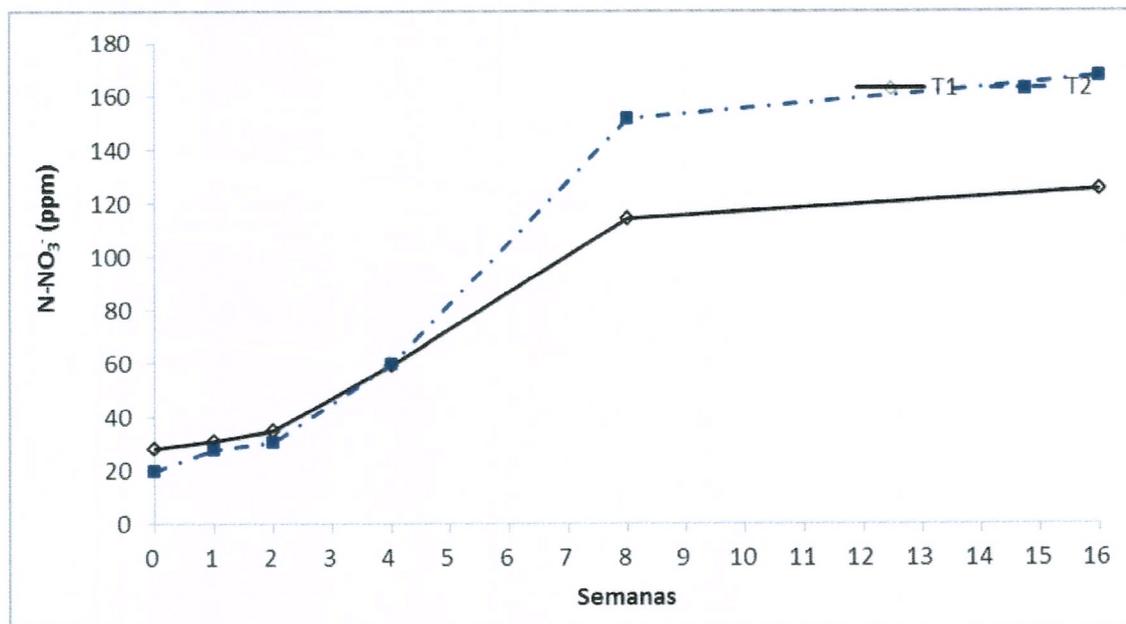


Figura 32: Evolución de la concentración de N nítrico en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 2 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

La concentración de nitrato presentó un aumento paulatino en el tiempo en todos los tratamientos. La mayor concentración de nitrato durante el tiempo de evaluación y al término de este tiempo se presentó con el uso de Pro gro

d.3 Suelo de Villarrica

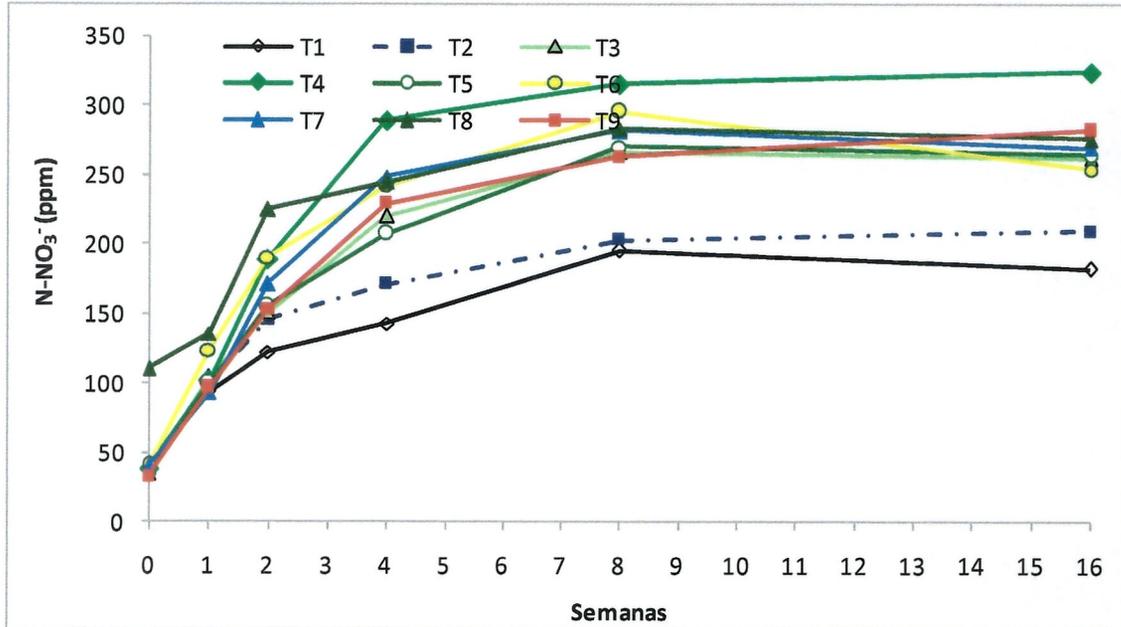


Figura 33: Evolución de la concentración de N nítrico en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

T1: Control

T2: Compost local Mataquito

T3: Fertile

T4: Pro Gro 13-0-4-5

T5: Harina de Lupino

T6: Fertilización Convencional (Urea)

T7: Purely Lysine

T8: Salitre Sodexo

T9: Harina de Sangre

Para el N nítrico, se observa una evolución creciente con el tiempo de incubación como efecto de la mineralización del N orgánico y de la nitrificación del amonio generado, excepto para el Salitre cuya liberación de nitrato es mayor al momento inicial, pero inferior a la obtenida en los suelos Virquenco y Mataquito, por presentar éstos menor materia orgánica y por tanto

menor actividad biológica que controle procesos de transformación y liberación de N. El mayor valor de N nítrico se obtuvo con el uso de Pro Gro, Purely Lysine, Urea y Salitre Sódico.

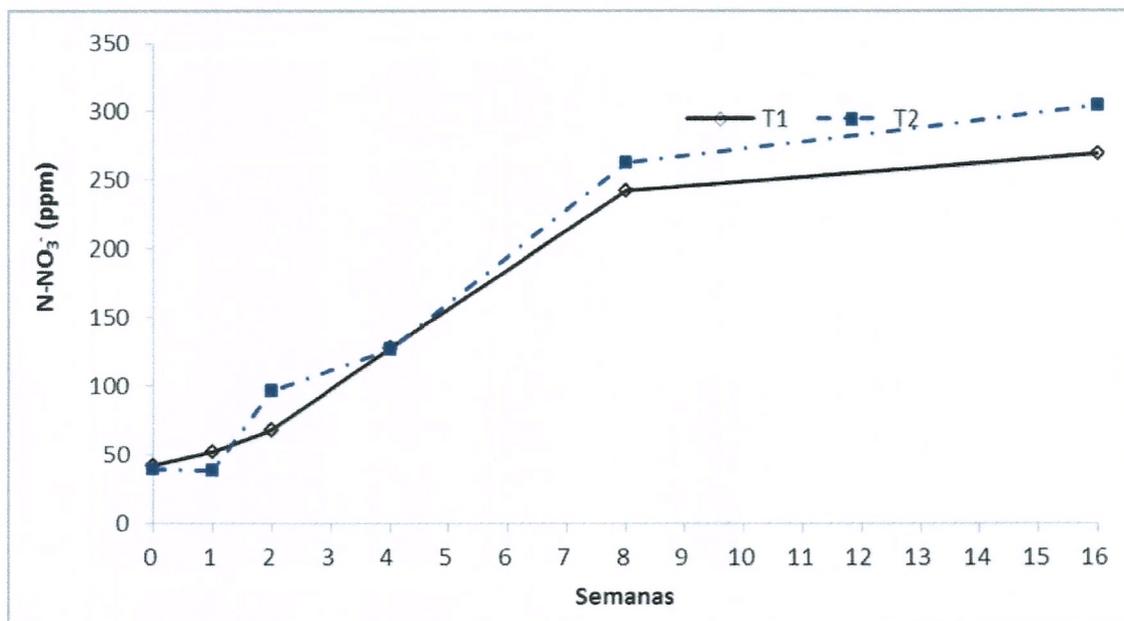


Figura 34: Evolución de la concentración de N nítrico en el suelo Villarrica durante 4 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

La concentración de nitrato en todos los tratamientos evaluados presentó un aumento paulatino en el tiempo. La mayor concentración de nitrato durante el tiempo de evaluación y al término de éste se presentó con el uso de Pro gro.

E) Disponibilidad de Nitrógeno Total: Los resultados se presentan en las figuras 35, 36, 37, 38 ,39 y 40. La evolución del Nitrógeno Total con la aplicación de los fertilizantes se evaluó en los tres tipos de suelos: Para una mejor presentación de los datos debido a que son 15 tratamientos se procedió a dividir la información en dos gráficos.

E-1 Suelo de Mataquito

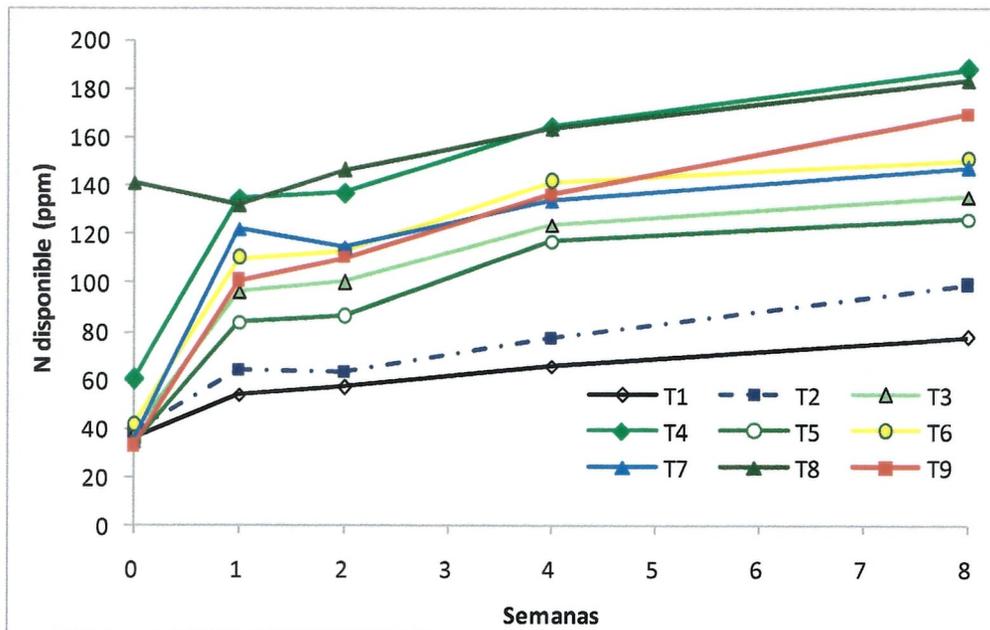


Figura 35: Evolución de la concentración de N disponible (amonio + nitrato) en el suelo Mataquito durante 4 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

- T1: Control
- T2: Compost local Mataquito
- T3: Fertile
- T4: Pro Gro
- T5: Harina de Lupino
- T6: Fertilización Convencional (Urea)
- T7: Purely Lysine
- T8: Salitre Sódico
- T9: Harina de Sangre

Para el N disponible, se observa una evolución creciente con el tiempo de incubación como efecto de la mineralización del N orgánico. Existen variaciones en la tasa de entrega de este N disponible, pudiendo separar a los fertilizantes entre aquellos de entrega inmediata (Salitre), entrega rápida (Purely Lysine, Pro gro, harina de sangre, urea), entrega controlada (Fétil y harina de lupino) y entrega lenta (compost). El mayor valor de N disponible se obtuvo con el uso de Pro Gro y Salitre Sódico.

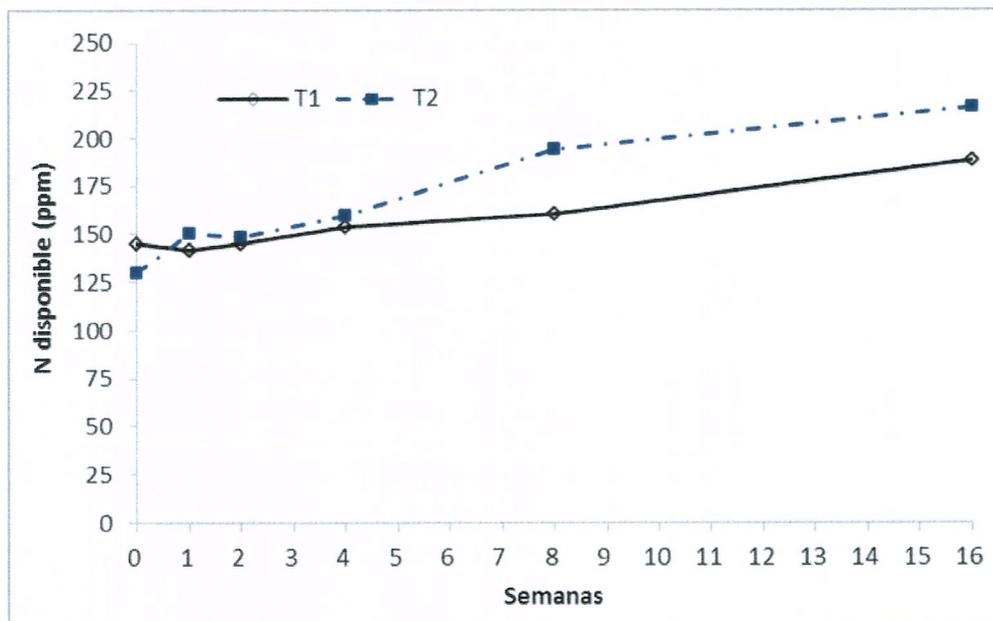


Figura 36: Evolución de la concentración de N disponible (amonio + nitrato) en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

Para el suelo Mataquito la concentración de N disponible en la mayoría de los tratamientos presentó estabilidad durante el tiempo de evaluación (excepto con el uso de Pro gro), indicando que la entrega de N en la mayoría de los tratamientos se genera al momento de aplicación y luego ya no existe más entrega de N disponible (excepto con el Pro gro). La mayor concentración de N disponible al término de éste se presentó con Pro gro, Fertichem e Ilsa Drip. En general la disponibilidad de N en este suelo generada con el uso de Fertichem e

Ilsa Drip (fertilizantes nitrogenados solubles) fue equivalente al 80% y 81%, respectivamente, respecto del valor obtenido en el tratamiento control que no recibió aportes de N en las incubaciones anteriores. Por su parte el valor de disponibilidad de Pro gro en las primeras 4 semanas de incubación fue de 70% y a las 16 semanas de un 86%.

E.2 Suelo de Virquenco

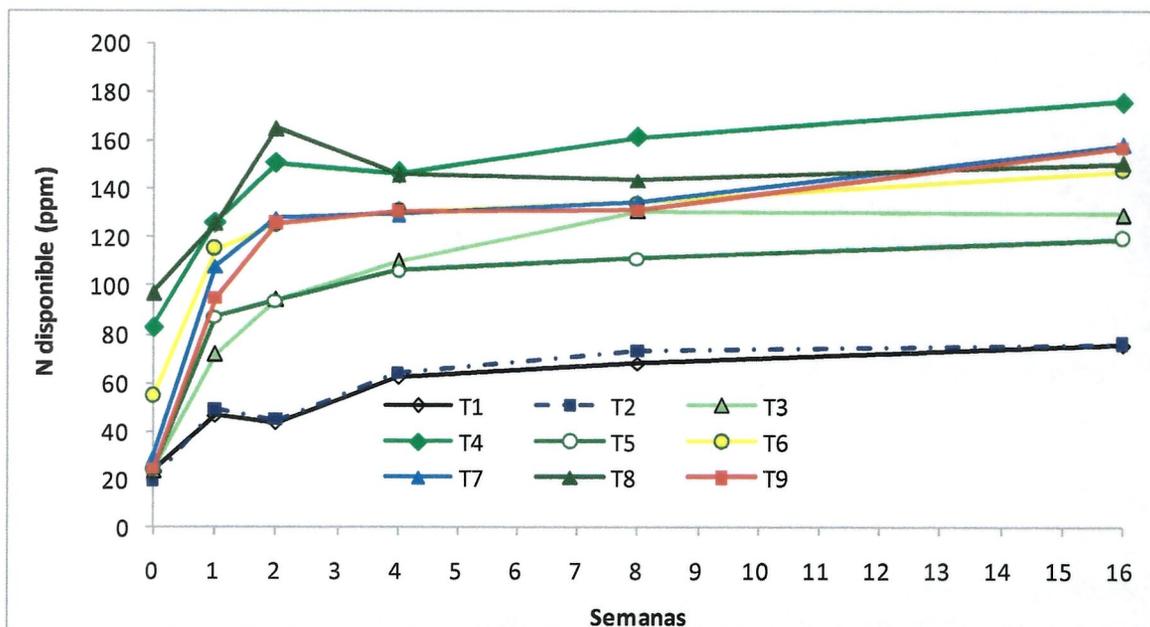


Figura 37: Evolución de la concentración de N disponible (amonio + nitrato) en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 9 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| T1: Control | T8: Salitre Sódico |
| T2: Compost local Mataquito | T9: Harina de Sangre |
| T3: Fertile | |
| T4: Pro Gro 13-0-4-5 | |
| T5: Harina de Lupino | |
| T6: Fertilización Convencional (Urea) | |
| T7: Purely Lysine | |

Para el N disponible, se observa una evolución creciente con el tiempo de incubación como efecto de la mineralización del N orgánico. Existen variaciones en la tasa de entrega de este N disponible, pudiendo separar a los fertilizantes entre aquellos de entrega inmediata (Salitre y Pro Gro), entrega rápida (Purely Lysine, harina de sangre, urea), entrega controlada (Fétil y harina de lupino) y entrega lenta (compost). El mayor valor de N disponible se obtuvo con el uso de Pro Gro y Salitre Sódico.

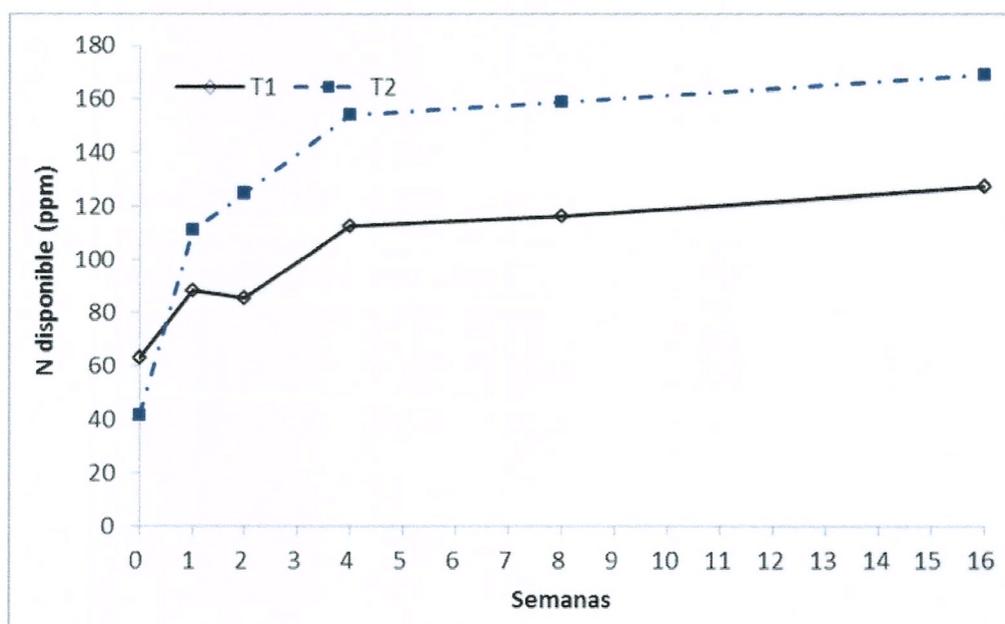


Figura 38: Evolución de la concentración de N disponible (amonio + nitrato) en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

La concentración de N disponible para este suelo en todos los tratamientos presentó un leve aumento durante el tiempo de evaluación (disponibilidad de N que se produce al momento de la aplicación y luego el aumento de disponibilidad es muy leve), excepto con el uso de Ilsa Drip y Pro gro donde se presentó un incremento paulatino muy marcado en la primera semana de incubación, y durante las primeras 2 semanas, respectivamente. La mayor concentración de N disponible durante el tiempo de evaluación y al término de éste se

presentó con el uso de P-Gro, luego del Ilsa Drip y finalmente de Fertichem. En general la disponibilidad de N en este suelo generada con el uso de Fertichem e Ilsa Drip fue equivalente al 43% y 64%, respectivamente, respecto del valor obtenido en el tratamiento control sin fertilización de las incubaciones anteriores. Este valor para Pro gro en las primeras 4 semanas de incubación fue de 83%.

E. 3 Suelo de Villarrica

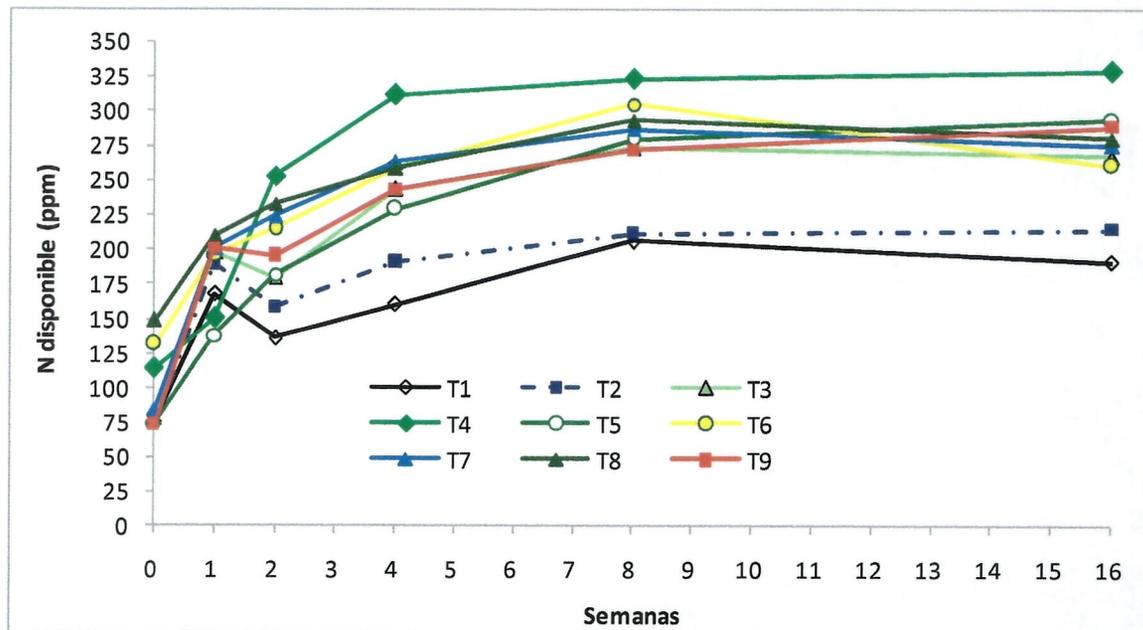


Figura 39: Evolución de la concentración de N disponible (amonio + nitrato) en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Primera temporada de Incubación.

- T1: Control
- T2: Compost local Mataquito
- T3: Fertile
- T4: Pro gro 13-0-4-5
- T5: Harina de Lupino
- T6: Fertilización Convencional (Urea)
- T7: Purely Lysine
- T8: Salitre Sódico
- T9: Harina de Sangre

Para el N disponible, se observa una evolución creciente con el tiempo de incubación como efecto de la mineralización del N orgánico. Existen variaciones en la tasa de entrega de este N disponible, pudiendo separar a los fertilizantes entre aquellos de entrega inmediata (Salitre y Urea), entrega rápida (Purely Lysine, Pro gro, harina de sangre, urea), entrega controlada (Fétil y harina de lupino) y entrega lenta (compost). El mayor valor de N disponible se obtuvo con el uso de Pro Gro.

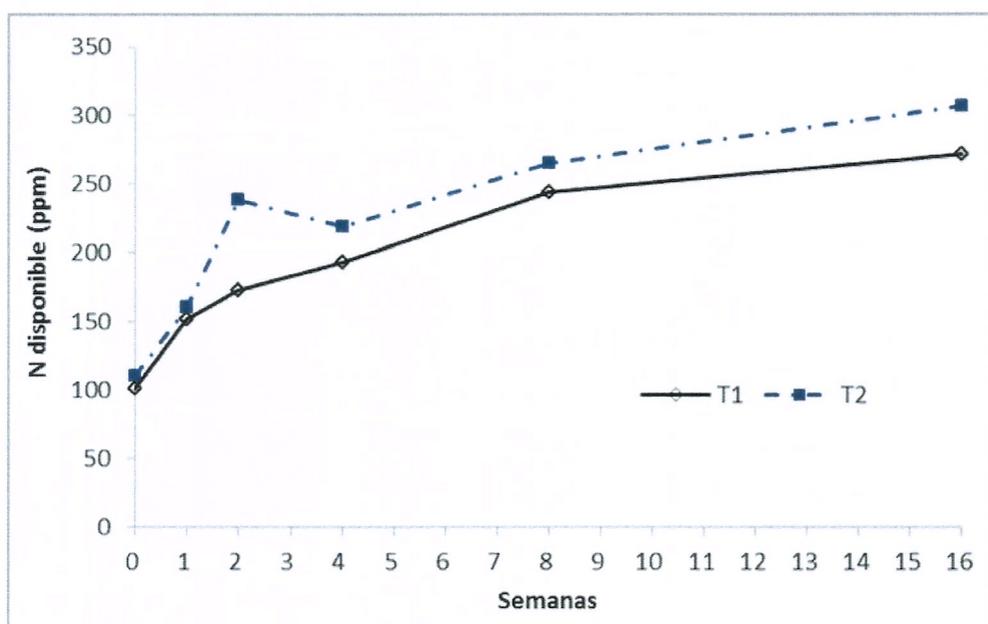


Figura 40: Evolución de la concentración de N disponible (amonio + nitrato) en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

T1: Fertichem (100 ppm de N).

T2: Ilsa Drip (100 ppm de N).

Para el suelo Villarrica la concentración de N disponible en todos los tratamientos presentó un aumento paulatino en el tiempo, a diferencia de los otros 2 suelos. Esto indica que el suelo Villarrica presenta condiciones más favorables para los procesos biológicos que afectan la disponibilidad de N desde los fertilizantes nitrogenados evaluados, además de la

mineralización natural de este elemento como se presentó en informes anteriores. La mayor concentración de N disponible durante el tiempo de evaluación y al término de éste se presentó con el uso de P. Gro, seguido de Ilsa Drip y luego de Fertichem. En general la disponibilidad de N en este suelo generada con el uso de Fertichem e Ilsa Drip fue equivalente al 20% y 47%, respectivamente, respecto del valor obtenido en el tratamiento control sin N. El valor de disponibilidad de N para el Pro gro en el mismo periodo fue de 72%.

Como promedio de los 3 suelos y considerando todos los fertilizantes evaluados durante las 2 temporadas de incubación de suelos, la dinámica de entrega de N se presenta en la figura 41.

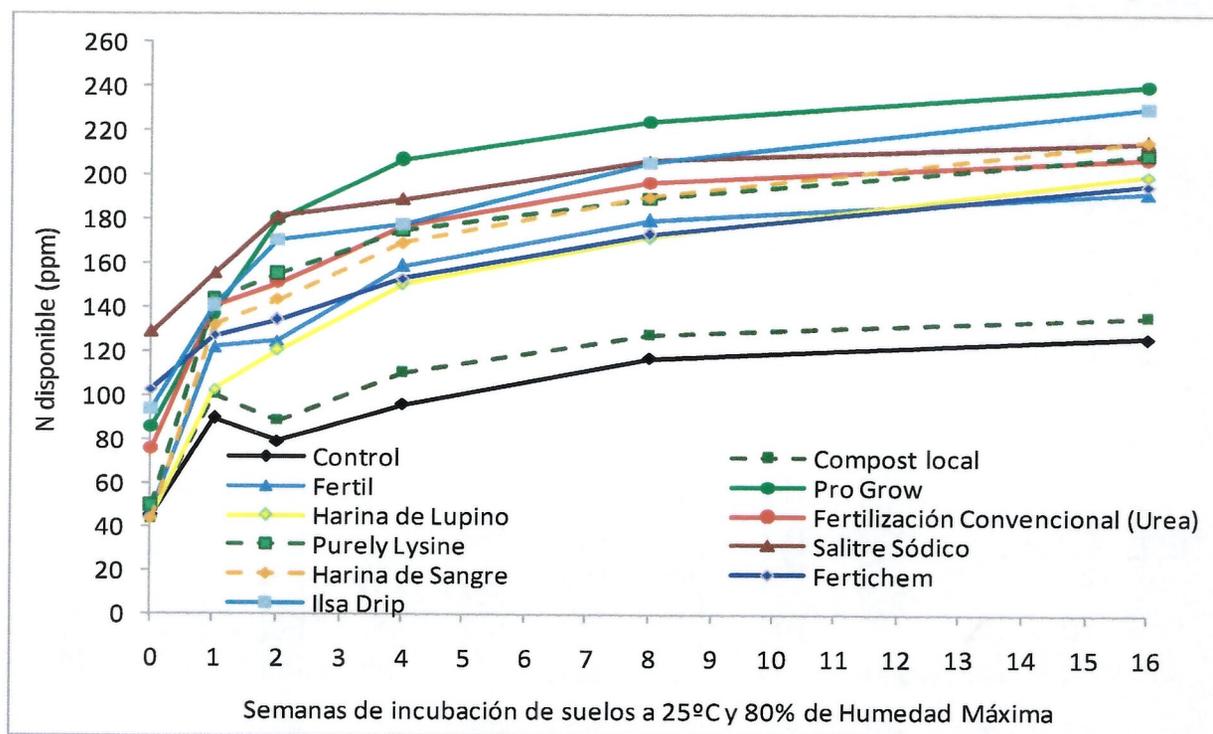


Figura 41: Evolución de la disponibilidad de Nitrógeno con 10 fuentes de fertilización y 1 control sin fertilizante durante un periodo de incubación de suelos a 25°C y 80% de la humedad máxima durante un periodo de 16 semanas. Los resultados presentados corresponden al promedio de 3 suelos y 4 repeticiones en cada suelo y momento de evaluación.

La disponibilidad más rápida de N se logró con el uso de Salitre sódico, seguido de Fertichem, Ilsa Drip y Pro Gro, comportándose como fertilizantes de entrega rápida, en tanto que el

Salitre se comportó como un fertilizante de entrega inmediata. Por su parte la fertilización convencional presentó una disponibilidad inicial inferior a los fertilizantes mencionados. Los fertilizantes Purely Lysine y Harina de Sangre presentaron una disponibilidad que incrementó entre la primera y segunda semana de incubación, comportándose como un fertilizante de entrega rápida a intermedia. La Harina de Lupino y el Fertil se comportaron como un fertilizante de entrega intermedia, en tanto que el compost se comportó como un fertilizante de entrega lenta.

A su vez, la tasa de entrega de N como promedio de los 3 suelos y para todos los fertilizantes evaluados en ambas temporadas de incubación de suelos se presenta en la Figura 42.

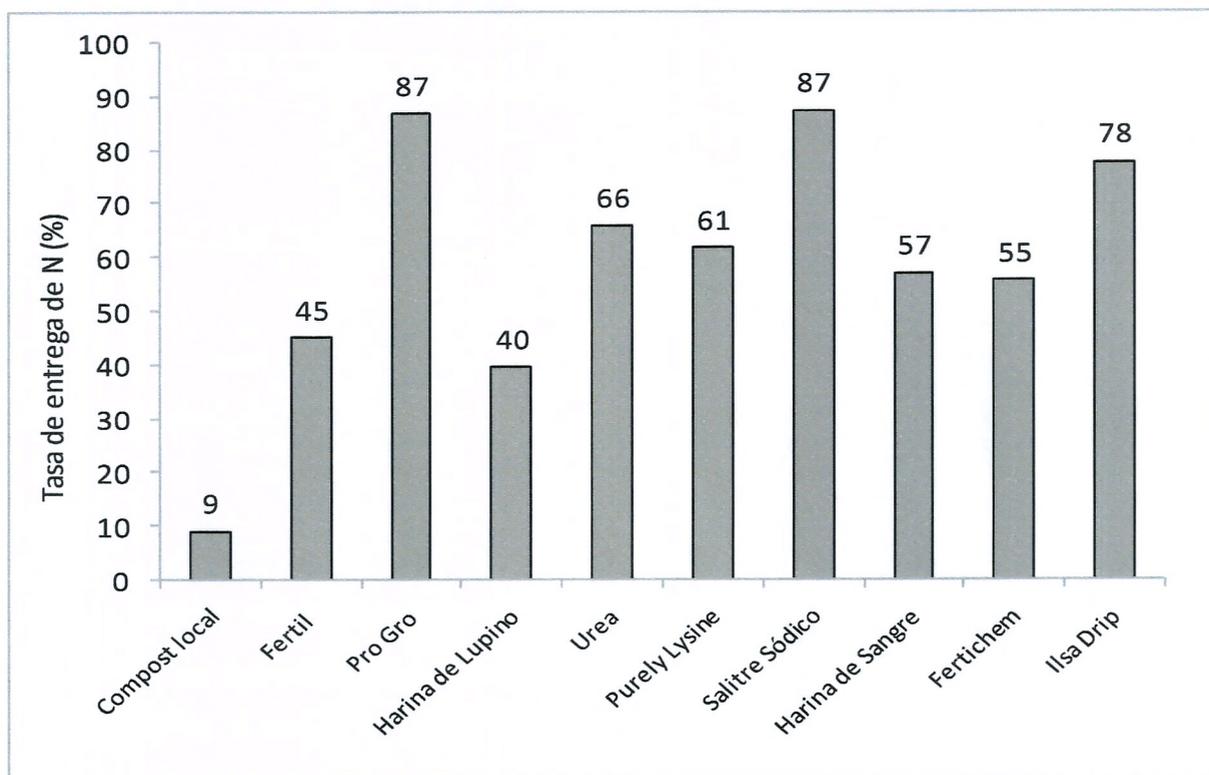


Figura 42: Tasa de entrega de Nitrógeno disponible obtenida como promedio del tiempo de incubación de suelos por 16 semanas a una temperatura de 25°C y 80% de la humedad máxima. Los resultados presentados corresponden al promedio de 3 suelos y 4 repeticiones en cada suelo y momento de evaluación.

La mayor tasa de entrega de Nitrógeno se obtuvo con el uso de Pro Gro y Salitre Sódico que superaron el 80% de entrega (fertilizantes de tasa de entrega muy alta, 87%), seguidos del uso de Ilsa Drip (78%), Urea (66%), Purely Lysine (61%), Harina de Sangre (57%) y Fertichem (55%), que presentaron una entrega entre 50 y 79% (fertilizantes de tasa media de entrega). Por su parte los fertilizantes Fértil y Harina de Lupino presentaron una tasa de entrega entre 30 y 50% (fertilizantes de tasa de entrega baja). El compost presentó una muy baja tasa de entrega de Nitrógeno (menor al 30%).

F) Disponibilidad de Fósforo: Los resultados se presentan en las figuras 43, 44 y 45. La evolución del Fosforo disponible con la aplicación de los fertilizantes se evaluó en los tres tipos de suelos

F.1 Suelo de Mataquito

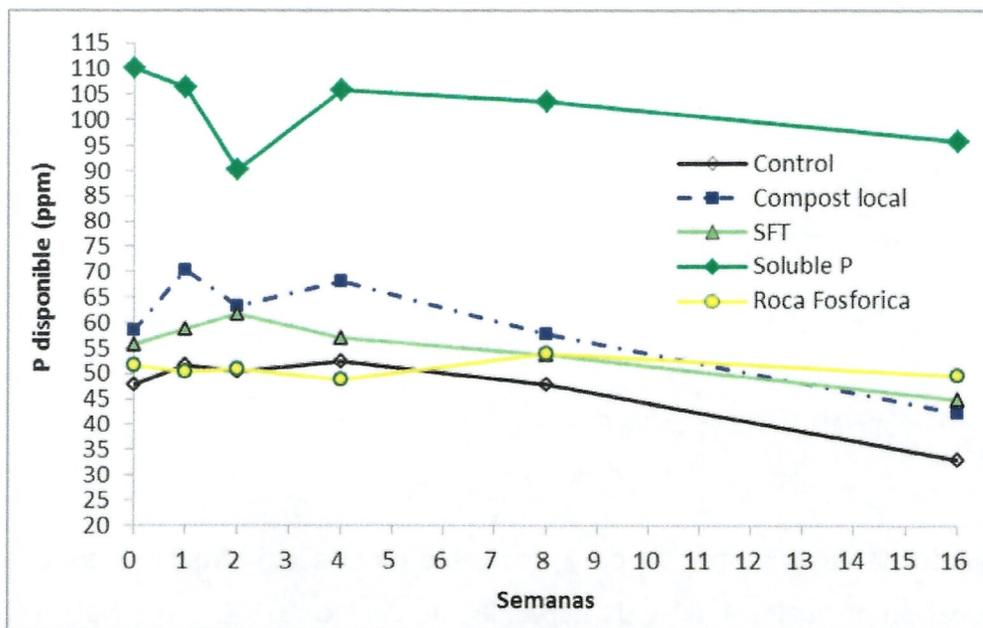


Figura 43: Evolución de la concentración de P disponible en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 5 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación con 100 ppm de P₂O₅

La disponibilidad de P en general presentó estabilidad en el tiempo de evaluación, y en general la mayor disponibilidad de este elemento tanto al inicio como durante el tiempo de

incubación se presentó con el uso de soluble P, lo cual lo caracteriza como un producto de alta solubilidad y disponibilidad de P. La disponibilidad de P desde la Roca fosfórica fue muy baja, incluso con leve tendencia a la baja en el tiempo, asociada a procesos de fijación de P en el suelo. Uno de los factores negativos para su entrega puede ser el pH que en este caso fue siempre mayor a 5,6, en consecuencia que para lograr una mayor solubilidad de la roca fosfórica se necesita de pH inferior a 5,5, aunque los valores de pH real (mayor a 5,6) y crítico (menor a 5,5) están muy cercanos.

F.2 Suelo de Virquenco

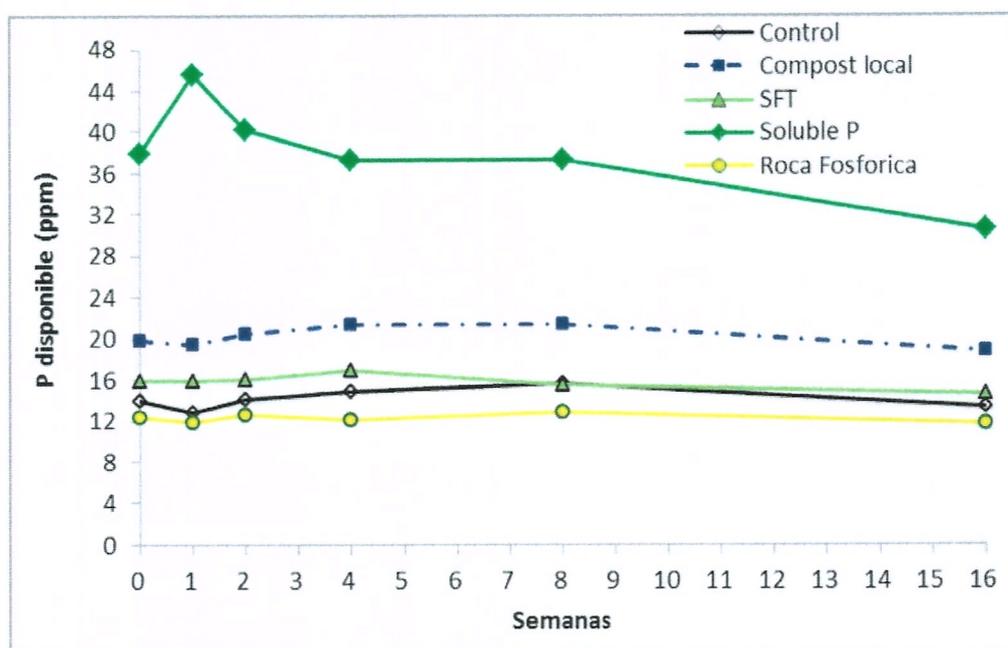


Figura 44: Evolución de la concentración de P disponible en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 5 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación con 100 ppm de P₂O₅.

La disponibilidad de P en general presentó estabilidad en el tiempo de evaluación, y en general la mayor disponibilidad de este elemento tanto al inicio como durante el tiempo de incubación se presentó con el uso de Soluble P (situación similar ocurrió en el suelo Mataquito), lo cual lo caracteriza como un producto de alta solubilidad y disponibilidad de P.

La disponibilidad de P desde la Roca fosfórica fue muy baja, lo cual la caracteriza como un fertilizante de baja y lenta entrega de P, aunque uno de los factores negativos para su entrega puede ser el pH que en este caso fue siempre mayor a 6,0, en consecuencia que para lograr una mayor solubilidad de la roca fosfórica se necesita de pH inferior a 5,5.

F.3 Suelo de Villarrica

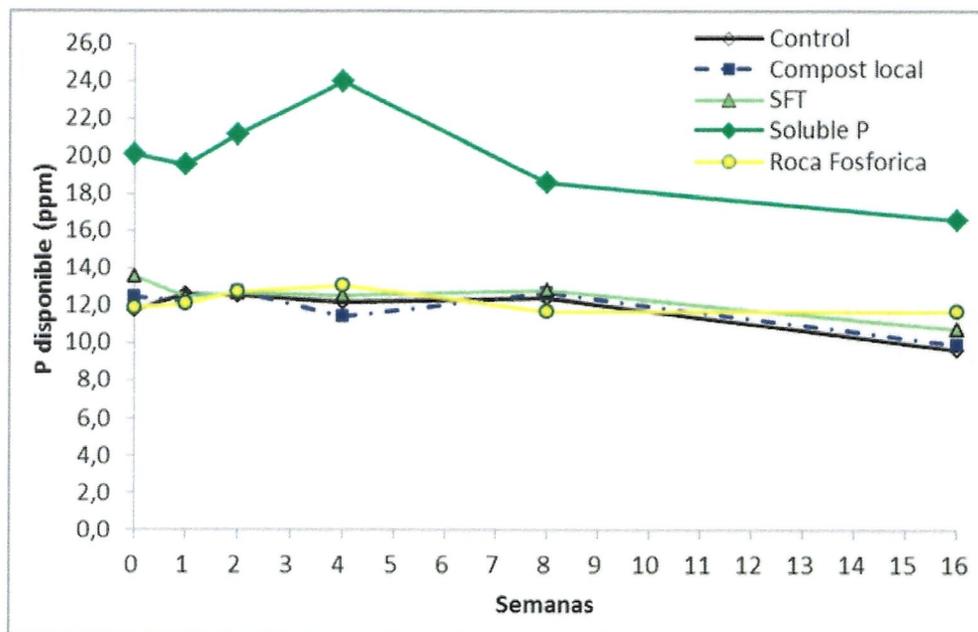


Figura 45: Evolución de la concentración de P disponible en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 5 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

En general la disponibilidad de P para el suelo Villarrica en todos los tratamientos presentó un leve aumento en el tiempo de evaluación, y la mayor disponibilidad de este elemento tanto al inicio como durante el tiempo de incubación se presentó con el uso de Soluble P, lo cual lo caracteriza como un producto de alta solubilidad y disponibilidad de P. La disponibilidad de P desde la Roca fosfórica fue muy baja, con leve tasa de aumento en el tiempo que pudo estar asociada a la disminución paulatina del pH en ese tratamiento llegando a valores cercanos a 5,5 señalado como nivel crítico para que mejore la solubilidad de la Roca fosfórica.

La tasa de entrega útil de los fertilizantes fosforados después de las 16 semanas en incubación en los tres tipos de suelos es muy baja, esto implica que todos aquellos fertilizantes fosforados que se fabriquen en mezcla con roca fosfórica tengan un uso restringido por el pH del suelo en que se utilizan. Los resultados presentados señalan que se debe continuar buscando fuentes de fósforos que sean solubles y de mayor disponibilidad. La fuente Soluble P se presenta como un producto soluble y con una mayor disponibilidad, sin embargo, hasta la fecha no ha logrado tener certificación orgánica.

G) Disponibilidad de Potasio: Los resultados se presentan en las figuras 46, 47 y 48. La evolución de potasio disponible con la aplicación de los fertilizantes se evaluó en los tres tipos de suelos

G.1 Suelo de Mataquito

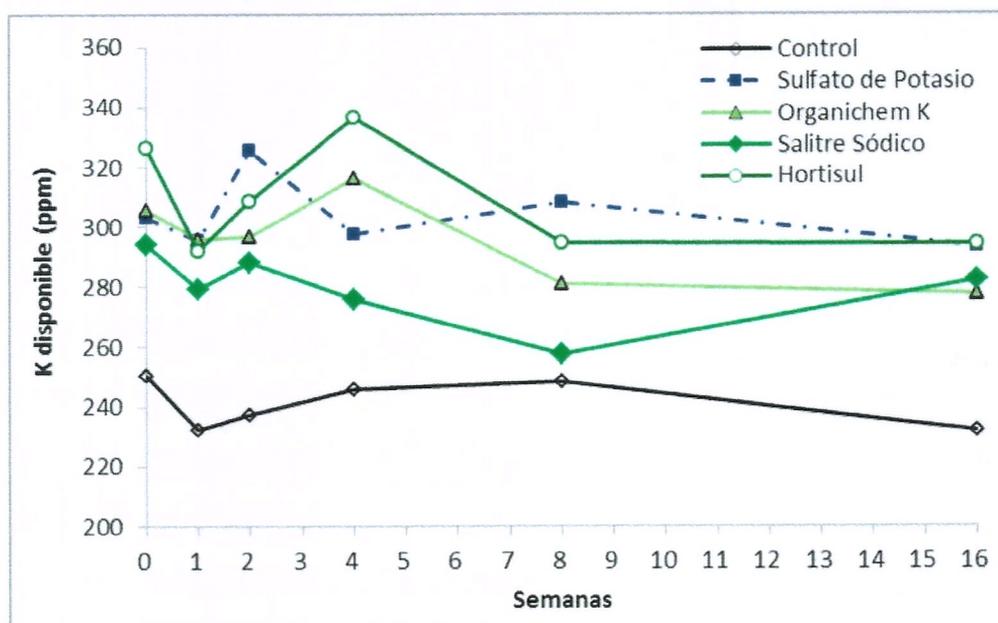


Figura 46: Evolución de la concentración de K disponible en el suelo Mataquito durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 5 tratamientos de fertilización. Primera y segunda temporada de Incubación.

La concentración de K disponible para este suelo en todos los tratamientos presentó leves cambios en el tiempo sin una tendencia general clara, asociada a procesos de intercambio catiónico dependientes de cambios en el pH y fijación-desorción de otros cationes. La mayor

concentración de K disponible durante el tiempo de evaluación y al término de éste se presentó con el uso de Hortisul y fue muy similar a lo obtenido con el uso de Organichem K.

G.2 Suelo de Virquenco

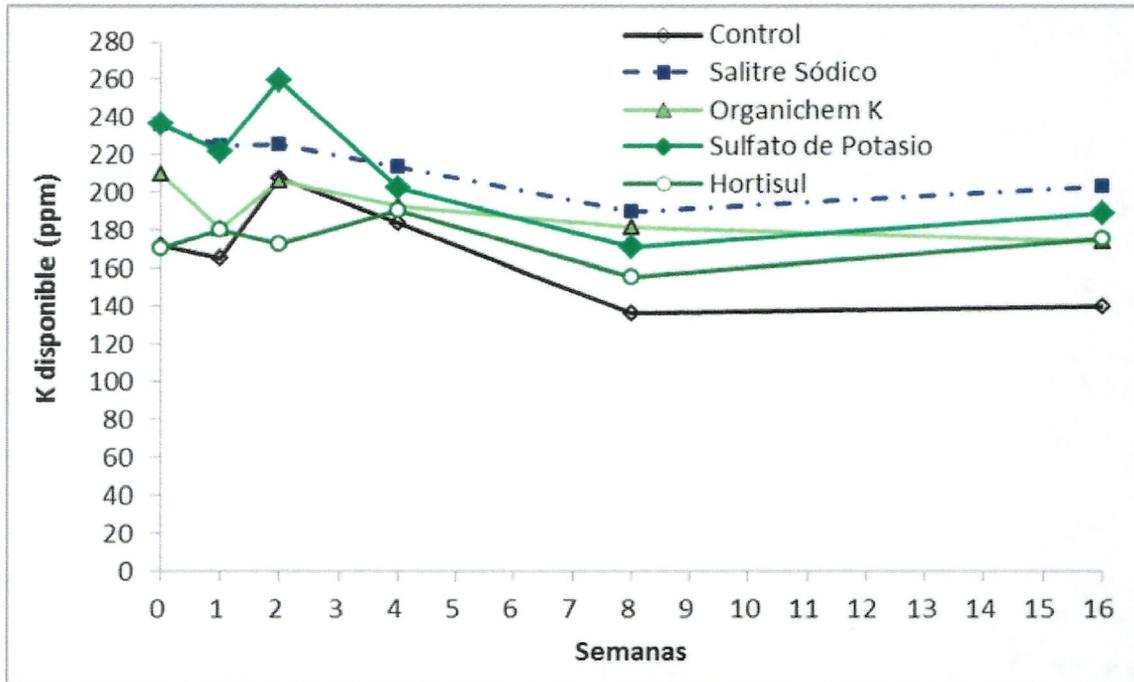


Figura 47: Evolución de la concentración de K disponible en el suelo Virquenco durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 5 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

La concentración de K disponible para este suelo en todos los tratamientos presentó estabilidad durante el tiempo de evaluación. La mayor concentración de K disponible durante el tiempo de evaluación y al término de éste se presentó con el uso de Organichem K, y fue muy similar a lo obtenido con el uso de Hortisul.

G.3 Suelo de Villarrica

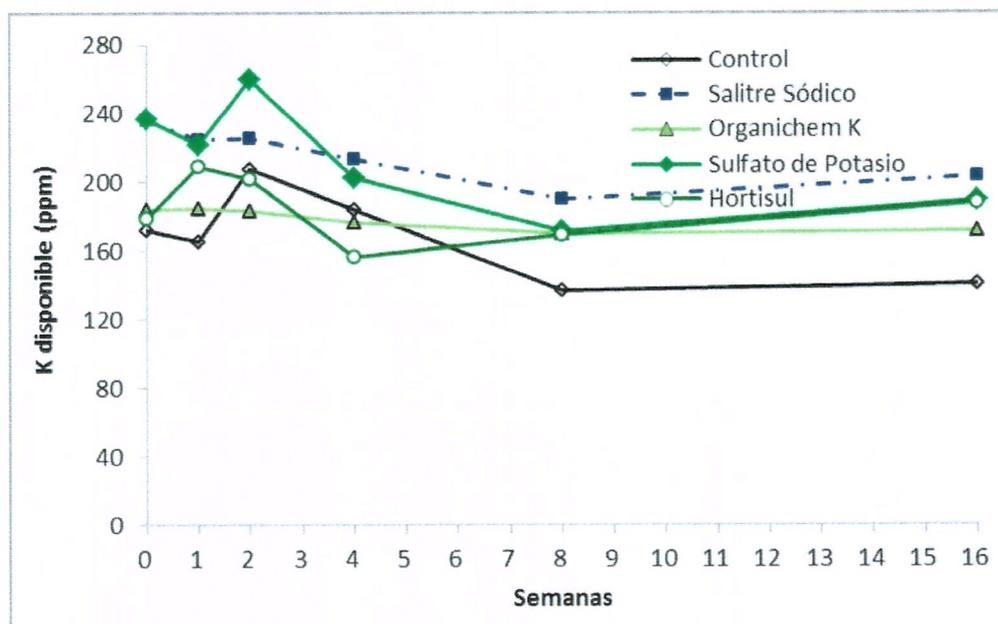


Figura 48: Evolución de la concentración de K disponible en el suelo Villarrica durante 16 semanas de incubación de suelos al 80% de Capacidad de Campo y 25°C con 6 tratamientos de fertilización. Segunda temporada de Incubación.

La concentración de K disponible para este suelo presentó en general estabilidad en el tiempo, excepto con el uso de Fertichem (fertilizante que también aporta K en relación N:K₂O = 1,46:1) que presentó un incremento notable en la semana 2, para luego caer nuevamente. La mayor concentración de K disponible promedio durante el tiempo de evaluación se presentó con el uso de Fertichem, que fue levemente superior a lo obtenido con el uso de Organichem K y Hortisul. En general la disponibilidad de K en este suelo generada con el uso de Organichem K y Hortisul fue equivalente al 95% y 100%, respectivamente, respecto del valor obtenido en el tratamiento control.

Los resultados obtenidos permitió clasificar los fertilizantes de acuerdo a la tasa de entrega útil de potasio evaluada para los tres tipos de suelos en fertilizantes de alta entrega de K, con un mayor al 40% de liberación al sulfato de potasio (convencional), salitre sódico, Hortisul y

organichem K. Para el caso de aquellos fertilizantes cuyo concentración tiene contenidos de potasio en su formulación como son el Pro gro, Fertichem, se les clasificó como fertilizantes de entrega media.

4.2 Resultados de Campo

4.2.1. Propiedades químicas del suelo al término de la segunda temporada de campo. Muestreo realizado en diciembre de 2013.

A) Aplicación de Fertilizantes por Cobertura: Los resultados de los análisis de suelo con su respectivo análisis estadístico se presenta en las tablas 6,7 y 8.

a.1 Mataquito

Tabla 6: Resultados de los análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 en el campo de Mataquito para el tratamiento por cobertura.

Tratamiento	P		N		pH		M.O.		Ca		Mg		K		Na	
1	43	a	15	a	5.4	a	3.1	a	7.9	a	1.9	b	0.87	a	0.36	ab
2	46	a	15	a	5.5	a	3.0	a	9.3	a	2.1	ab	0.84	a	0.41	ab
3	39	a	38	a	5.5	a	3.0	a	9.0	a	2.2	a	0.86	a	0.46	a
8	50	a	19	a	5.4	a	3.2	a	7.7	a	1.9	b	0.83	a	0.35	b
9	40	a	50	a	5.6	a	3.1	a	7.5	a	2.0	ab	0.96	a	0.32	b
CV (%)	15		94		4,9		10,2		11,8		8,3		9,4		34,6	

Tratamiento	Boro		S		CE		N-NO ₃		N-NH ₄	
1	0.34	a	99	a	0.29	a	13	a	2.0	a
2	0.37	a	112	a	0.37	a	13	a	1.6	a
3	0.38	a	104	a	0.35	a	31	a	6.9	a
8	0.37	a	114	a	0.39	a	15	a	3.3	a
9	0.38	a	92	a	0.29	a	33	a	17.0	a
CV (%)	9,1		13,9		33,9		69,4		220	

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$).

Donde:

T1: Control

T2: Compost local del campo

T3: Fértil

T8: Harina de Lupino

T9: Fertilización convencional

El análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 sólo indicó diferencias para las concentraciones de Mg y Na. Para la concentración de Mg en el suelo el mayor valor se obtuvo con el uso de Fértil, el cual sólo superó al tratamiento control y harina de lupino ($p < 0,05$). Para el caso del Na, la mayor concentración se obtuvo con el uso de Fértil, que sólo superó a los tratamientos harina de lupino y fertilización convencional ($p < 0,05$). Se habría esperado encontrar diferencias en las concentraciones de N disponible, o de amonio y nitratos dado que se está trabajando con fertilizantes nitrogenados de diferentes velocidades de entrega, sin embargo los altos coeficientes de variación (CV) no permitieron detectar diferencias entre tratamientos. No obstante, cuantitativamente el tratamiento con mayor concentración de N disponible fue el uso de fertilizantes convencionales, seguido de Fértil.

a.2 Virquenco.

Tabla 7: Resultados de los análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 en el campo de Virquenco para el tratamiento por cobertera.

Tratamiento	P		N		pH		M.O.		Ca		Mg		K		Na	
1	22.7	a	17	b	6.1	a	6.9	ab	5.6	a	1.8	a	0.48	b	0.16	a
2	27.6	a	24	ab	6.1	a	7.1	ab	6.1	a	1.9	a	0.87	a	0.16	a
3	28.8	a	21	ab	6.1	a	7.5	a	6.3	a	2.1	a	0.55	b	0.14	a
8	23.2	a	30	ab	6.1	a	6.1	b	6.3	a	2.0	a	0.47	b	0.15	a
9	29.8	a	42	a	5.7	b	6.3	b	5.1	a	1.6	a	0.66	ab	0.13	a
CV (%)	23,8		89		3,8		10,7		14,8		24,4		28,0		92	

Tratamiento	Boro		S		CE		N-NO ₃		N-NH ₄	
1	0.54	a	36	b	0.09	a	14	b	3.0	a
2	0.61	a	42	ab	0.09	a	20	ab	3.3	a
3	0.61	a	40	ab	0.08	a	18	ab	2.7	a
8	0.56	a	45	ab	0.10	a	28	ab	2.1	a
9	0.63	a	74	a	0.16	a	41	a	1.9	a
CV (%)	15,4		71		52		97		83	

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$).

T1: Control

T9: Fertilización convencional

T2: Compost local del campo

T3: Fértil

T8: Harina de Lupino

El análisis de suelo realizado en el mes de diciembre de 2013 indicó diferencias para las concentraciones de N, K, S, nitrato y contenido de MO. Como era esperable la concentración de amonio fue baja, indicando que había ocurrido la nitrificación de gran parte del N en forma de amonio aplicado en primavera. La mayor concentración de K se obtuvo con el uso de compost, que fue mayor a todos los demás tratamientos ($p < 0,05$) excepto al uso de fertilización convencional. La mayor concentración de S se obtuvo con el uso de fertilizantes convencionales (uso de sulfato de potasio) y superó a todos los demás tratamientos ($p < 0,05$). Por su parte, el mayor contenido de MO se obtuvo con el uso de Fértil, el cual sólo superó los valores obtenidos con el uso de Harina de Lupino y la fertilización convencional ($p < 0,05$). Al igual que lo ocurrido en Mataquito, el CV obtenido para la concentración de N disponible fue muy alto, asociado a lo dinámico de este nutriente.

a.3 Villarrica.

Tabla 8: Resultados de los análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 en el campo de Villarrica para el tratamiento por cobertera.

Tratamiento	P		N		pH		M.O.		Ca		Mg		K		Na	
1	18.9	a	85	b	5.6	a	23.6	a	9.4	a	1.3	ab	0.36	b	0.12	a
2	40.2	a	102	b	5.7	a	23.9	a	14.8	a	1.4	a	0.42	b	0.10	a
3	23.0	a	114	ab	5.4	a	23.7	a	9.1	a	0.7	c	0.36	b	0.10	a
8	15.2	a	162	ab	5.4	a	23.8	a	10.0	a	0.8	bc	0.45	b	0.11	a
9	30.7	a	361	a	5.1	a	23.4	a	7.6	a	0.7	c	0.85	a	0.10	a
CV (%)	116		104		7,8		6,4		62		36,6		48,4		133	

Tratamiento	Boro		S		CE		N-NO ₃		N-NH ₄	
1	0.68	a	78	a	0.17	b	74	b	11.0	a
2	0.67	a	64	a	0.23	ab	91	b	11.5	a
3	0.67	a	64	a	0.21	ab	104	ab	10.0	a
8	0.73	a	54	a	0.27	ab	150	ab	13.0	a
9	0.76	a	49	a	0.56	a	349	a	12.8	a
CV (%)	22,0		74		86		110		55,1	

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$).

T1: Control

T8: Harina de Lupino

T2: Compost local del campo

T3: Fértil

T9: Fertilización convencional

El análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 indicó diferencias en las concentraciones de N, Mg, K, nitratos y en la CE. Ninguno de los tratamientos logró las mayores concentraciones en todos los nutrientes analizados, y para el N disponible, nitrato, potasio y CE, el uso de la fertilización convencional logró la mayor concentración, superando en el caso del N disponible al control y al uso de Compost ($p < 0,05$). Si bien se observan diferencias cuantitativas entre algunos tratamientos, el alto CV obtenido no permitió detectar más diferencias.

B) Aplicación de Fertilizantes Solubles simulando Fertirrigación (Aplicación Parcializada): Los resultados de los análisis de suelo con su respectivo análisis estadístico se presenta en las tablas 9,10 y 11

b.1 Mataquito.

Tabla 9: Resultados de los análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 en el campo de Mataquito para el tratamiento por parcializada.

Tratamiento	P		N		pH		M.O.		Ca		Mg		K		Na	
1	68	a	27	a	5.61	a	3.4	a	8.7	a	1.7	a	0.90	a	0.21	a
2	62	a	88	a	5.18	b	3.7	a	7.8	a	1.7	a	0.89	a	0.24	a
3	77	a	49	a	5.42	ab	3.7	a	8.3	a	1.7	a	0.97	a	0.23	a
4	64	a	96	a	5.24	ab	3.8	a	8.3	a	1.8	a	0.87	a	0.28	a
6	77	a	87	a	5.31	ab	3.8	a	8.5	a	1.7	a	0.94	a	0.23	a
CV (%)	18,2		79,0		5,5		9,1		11,4		12,3		11,2		22,7	
Tratamiento	Boro		S		CE		N-NO ₃		N-NH ₄							
1	0.37	a	67	a	0.24	a	23	a	4.1	a						
2	0.25	b	77	a	0.28	a	67	a	21.1	a						
3	0.30	ab	86	a	0.29	a	45	a	3.7	a						
4	0.38	a	80	a	0.30	a	84	a	12.2	a						
6	0.36	a	81	a	0.29	a	80	a	6.9	a						
CV (%)	20,8		25		36,6		76,3		174,3							

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$).

T1: Control

T6: Fertilización Convencional

T2: Ilsa Drip

T3: Fertichem

T4: Pro gro

El análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 sólo indicó diferencias para el pH y la concentración de B. Para el pH el mayor valor se obtuvo en el control sin fertilización, el cual sólo superó al tratamiento que recibió Ilsa Drip ($p < 0,05$). Para el caso del B, la mayor concentración se obtuvo en el control y con el uso de Pro gro y fertilización convencional, que sólo superaron al tratamiento donde se aplicó ILSA Drip ($p < 0,05$). Se habría esperado encontrar diferencias en las concentraciones de N disponible, o de amonio y nitratos dado que se está trabajando con fertilizantes nitrogenados de diferentes velocidades de entrega, sin embargo los altos coeficientes de variación (CV) no permitieron detectar diferencias entre tratamientos. Sin embargo, en términos cuantitativos los tratamientos que presentaron la mayor concentración de N disponible fueron el uso de Ilsa Drip, Pro gro y fertilización convencional.

b.2 Virquenco.

Tabla 10: Resultados de los análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 en el campo de Virquenco para el tratamiento por parcializada.

Tratamiento	P		N		pH		M.O.		Ca		Mg		K		Na	
1	21.4	b	20	b	6.1	a	6.3	a	6.3	a	2.2	a	0.55	b	0.18	a
2	23.7	ab	64	ab	5.7	b	6.6	a	5.8	ab	1.8	ab	0.62	b	0.16	a
3	29.2	a	42	b	5.6	b	6.5	a	4.9	b	1.5	b	0.84	a	0.16	a
4	23.3	ab	56	ab	5.7	b	6.6	a	6.0	a	1.7	b	0.52	b	0.19	a
6	25.5	ab	112	a	5.6	b	6.5	a	4.8	b	1.5	b	0.61	b	0.13	a
CV (%)	19,4		69		4,4		9,2		13,3		19,4		16,4		30,0	

Tratamiento	Boro		S		CE		N-NO ₃		N-NH ₄	
1	0.58	a	74	a	0.13	a	18	b	2.0	b
2	0.68	a	104	a	0.21	a	53	ab	11.2	b
3	0.67	a	96	a	0.18	a	37	ab	4.7	b
4	0.68	a	101	a	0.20	a	47	ab	8.8	b
6	0.67	a	87	a	0.23	a	71	a	40.9	a
CV (%)	13,5		58,4		40,4		53,4		147	

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$).

T1: Control

T4: Pro gro

T2: Ilsa Drip

T6: Fertilización Convencional

T3: Fertichem

El análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 indicó diferencias en las concentraciones de P, N, Ca, Mg, K, nitratos y amonio. Ninguno de los tratamientos logró las mayores concentraciones en todos los nutrientes analizados, y para el N disponible, nitrato y amonio, el uso de la fertilización convencional logró la mayor concentración, superando en el caso del N disponible al control y al uso de Fertichem ($p < 0,05$). Si bien se observan diferencias cuantitativas entre algunos tratamientos, el alto CV obtenido no permitió detectar más diferencias. Cuantitativamente destaca la concentración de N disponible obtenida con el uso de Ilsa Drip y Pro gro

b. 3 Villarrica.

Tabla 11: Resultados de los análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 en el campo de Villarrica para el tratamiento por parcializada.

Tratamiento	P		N		pH		M.O.		Ca		Mg		K		Na	
1	11.9	b	129	b	5.6	a	22.5	a	9.9	a	1.1	a	0.40	b	0.10	b
2	17.2	ab	248	ab	5.0	b	22.5	a	7.0	a	0.6	b	0.33	b	0.08	b
3	11.9	b	144	b	5.4	ab	22.7	a	8.2	a	0.6	b	0.56	a	0.10	b
4	15.8	b	327	a	5.3	ab	21.5	a	11.4	a	0.8	ab	0.36	b	0.15	a
6	33.8	a	328	a	5.1	ab	22.5	a	9.0	a	0.8	ab	0.53	a	0.09	b
CV (%)	66		46,5		6,6		9,8		43,6		31,8		16,9		24,5	
Tratamiento	Boro		S		CE		N-NO ₃		N-NH ₄							
1	0.58	a	45	ab	0.23	c	123	b	8.1	a						
2	0.78	a	40	ab	0.38	abc	243	ab	7.4	a						
3	0.69	a	69	a	0.27	bc	139	b	5.9	a						
4	0.67	a	48	ab	0.53	a	320	a	7.8	a						
6	0.68	a	17	b	0.49	ab	319	a	10.6	a						
CV (%)	20,4		69		43,2		47		61							

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$).

T1: Control

T2: Ilsa Drip

T3: Fertichem

T4: Pro gro

T6: Fertilización Convencional

El análisis de suelo realizado en diciembre de 2013 indicó diferencias en las concentraciones de P, N, Ca, Mg, K, nitratos y amonio, y en el pH. Ninguno de los tratamientos logró las mayores concentraciones en todos los nutrientes analizados, y para el N disponible, nitrato y amonio, el uso de la fertilización convencional y Pro gro logró la mayor concentración, superando en el caso del N disponible al control y al uso de Fertichem ($p < 0,05$). El tratamiento que generó la mayor acidificación fue Fértil.

En general los análisis de suelo realizados como muestreo de rutina al mes de diciembre de 2013 no permiten identificar diferencias consistentes en los nutrientes evaluados, toda vez que la aplicación de nutrientes vía fertilización genera un efecto de dilución en el suelo respecto de la fertilidad propia de cada suelo, es decir, los kg de nutrientes aplicados en términos relativos constituyen una pequeña cantidad respecto de la cantidad que se genera en forma natural en el suelo y que es variable y de entrega permanente en el tiempo. Resultados similares han sido obtenidos para otros estudios de fertilidad de suelos en experimentos realizados en condiciones de riego (Fernández, 1996; Hirzel *et al.*, 2006; Hirzel *et al.*, 2009; Hirzel *et al.*, 2010).

4.2.2. Resultados de análisis foliares después del segundo año de tratamiento en campo.

a) Resultados de análisis foliares después del segundo año de tratamiento en campo para Arándanos Variedad Legacy con tratamientos por Cobertera realizado en Enero 2014, los resultados se presentan en la tabla 12, 13, y 14.

a.1 Mataquito

Tabla 12: Resultados de los análisis foliar de variedad Legacy realizado en diciembre de 2013 en el campo de Mataquito para el tratamiento por cobertera

Legacy Cobertera

Trat	N		P		K		Ca		Mg		Na	
1	1.67	a	0.09	a	0.43	a	0.39	a	0.14	a	460	a
2	1.68	a	0.08	a	0.41	ab	0.44	a	0.15	a	322	a
3	1.71	a	0.08	a	0.38	bc	0.40	a	0.13	a	471	a
8	1.75	a	0.08	a	0.36	c	0.44	a	0.14	a	819	a
9	1.66	a	0.08	a	0.35	bc	0.40	a	0.12	a	323	a
CV (%)	3,9		4,0		5,1		16,0		15,6		34,6	
Trat	Cu		Fe		Mn		Zn		B		S	
1	5.12	a	55	a	69	a	6.5	a	36.0	a	0.11	a
2	5.27	a	50	a	67	a	5.6	a	40.7	a	0.11	a
3	4.63	a	53	a	81	a	5.4	a	39.4	a	0.10	a
8	4.96	a	50	a	90	a	6.0	a	40.0	a	0.11	a
9	5.16	a	59	a	130	a	6.2	a	42.5	a	0.11	a
CV (%)	23,7		15,2		48,1		11,3		18,6		9,8	

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$). Nota: Los elementos N, P, K, Ca, Mg y S están expresados en %. Los nutrientes Na, Fe, Mn, Cu, Zn y B están expresados en ppm.

T1: Control

T2: Compost local del campo

T3: Fértil

T8: Harina de Lupino

T9: Fertilización convencional

En la variedad Legacy de Mataquito, el análisis estadístico sólo indicó diferencias en las concentraciones de K. La mayor concentración de K se obtuvo en el control ($p < 0,05$) y una concentración similar en el tratamiento con compost ($p > 0,05$), lo cual puede obedecer a que se trata de tratamientos con bajo aporte de N, considerando que el N (amoniaco principalmente) genera competencia con la absorción de K, por tanto en ausencia de este elemento se puede lograr un incremento en la concentración de K en hojas.

En general los resultados del análisis foliar estuvieron dentro del estándar, excepto para las concentraciones de Hierro y Zinc, las cuales estuvieron bajo el rango adecuado.

a.2 Virquenco

Tabla 13: Resultados de los análisis foliar de variedad Legacy realizado en diciembre de 2013 en el campo de Virquenco para el tratamiento por cobertera.

Trat	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
1	1.65	0.07	0.31	0.60	0.17	119	4.64	55	55	5.8	57.5	0.13
2	1.63	0.07	0.37	0.51	0.17	102	4.57	53	45	6.0	54.8	0.13
3	1.55	0.07	0.38	0.56	0.17	62	4.23	49	52	6.2	54.9	0.12
8	1.67	0.07	0.41	0.52	0.16	45	4.30	53	52	6.2	55.7	0.13
9	1.66	0.07	0.49	0.48	0.18	61	4.32	55	64	6.4	50.0	0.13

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$). Nota: Los elementos N, P, K, Ca, Mg y S están expresados en %. Los nutrientes Na, Fe, Mn, Cu, Zn y B están expresados en ppm.

T1: Control

T2: Compost local del campo

T3: Fértil

T8: Harina de Lupino

T9: Fertilización convencional

a.3 Villarrica

Tabla 14: Resultados de los análisis foliar de variedad Legacy realizado en diciembre de 2013 en el campo de Villarrica para el tratamiento por cobertera

Trat	N		P		K		Ca		Mg		Na	
1	1.45	ns	0.071	ns	0.41	ns	0.39	ns	0.08	ns	73	ns
2	1.32	ns	0.068	ns	0.36	ns	0.30	ns	0.06	ns	50	ns
3	1.45	ns	0.074	ns	0.45	ns	0.32	ns	0.07	ns	60	ns
8	1.39	ns	0.073	ns	0.41	ns	0.29	ns	0.06	ns	84	ns
9	1.48	ns	0.075	ns	0.43	ns	0.32	ns	0.08	ns	121	ns
Trat	Cu		Fe		Mn		Zn		B		S	
1	2.79	ns	69	ns	42	ns	5.8	ns	46.8	ns	0.21	ns
2	2.95	ns	77	ns	54	ns	5.7	ns	43.0	ns	0.41	ns
3	2.45	ns	73	ns	67	ns	6.1	ns	44.6	ns	0.37	ns
8	1.73	ns	72	ns	75	ns	5.9	ns	45.1	ns	0.32	ns
9	1.46	ns	68	ns	86	ns	7.1	ns	34.2	ns	0.17	ns

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$). Nota: Los elementos N, P, K, Ca, Mg y S están expresados en %. Los nutrientes Na, Fe, Mn, Cu, Zn y B están expresados en ppm.

T1: Control

T2: Compost local del campo

T3: Fértil

T8: Harina de Lupino

T9: Fertilización convencional

b) *Resultados de análisis foliares después del segundo año de tratamiento en campo para Arándanos Variedad Legacy con tratamientos por parcializada realizado en Enero 2014, los resultados se presentan en la tabla 15, 16, y 17*

b.1 Mataquito

Tabla 15: Resultados de los análisis foliar de variedad Legacy realizado en diciembre de 2013 en el campo de Mataquito para el tratamiento por parcializada

Legacy Parcializada

Trat	N		P		K		Ca		Mg		Na	
1	1.60	a	0.08	a	0.34	a	0.43	a	0.13	a	809	a
2	1.65	a	0.07	a	0.32	a	0.41	a	0.12	a	683	a
3	1.70	a	0.08	a	0.40	a	0.35	a	0.14	a	683	a
4	1.81	a	0.08	a	0.40	a	0.35	a	0.14	a	555	a
6	1.63	a	0.08	a	0.35	a	0.38	a	0.12	a	782	a
CV (%)	7,1		8,0		18,2		22,9		15,0		50	
Trat	Cu		Fe		Mn		Zn		B		S	
1	6.96	a	56	a	121	a	6.9	a	44.6	a	0.10	a
2	6.09	ab	53	a	97	a	6.9	a	39.3	a	0.10	a
3	5.26	ab	56	a	101	a	6.8	a	36.8	a	0.10	a
4	3.90	b	45	a	83	a	6.5	a	30.4	a	0.09	a
6	5.05	ab	48	a	78	a	6.5	a	33.4	a	0.09	a
CV (%)	22,3		9,8		27,5		7,5		17,4		9,7	

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$). Nota: Los elementos N, P, K, Ca, Mg y S están expresados en %. Los nutrientes Na, Fe, Mn, Cu, Zn y B están expresados en ppm.

T1: Control

T4: Pro gro

T2: Ilsa Drip

T6: Fertilización Convencional

T3: Fertichem

En la variedad Legacy de Mataquito, fertilización parcializada, el análisis estadístico sólo indicó diferencias en las concentraciones de Cu, y la mayor concentración de este elemento se obtuvo en el control sin fertilización, que sólo superó al tratamiento con Pro gro ($p < 0,05$). La concentración de N en hojas no fue afectada por ninguno de los tratamientos. En general los resultados del análisis foliar estuvieron dentro del estándar, excepto para las concentraciones de Hierro y Zinc, las cuales estuvieron bajo el rango adecuado.

b.1 Virquenco

Tabla 16: Resultados de los análisis foliar de variedad Legacy realizado en diciembre de 2013 en el campo de Virquenco para el tratamiento por parcializada

Trat	N		P		K		Ca		Mg		Na	
1	1.67	a	0.076	a	0.34	a	0.60	a	0.17	a	108	a
2	1.63	a	0.068	b	0.33	a	0.56	a	0.18	a	151	a
3	1.69	a	0.077	a	0.39	a	0.49	a	0.17	a	140	a
4	1.63	a	0.072	ab	0.30	a	0.56	a	0.18	a	117	a
6	1.72	a	0.078	a	0.37	a	0.54	a	0.17	a	140	a
CV (%)	3,1		5,4		13,0		10,2		12,8		15,2	
Trat	Cu		Fe		Mn		Zn		B		S	
1	5.11	a	53	a	46	a	5.7	a	61.2	a	0.13	a
2	4.82	a	50	a	41	a	4.3	ab	53.9	a	0.13	a
3	4.91	a	53	a	56	a	3.5	b	50.0	a	0.13	a
4	5.12	a	52	a	43	a	5.6	a	58.5	a	0.13	a
6	5.41	a	52	a	48	a	6.1	a	54.2	a	0.13	a
CV (%)	12,7		6,8		14,8		18,2		12,0		3,8	

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0.05$). Nota: Los elementos N, P, K, Ca, Mg y S están expresados en %. Los nutrientes Na, Fe, Mn, Cu, Zn y B están expresados en ppm

T1: Control

T3: Fertichem

T4: Pro gro

T2: Ilsa Drip

T6: Fertilización Convencional

En la variedad Legacy de Virquenco, fertilización parcializada, el análisis estadístico sólo indicó diferencias en las concentraciones de P y Zn. El tratamiento control presentó la mayor concentración en todos los elementos analizados. La concentración de N en hojas no fue afectada por ninguno de los tratamientos. En general los resultados del análisis foliar estuvieron dentro del estándar, excepto para las concentraciones de Fósforo, Hierro y Zinc, las cuales estuvieron bajo el rango adecuado.

En general los análisis foliares no permitieron detectar diferencias entre tratamientos, atribuido a las reservas nutricionales presentes en las plantas. Al respecto, estudios de evolución nutricional en frutales indican la necesidad de realizar muestreos a largo plazo para poder detectar diferencias en las concentraciones de nutrientes que puedan responder a los manejos nutricionales (Brooke and Stevens, 1994; Roversi and Monteforte, 2006; Valk *et al.*, 2000; Zavalloni *et al.*, 2001).

b.1 Villarrica

Tabla 17: Resultados de los análisis foliar de variedad Legacy realizado en diciembre de 2013 en el campo de Villarrica para el tratamiento por parcializada

Trat	N		P		K		Ca		Mg		Na	
1	1.49	ns	0.07	ns	0.40	ns	0.43	ns	0.10	ns	57	ns
2	1.45	ns	0.07	ns	0.40	ns	0.41	ns	0.10	ns	74	ns
3	1.53	ns	0.08	ns	0.39	ns	0.46	ns	0.10	ns	129	ns
4	1.43	ns	0.07	ns	0.40	ns	0.43	ns	0.09	ns	113	ns
6	1.41	ns	0.08	ns	0.43	ns	0.36	ns	0.08	ns	47	ns
Trat	Cu		Fe		Mn		Zn		B		S	
1	7.32	ns	65	ns	111	ns	8.9	ns	35.9	ns	0.10	ns
2	7.45	ns	63	ns	102	ns	9.7	ns	34.4	ns	0.10	ns
3	6.92	ns	62	ns	192	ns	9.0	ns	37.6	ns	0.10	ns
4	6.92	ns	61	ns	92	ns	8.0	ns	41.2	ns	0.10	ns
6	6.97	ns	62	ns	172	ns	8.5	ns	35.3	ns	0.10	ns

4.2.3. Rendimientos de cosecha y Parámetros de Calidad obtenidas en los diferentes experimentos de campo.

Detalle de tratamientos evaluados para la fertilización en Cobertera realizada en los 3 campos.

Tratamientos	Descripción
1	Control
2	Compost local
3	Fértil
4	Pro gro
8	Harina de Lupino
9	Fertilización Convencional (Urea)

Detalle de tratamientos evaluados para la fertilización Parcializada realizada en los 3 campos.

Tratamientos	Descripción
1	Control
2	Ilsa Drip
3	Fertichem
4	Pro Gro
6	Fertilización Convencional (Urea)

a) Mataquito

A.1 Cobertera: En la Figura 49, 50 y 51 se presentan los resultados rendimiento peso y calibre para la fertilización por cobertera del campo de Mataquito en la variedad Legacy.

Fertilización de Cobertera

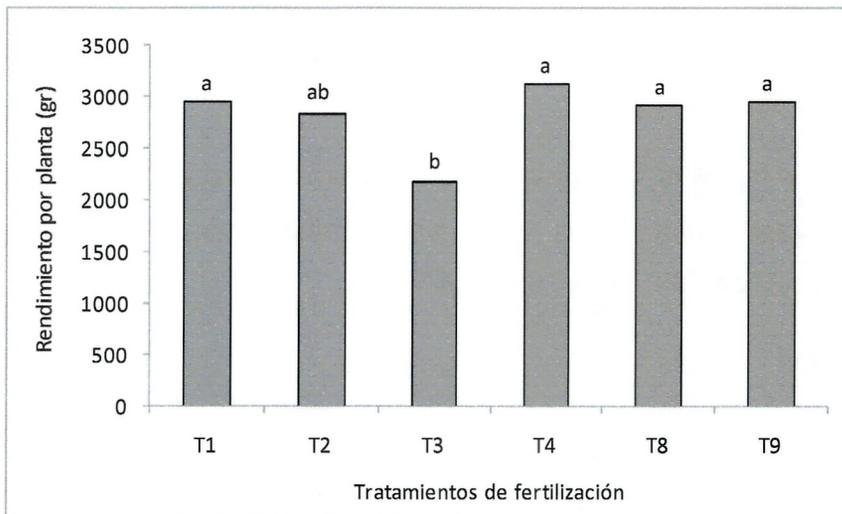


Figura 49: Rendimiento por planta acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Mataquito fertilización de Cobertera.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

Los resultados indican que la mayoría de los tratamientos logró un rendimiento similar, excepto el uso de Fértil que generó un rendimiento inferior a los otros tratamientos, siendo inferior incluso al control sin fertilización.

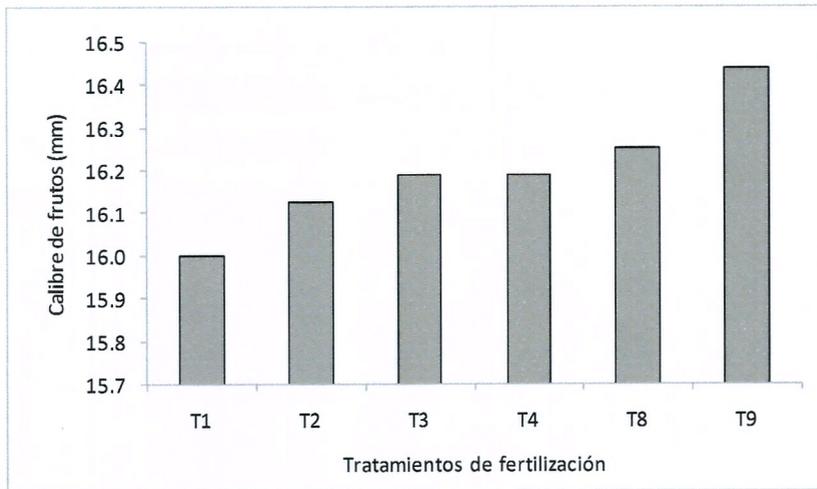


Figura 50: Calibre promedio de frutos en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Mataquito fertilización de Cobertera. Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$)

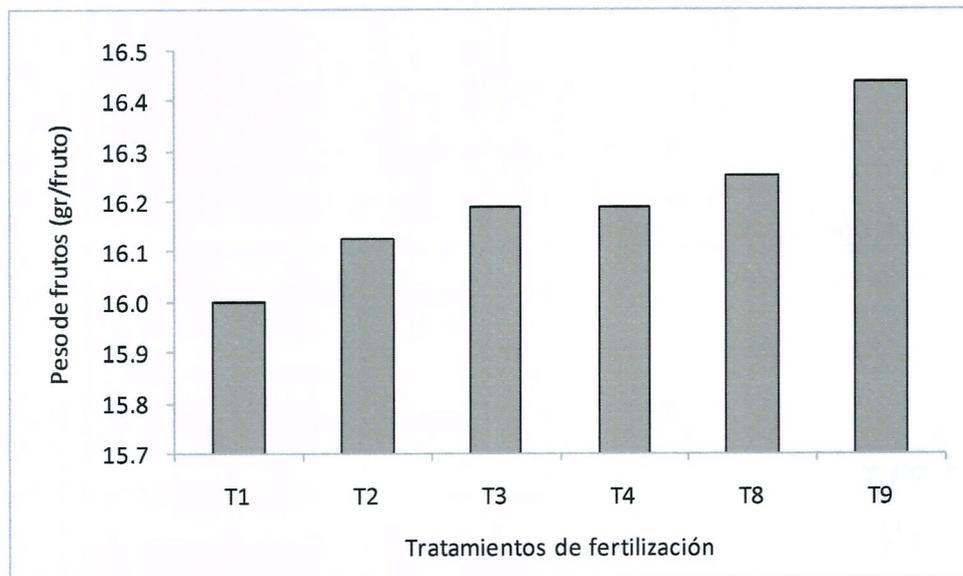


Figura 51: Peso promedio de frutos en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Mataquito fertilización de Cobertera.

Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$)

A.2 Parcializada: En la Figura 52, 53 y 54 se presentan los resultados rendimiento peso y calibre para la fertilización por cobertera del campo de Mataquito en la variedad Legacy.

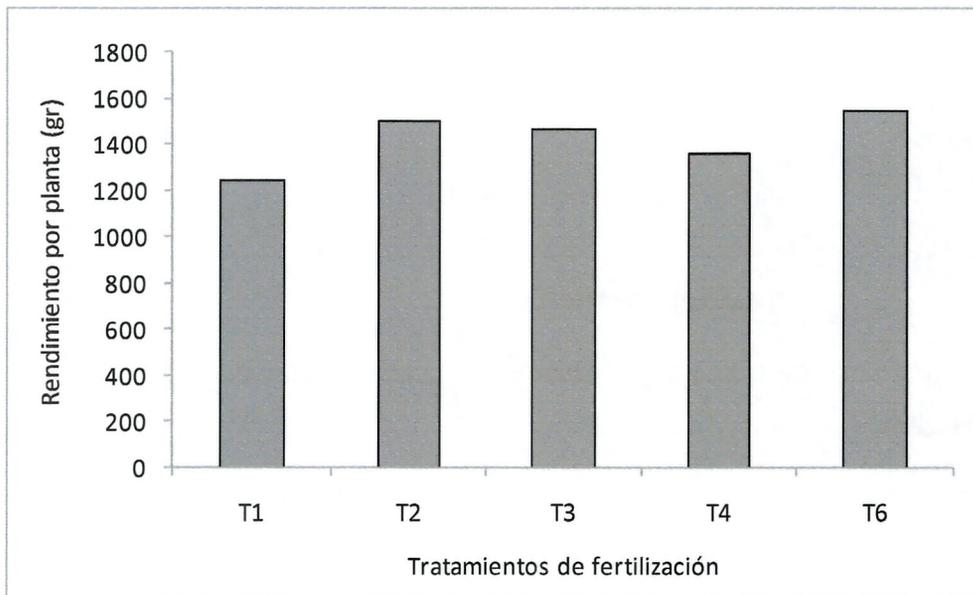


Figura 52: Rendimiento por planta acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Mataquito fertilización Parcializada.

Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$)

Los resultados indican que no hubo diferencias de rendimiento entre tratamientos de fertilización.

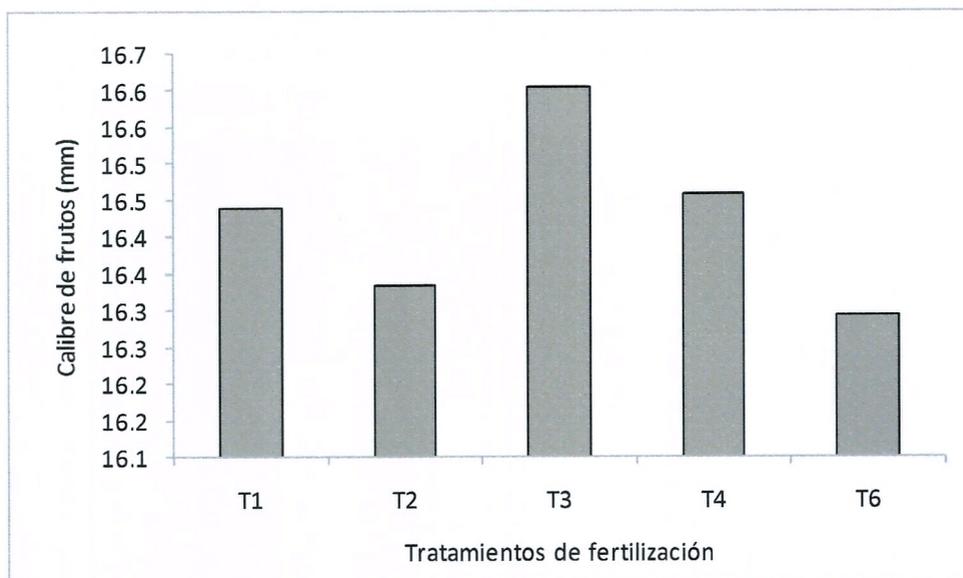


Figura 53: Calibre promedio de frutos en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Mataquito fertilización Parcializada.

Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$)

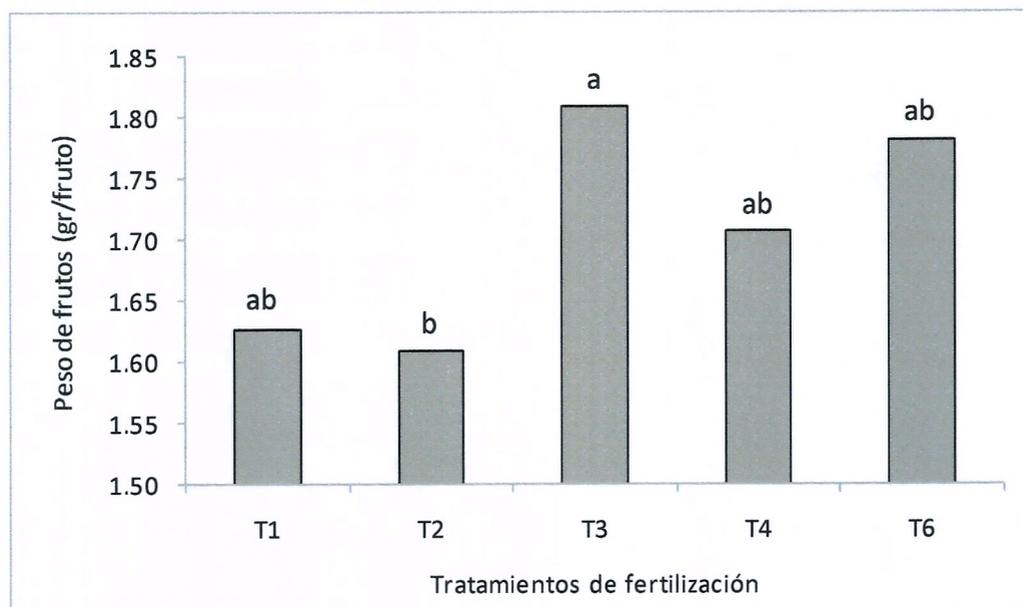


Figura 54: Peso promedio de frutos en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Mataquito fertilización Parcializada. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

b) Virquenco

b.1 **Fertilización de Cobertera:** En la Figura 54, 55 y 56 se presentan los resultados rendimiento peso y calibre para la fertilización por cobertera del campo de Virquenco en la variedad Legacy.

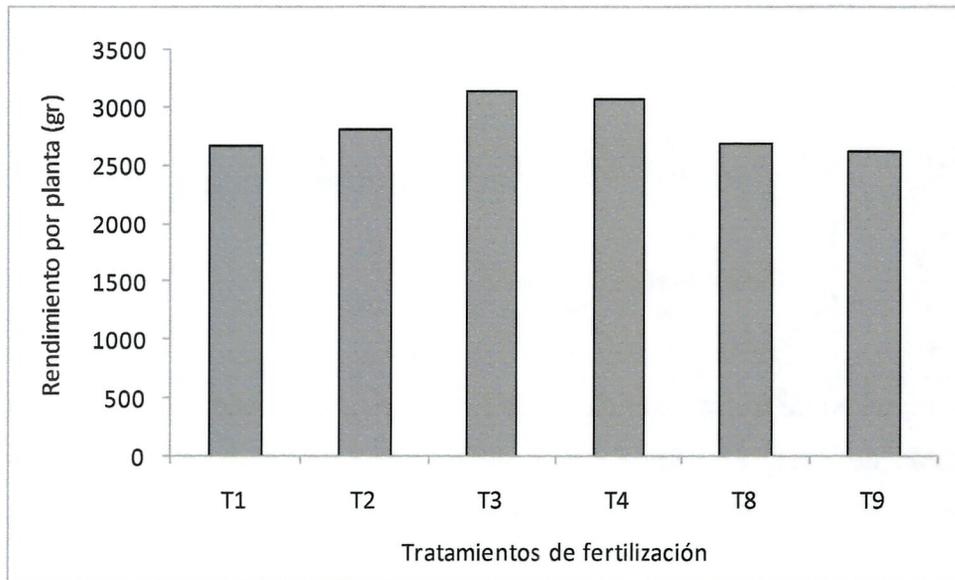


Figura 54: Rendimiento por planta acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Virquenco fertilización de Cobertera.

Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

El rendimiento de cosecha no mostró diferencias entre tratamientos ($p > 0,05$) y en general el rendimiento obtenido en Virquenco con la fertilización de Cobertera fue similar al obtenido en Mataquito para la misma modalidad de fertilización.

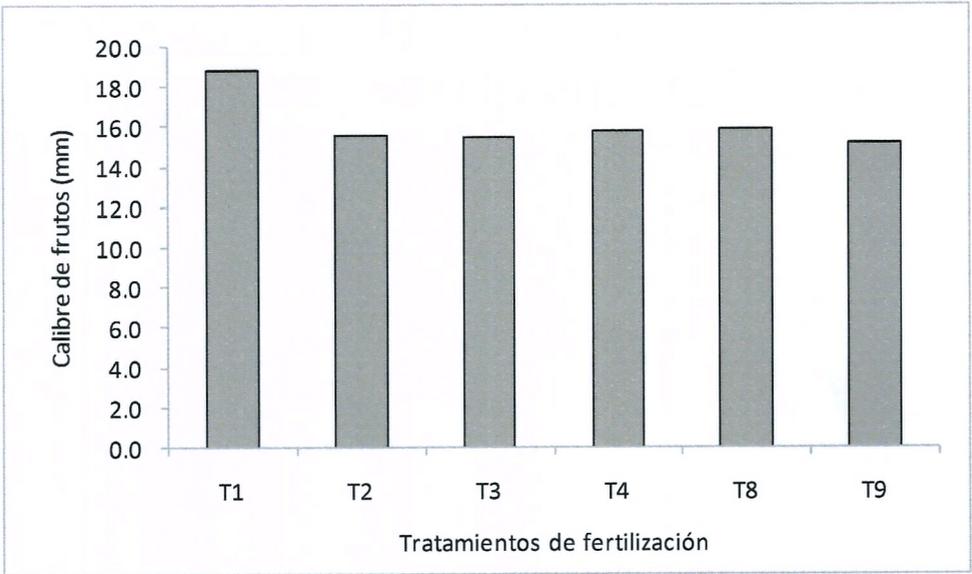


Figura 55: Calibre promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Virquenco fertilización de Cobertera. Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

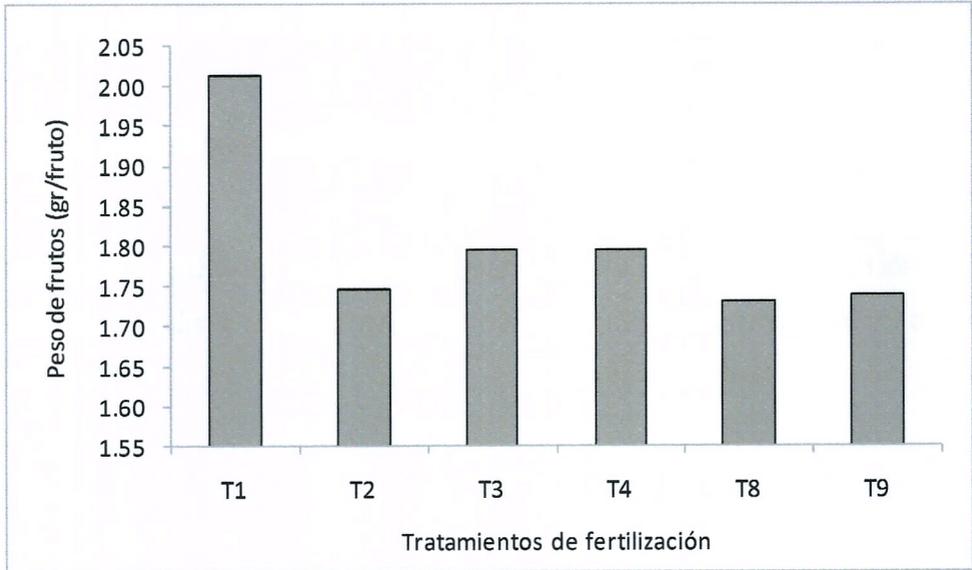


Figura 56: Peso promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Virquenco fertilización de Cobertera. Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

b.2 Fertilización de parcializada: En la Figura 57, 58 y 59 se presentan los resultados rendimiento peso y calibre para la fertilización por parcializada del campo de Virquenco en la variedad Legacy.

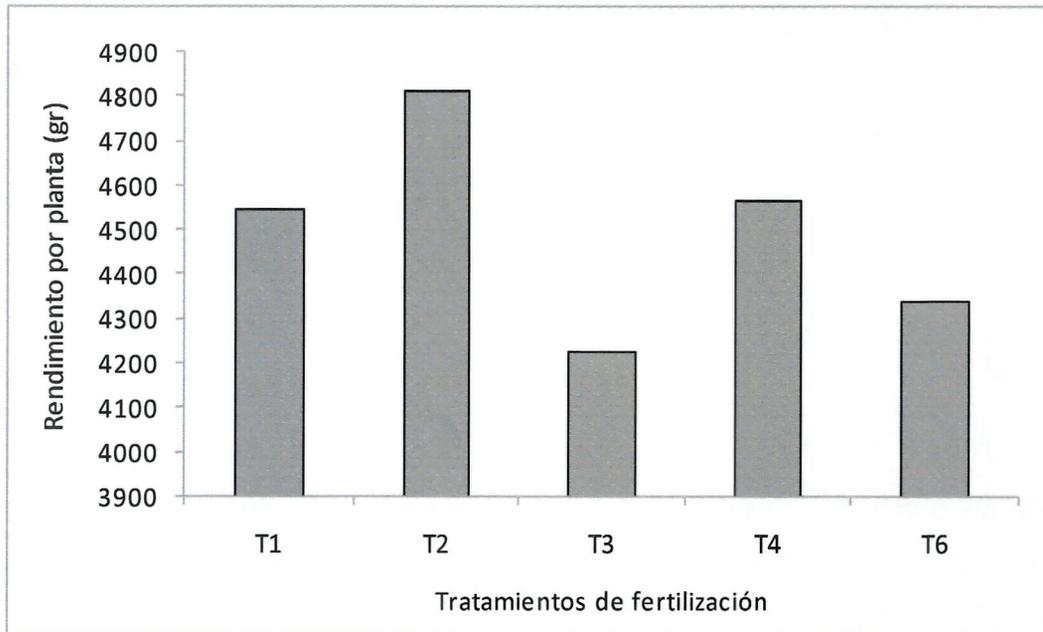


Figura 57: Rendimiento por planta acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Virquenco fertilización Parcializada.

Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

El rendimiento de cosecha no mostró diferencias entre tratamientos ($p > 0,05$) y en general el rendimiento obtenido para la variedad Legacy en Virquenco con la fertilización Parcializada fue mayor al obtenido en Mataquito para la misma modalidad de fertilización.

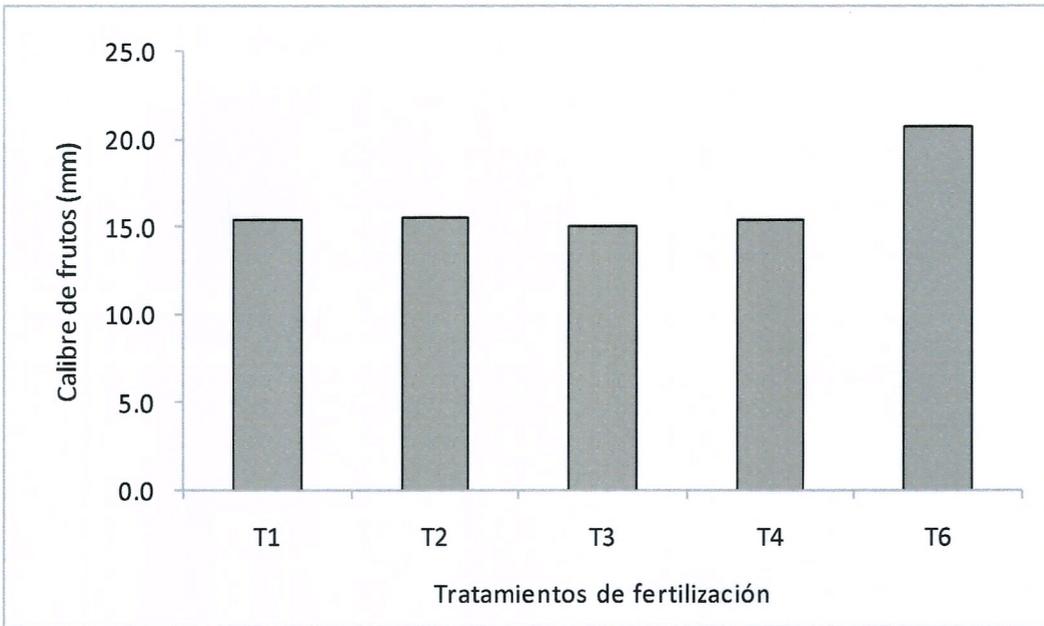


Figura 58: Calibre promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Virquenco fertilización Parcializada. Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

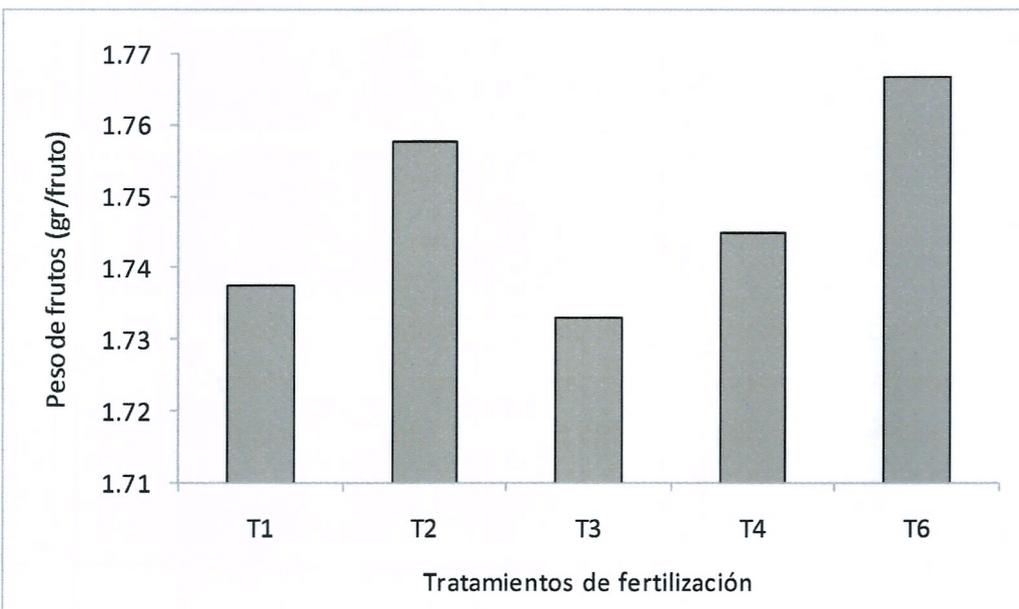


Figura 59: Peso promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Virquenco fertilización Parcializada. Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

c) Villarrica

c.1 **Fertilización de Cobertera:** En la Figura 60, 61 y 61 se presentan los resultados rendimiento peso y calibre para la fertilización por Cobertera del campo de Villarrica en la variedad Legacy.

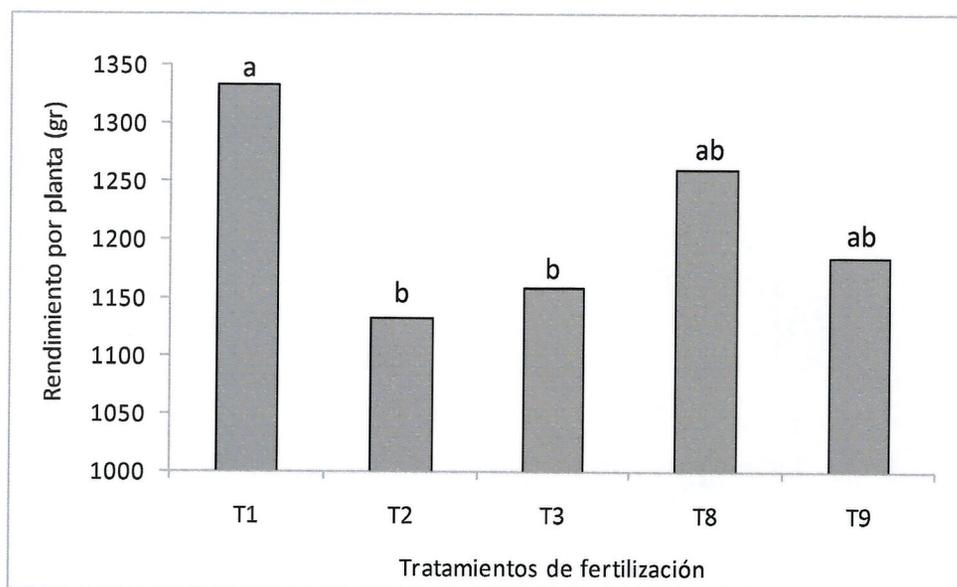


Figura 60: Rendimiento por planta acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Villarrica fertilización en Cobertera. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

El rendimiento de cosecha presentó diferencias entre tratamientos ($p < 0,05$), y el mayor rendimiento se obtuvo en el control, y con el uso de Harina de Lupino y la Fertilización convencional. No obstante, sólo el control superó a los tratamientos con compost, fértil y salitre ($p < 0,05$). Cabe destacar la alta fertilidad de este suelo (presentada en informes anteriores) y su alta capacidad de aporte de N al cultivo, lo cual puede enmascarar diferencias

de producción. Por otra parte, en suelos con alta capacidad de aporte natural de N, la aplicación adicional de este nutriente puede tener efectos negativos en caso de llegar a concentraciones en el suelo que sean mayores que lo tolerado por la planta.

En general el rendimiento de cosecha obtenido en la variedad Legacy en Villarrica fue inferior al obtenido en Mataquito y Virquenco, dado que en Villarrica se trabajó con una plantación de 2 años, en tanto que en los otros campos se trabajó con plantas en plena etapa de producción.

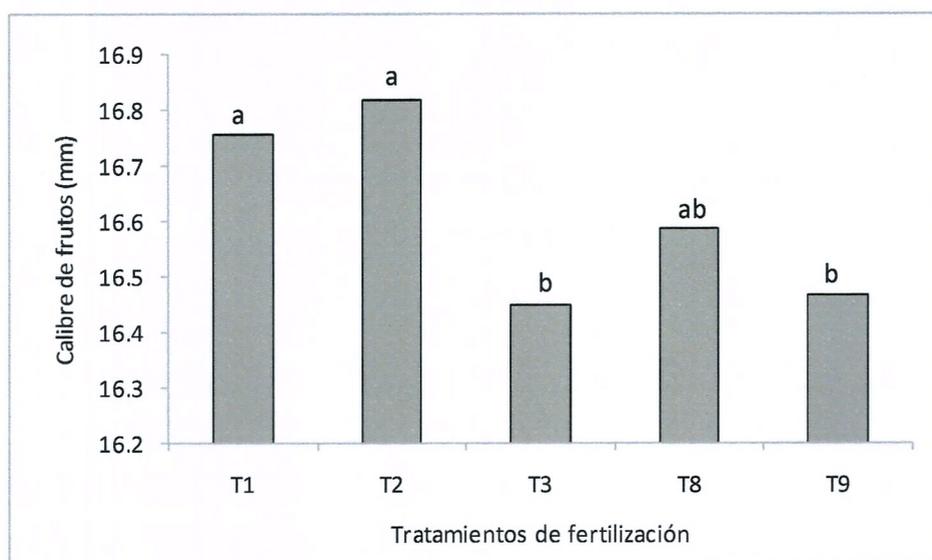


Figura 61: Calibre promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Villarrica fertilización en Cobertera. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

El calibre de frutos presentó diferencias entre tratamientos. El mayor calibre se logró en el control sin fertilización y con la aplicación de compost, que sólo superaron al uso de Fertil.

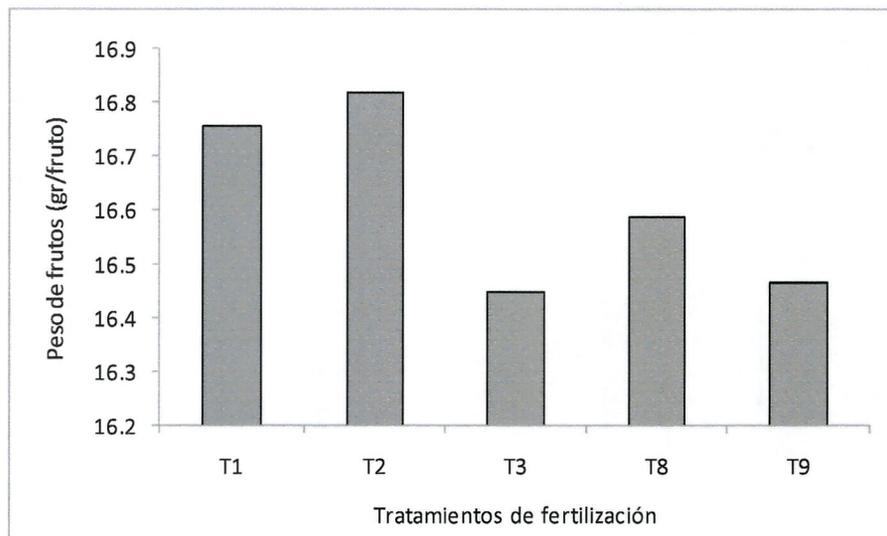


Figura 62: Peso promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Villarrica fertilización en Cobertera. Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

En general los análisis de parámetros de calidad, tanto peso como calibre no permitieron detectar diferencias entre tratamientos, atribuido a las reservas nutricionales presentes en las plantas. Al respecto, estudios de evolución nutricional en frutales indican la necesidad de realizar muestreos a largo plazo para poder detectar diferencias en las concentraciones de nutrientes que puedan responder a los manejos nutricionales (Brooke and Stevens, 1994; Roversi and Monteforte, 2006; Valk *et al.*, 2000; Zavalloni *et al.*, 2001).

c.2 Fertilización Parcializada; En la Figura 63, 64 y 65 se presentan los resultados rendimiento peso y calibre para la fertilización parcializada del campo de Villarrica en la variedad Legacy

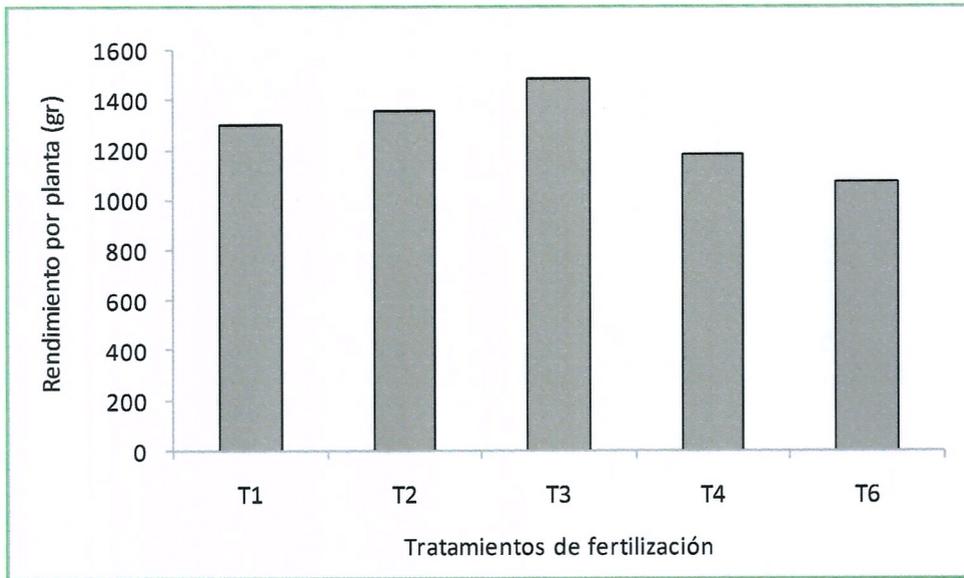


Figura 63: Rendimiento por planta acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Villarrica fertilización Parcializada .Letras distintas sobre las columnas indican diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

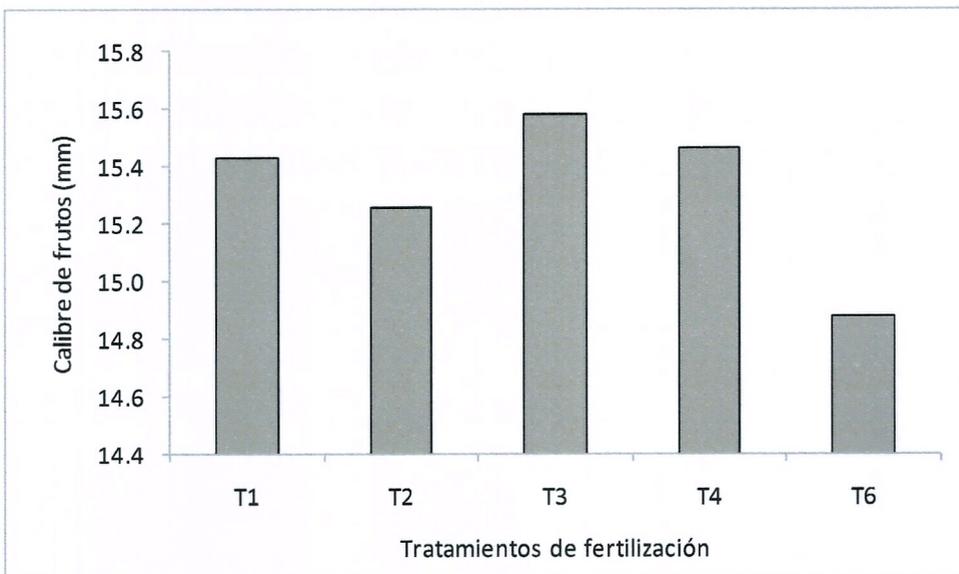


Figura 64: Calibre promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Villarrica fertilización Parcializada. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

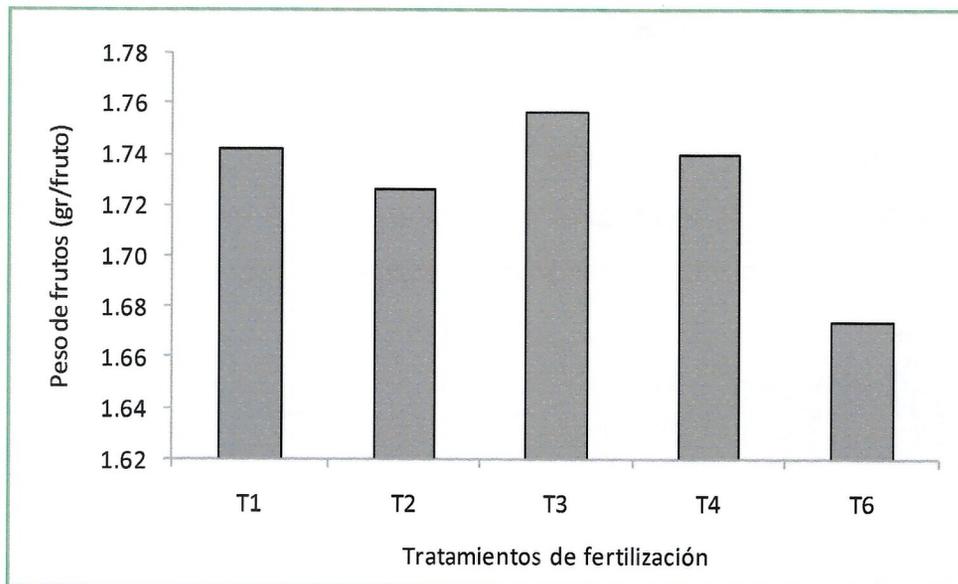


Figura 65: Peso promedio de frutos acumulado en 5 muestreos de cosecha variedad Legacy. Villarrica fertilización Parcializada. Ausencia de letras sobre las columnas indican que no hubo diferencia significativa según test de Tukey ($p < 0,05$).

4.3 Experimento con plantas en Maceta.

En las Figuras 66, 67, 68, 69, 70,71, 72, 73 Y 74 se presentan los gráficos de los principales resultados obtenidos de las plantas en macetas donde se incluyen el peso promedio de los frutos, número de frutos por planta, el rendimiento estimado para las tres variedades evaluadas en el proyecto.

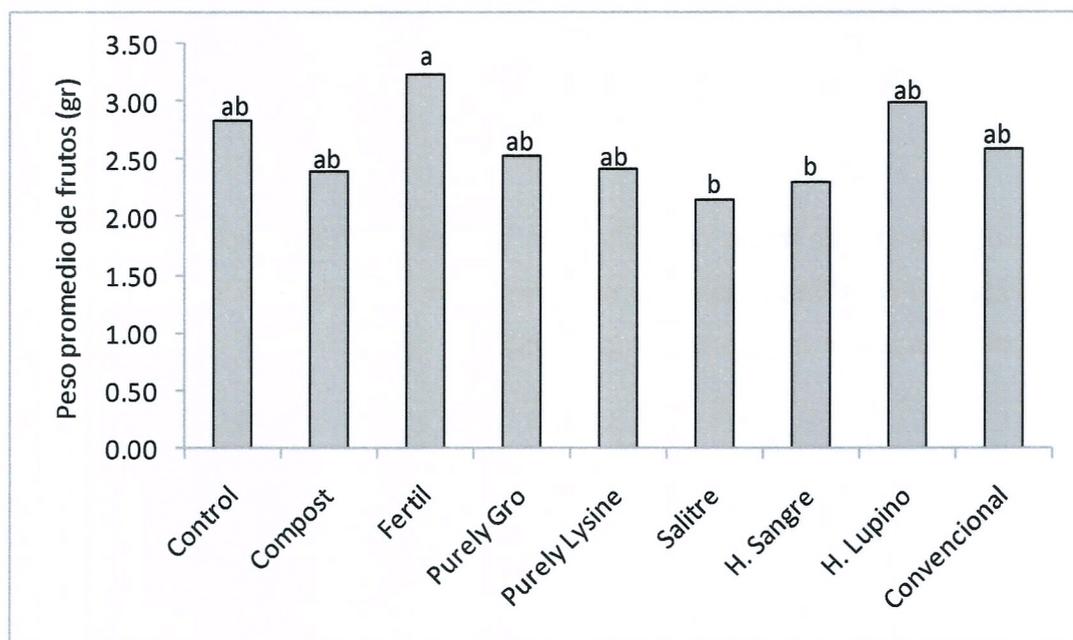


Figura 66: Peso promedio de frutos variedad Corona en el experimento en macetas. Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$).

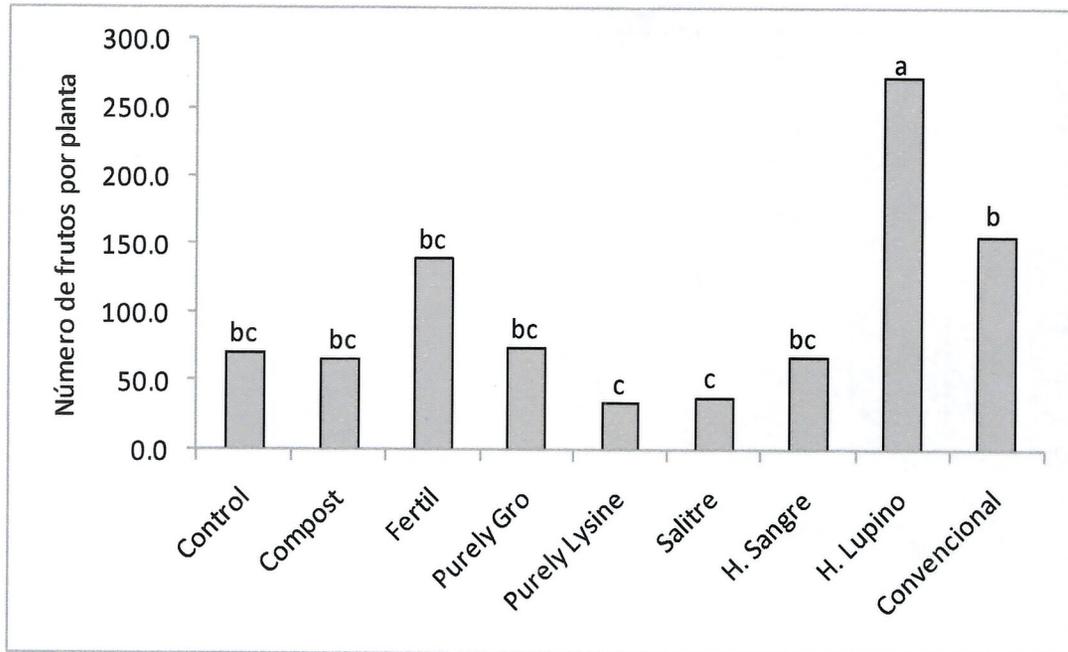


Figura 67: Número de frutos por planta variedad Corona en el experimento en macetas (densidad equivalente a 5.000 pl/ha). Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$)

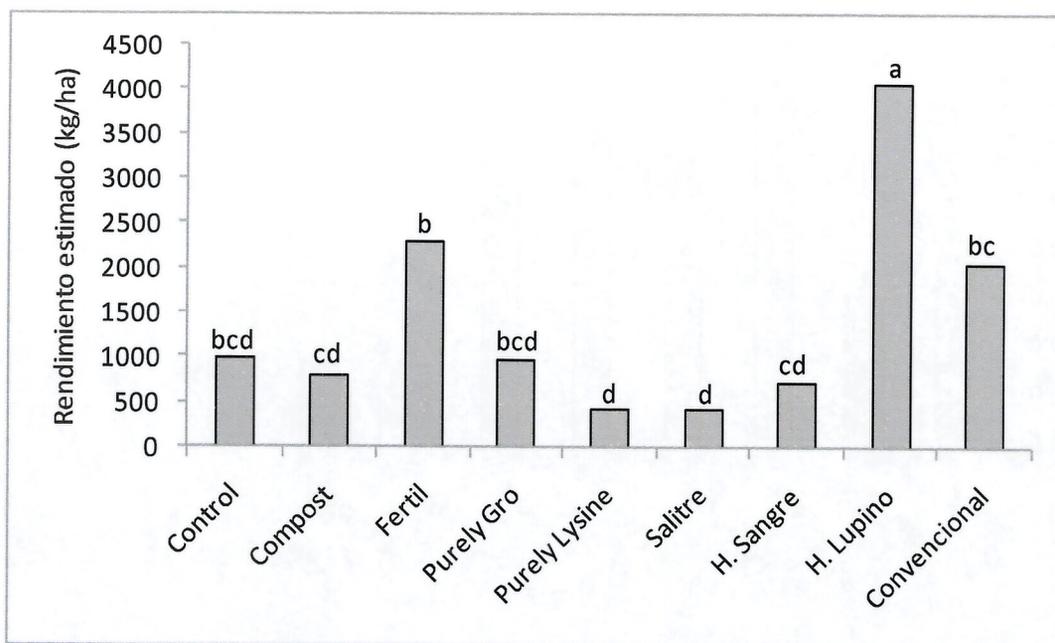


Figura 68: Rendimiento estimado de frutos variedad Corona en el experimento en macetas (densidad equivalente a 5.000 pl/ha). Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$).

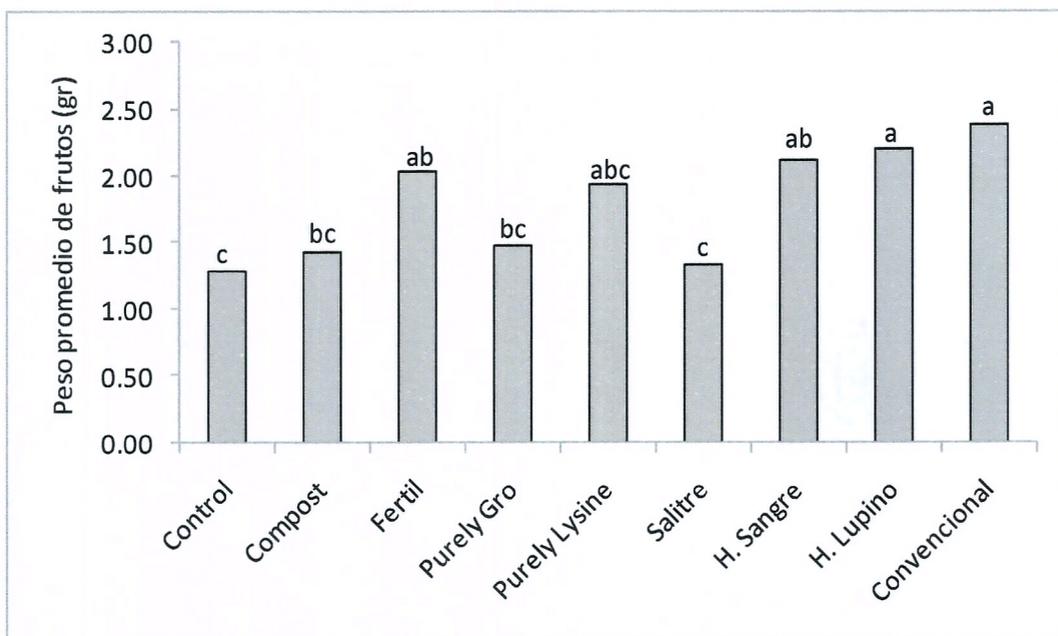


Figura 69: Peso promedio de frutos variedad Legacy en el experimento en macetas. Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$)

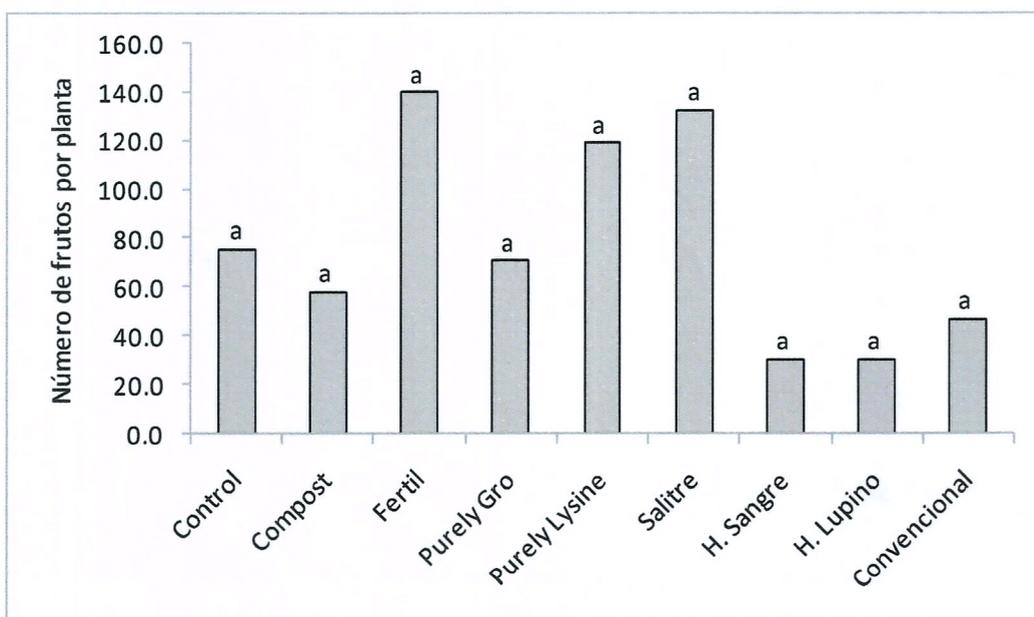


Figura 70: Número de frutos por planta variedad Legacy en el experimento en macetas (densidad equivalente a 5.000 pl/ha). Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las

columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$). Nota: el Coeficiente de Variación fue 101%, lo cual enmascaró las posibles diferencias entre medias.

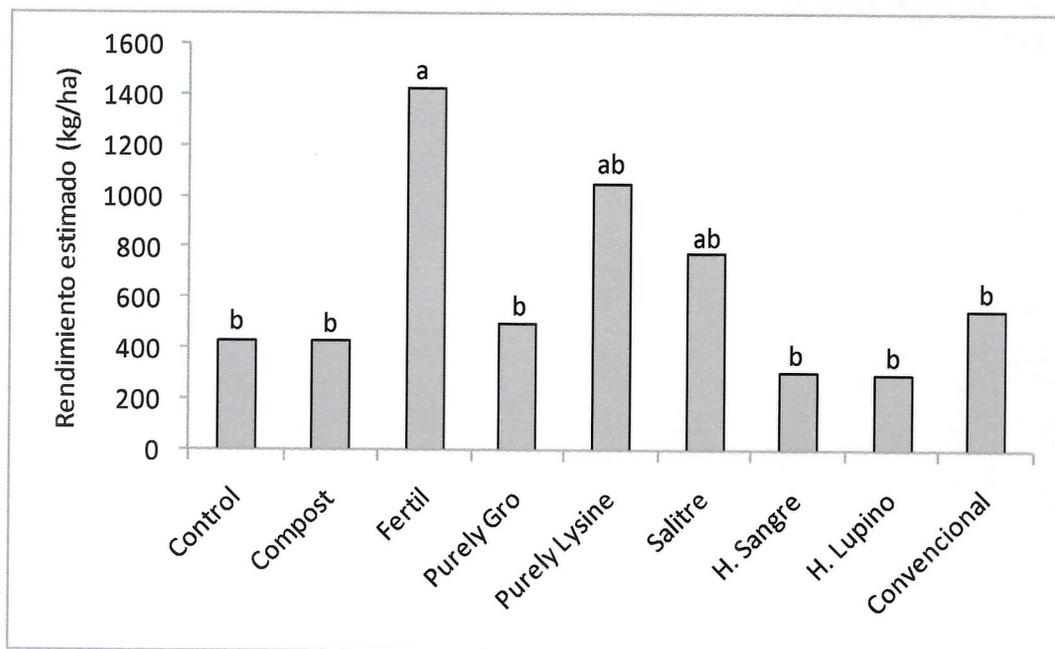


Figura 71: Rendimiento estimado de frutos variedad Legacy en el experimento en macetas (densidad equivalente a 5.000 pl/ha). Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$).

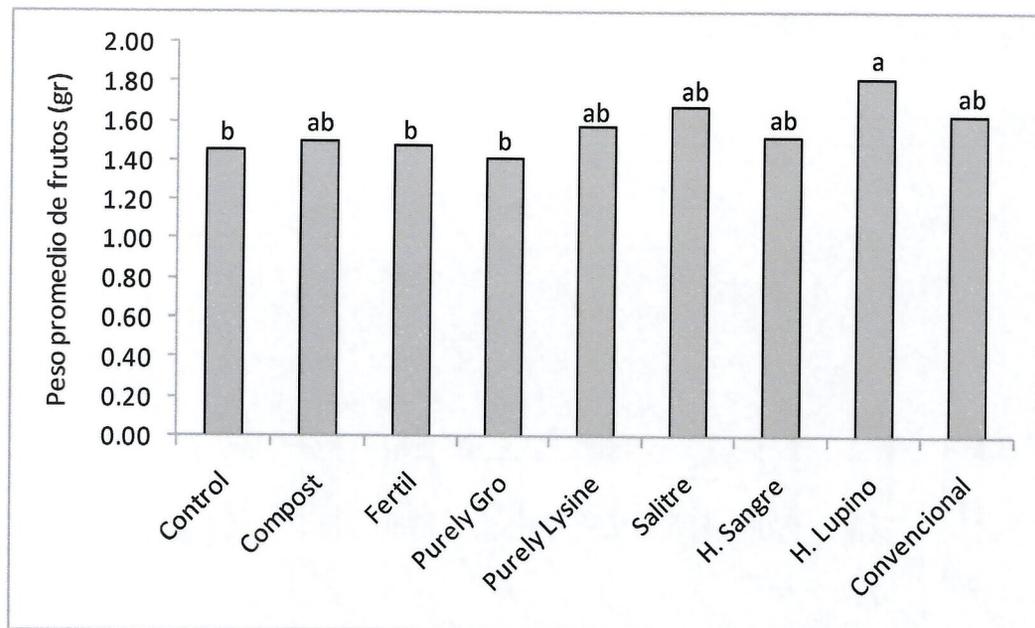


Figura 72: Peso promedio de frutos variedad Liberty en el experimento en macetas. Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$)

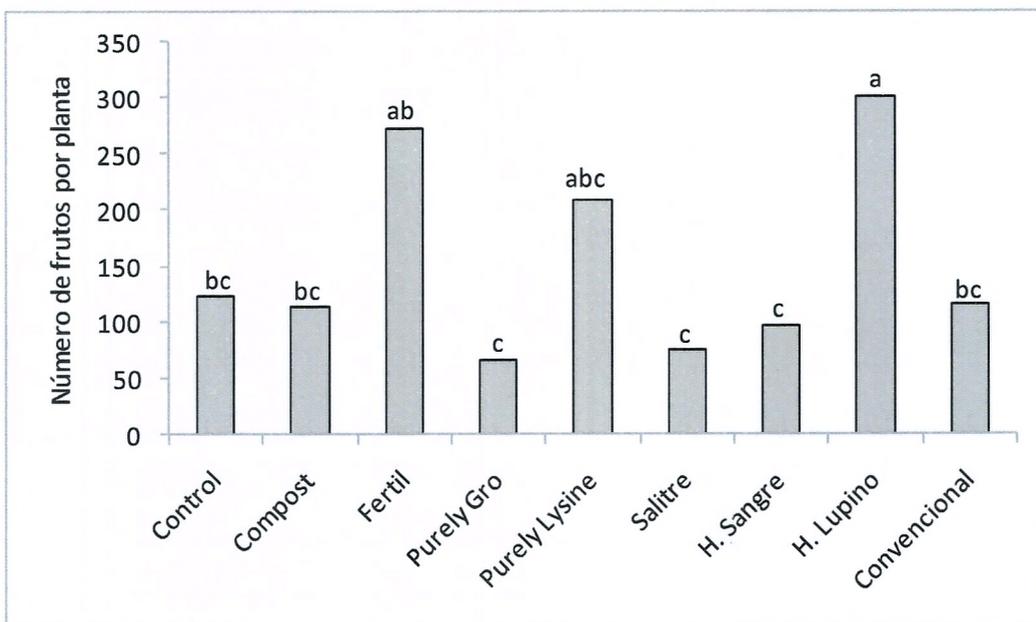


Figura 73: Número de frutos por planta variedad Liberty en el experimento en macetas (densidad equivalente a 5.000 pl/ha). Virquenco 2013-2014.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$).

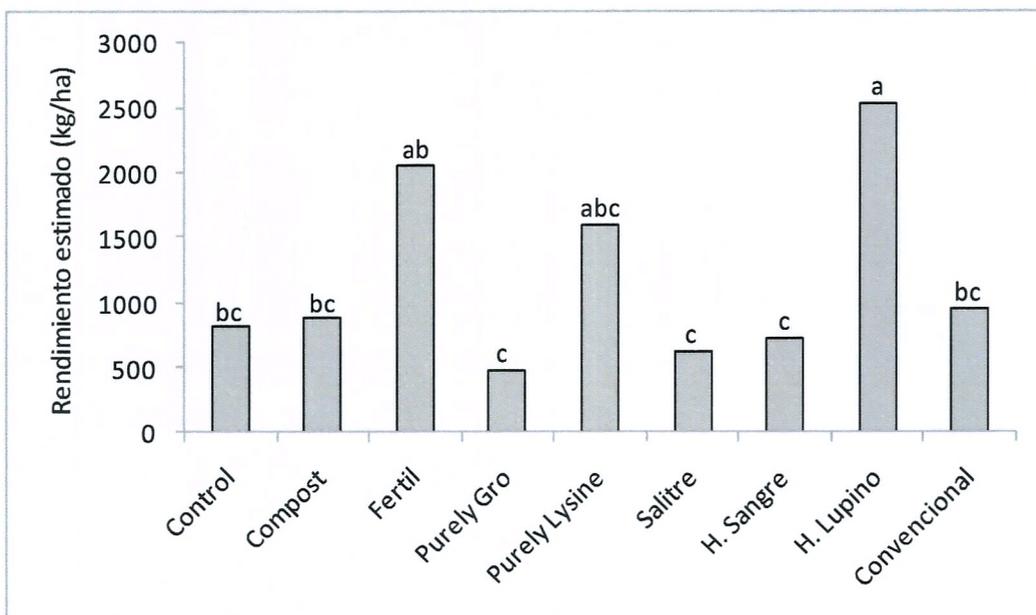


Figura 74: Rendimiento estimado de frutos variedad Liberty en el experimento en macetas (densidad equivalente a 5.000 pl/ha). Virquenco 2013-2014. Letras distintas sobre las columnas indican diferencia estadística según test de Tukey ($p < 0,05$).

En términos generales, la variedad que presentó el mayor peso de frutos fue Corona con un peso promedio de todo el experimento de 2,60 g, seguido de Legacy con 1,79 g y luego Liberty con 1,56 g. En términos de rendimiento estimado la variedad con mayor rendimiento promedio de todo el experimento fue Corona y Liberty con 1.407 y 1.183 kg/ha, respectivamente. Por su parte el rendimiento estimado promedio del experimento de la variedad Legacy fue de 642 kg/ha.

Como tratamientos empleados, se destaca el rendimiento obtenido con Harina de Lupino en las variedades Corona y Liberty. Para la variedad Legacy, el mayor rendimiento se obtuvo con el uso de Fértil y Purely Lysine. Se debe destacar que el suelo empleado es arenoso, por tanto los riesgos de pérdida por lavado (lixiviación) del N en formas disponibles (nitrato principalmente) es alto, por tanto aquellas fuentes que entregan el N en forma controlada presentan menor riesgo de pérdida de N, y por tanto mayor respuesta de la planta, situación que explica el efecto obtenido con el uso de Harina de Lupino. Es importante destacar que los resultados podrían ser diferentes si la fertirrigación simulada (parcializada) en aquellos fertilizantes de entrega rápida se realizara realizando aplicación del fertilizante en pequeñas dosis.

4.4 Los principales resultados obtenidos de este proyecto fueron:

Los principales resultados se pueden resumir en las tablas 75, 76, 77, 78 y 79.

Se obtuvo el valor nutricional real de cada insumo orgánico, de acuerdo a la entrega total y a la dinámica de entrega de cada nutriente, asociadas a las necesidades estacionales del arándano. Se clasificaron los fertilizantes en niveles de aporte real de nitrógeno como:

- Fertilizantes de entrega rápida: Urea, Pro Gro, Purely Lysine, Harina de sangre, Ilsa Drip, Salitre Sódico.
- Fertilizantes de entrega controlada: Harina de Lupino, Fértil, Fertichem.

- Fertilizantes de entrega lenta: Compost.

Además se logró indicar el Porcentaje de Nitrógeno útil entregado en el periodo de 16 semanas en 3 tipos de suelo, cuyos valores promedio de los 3 suelos se presentan en las figuras siguientes:

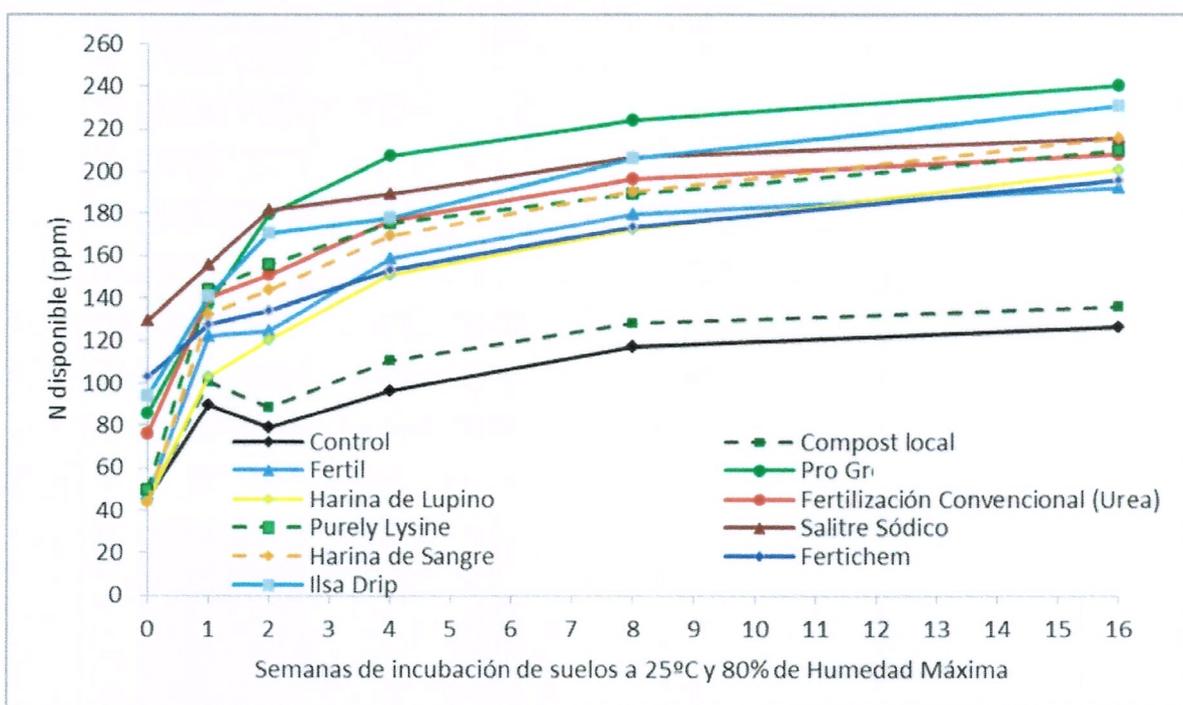


Figura 75: Evolución de la disponibilidad de Nitrógeno con diferentes fertilizantes orgánicos y convencionales como promedio de los tres suelos evaluados.

Del mismo modo se logró indicar el Porcentaje de Fósforo y Potasio útil entregado en el periodo de 16 semanas en 3 tipos de suelo, cuyos valores promedio de los 3 suelos se presentan en las figuras siguientes:

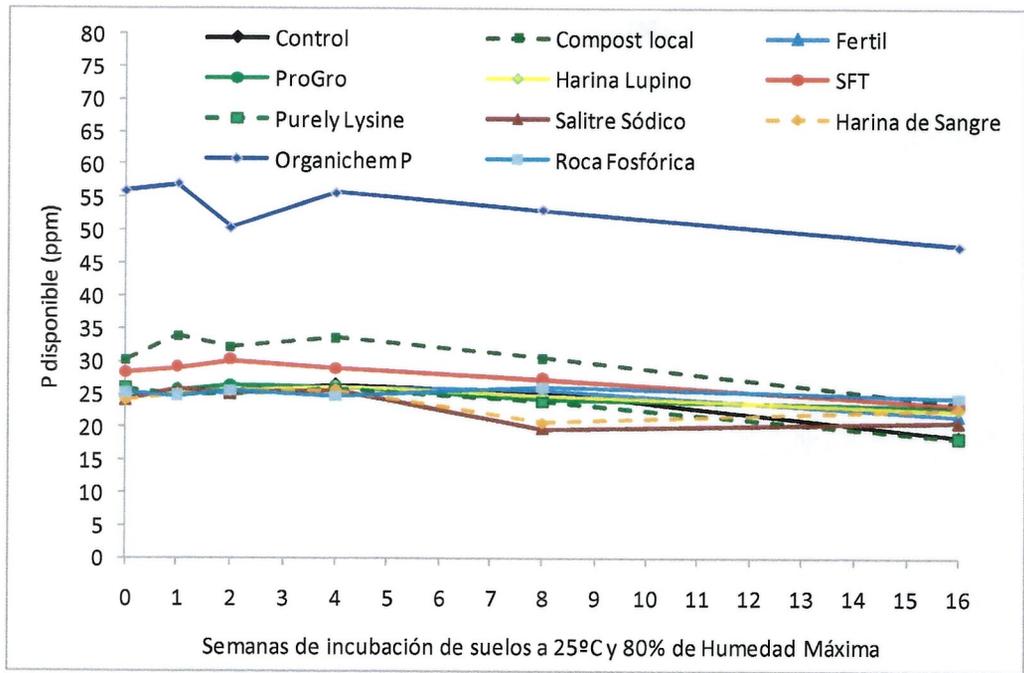


Figura 76: Evolución de la disponibilidad de Fósforo con diferentes fertilizantes orgánicos y convencionales como promedio de los tres suelos evaluados.

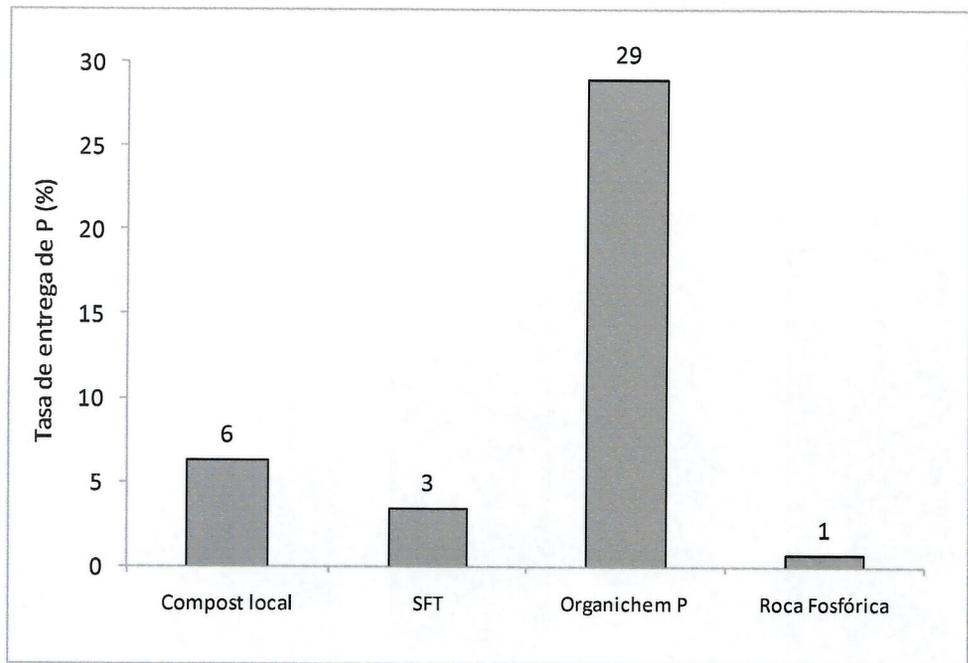


Figura 77: Porcentaje de Fósforo útil entregado con diferentes fertilizantes fosforados orgánicos y convencionales en el periodo de 16 semanas como promedio de los tres suelos evaluados.

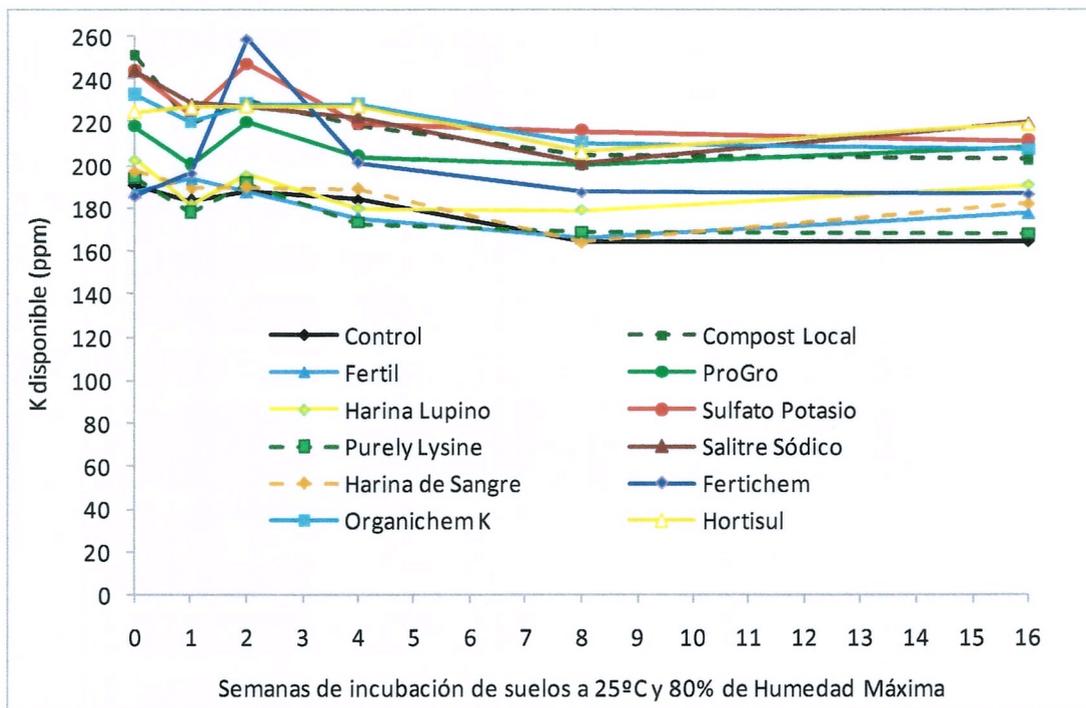


Figura 78: Evolución de la disponibilidad de Potasio con diferentes fertilizantes orgánicos y convencionales como promedio de los tres suelos evaluados.

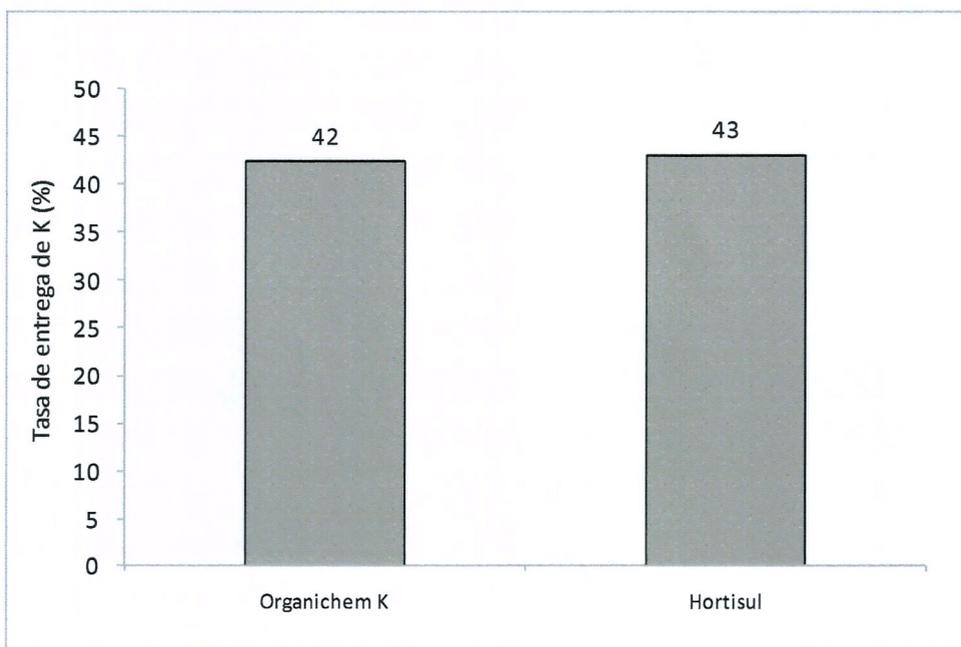


Figura 79: Porcentaje de Potasio útil entregado con dos fertilizantes potásicos orgánicos en el periodo de 16 semanas como promedio de los tres suelo evaluados.

Para los fertilizantes orgánicos de potasio y fósforo, se obtuvo una entrega inferior al 50% del elemento contenido. Para el caso del Fósforo, llama la atención la baja tasa de entrega de la roca fosfórica y del SFT, el primero se atribuye a que está se hace disponible cuando el suelo se encuentra a pH menos a 5,1, por lo que esto podría limitar su utilización principalmente en aquellos suelos más alcalinos o bien ser utilizados cuando se realicen manejos de acidificación. Al respecto, los resultados obtenidos por Sepúlveda et al. (1992) cuando se comparan diferentes rocas fosfóricas y fertilizantes fosforados, permiten inferir que; para que una Roca fosfórica aumente su capacidad de entrega de Fósforo debe ser acidulada, de lo contrario, la capacidad de entrega de fósforo a una planta es inferior a la de los fertilizantes tradicionales.

Respecto a los fertilizantes potásicos, los resultados permiten validar la herramienta ya que al compararla con la fuente convencional no hay diferencias estadísticas. Sin embargo para fuentes de fertilizantes potásicos y en especial de los fosforados es muy importante continuar buscando fuentes solubles y con mayor tasa de entrega.

Finalmente, todos los resultados presentados en este informe se lograron agrupar en una herramienta de manejo nutricional integral (software) para la producción de arándanos orgánicos validado en condiciones de huertos comerciales. Este Software considera características de organización predial (cuarteles, sectores), tipo de suelo, variedad (tempranas, intermedias, tardías), etapa del huerto (formación, formación-producción, plena producción), rendimiento estimado, análisis de suelo, análisis foliar, selección de fertilizantes o fuentes nutricionales a emplear, dosis y épocas de aplicación, simulación de balances nutricionales parciales y totales, sugerencias de ajuste de dosis de nutrientes por etapa de cultivo y total, estimación de costos de cada manejo nutricional simulado, impresión de simulaciones, respaldo de las simulaciones realizadas para un uso futuro.

La tecnología obtenida (innovación agronómica reflejada en una herramienta computacional) ha sido difundida a los productores de arándanos orgánicos cubriendo un 60% de la superficie productiva a nivel nacional dedicada a este rubro y con esta modalidad de producción (anexo 1).

4.5 Comparación de los resultados esperados en la propuesta de proyecto y los alcanzados finalmente.

En la tabla 18, se presenta la comparación de los resultados esperados y los realmente alcanzados.

Tabla 18: Comparación de los resultados esperados y los realmente alcanzados.

Resultado Esperado (RE)	Resultado Alcanzado finalmente
Valor nutricional real de cada insumo orgánico cuantificado y categorizado, de acuerdo a la cantidad de entrega del total contenido para cada nutriente.	Valor nutricional real de cada insumo orgánico cuantificado y categorizado, de acuerdo a la cantidad de entrega del total contenido para nitrógeno, fósforo y potasio.
Valor nutricional real de cada insumo orgánico cuantificado y categorizado, de acuerdo a la dinámica de entrega del total contenido para cada nutriente, en función de las necesidades estacionales del arándano.	Valor nutricional real de cada insumo orgánico cuantificado y categorizado para nitrógeno, fósforo y potasio, de acuerdo a la dinámica de entrega del total contenido para cada nutriente, en función de las necesidades estacionales del arándano.
Herramienta de manejo nutricional integral para la producción de arándanos orgánicos que contempla los insumos permitidos para los principales mercados de destino actual y potencial de este producto.	Herramienta de manejo nutricional integral para la producción de arándanos orgánicos que contempla los insumos permitidos para los principales mercados de destino actual y potencial de este producto.
Herramienta de manejo nutricional integral para la producción de arándanos orgánicos validado en condiciones de huertos comerciales.	Herramienta de manejo nutricional integral para la producción de arándanos orgánicos validado en condiciones de 3 huertos comerciales.
Tecnología obtenida difundida a los productores de arándano orgánico cubriendo un 60% de la superficie productiva a nivel nacional dedicada a este rubro y con esta modalidad de producción.	Tecnología obtenida difundida a los productores de arándano orgánico cubriendo un 60% de la superficie productiva a nivel nacional dedicada a este rubro y con esta modalidad de producción, principalmente de las regiones VII, VIII y IX.

Los resultados esperados y los obtenidos en el proyectos han sido bastantes concluyentes ya que no se preseminarios discrepancias entre ellos, sin embrago, dejan un capitulo abierto sobre cuál es el efecto de los diferentes fertilizantes que están siendo utilizados sobre la actividad microbiológica del suelo.

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

En la Tabla 19, se presentan los costos de la unidad de nutriente de nitrógeno para las diferentes fuentes utilizadas en el proyecto.

Tabla 19: Costos de la unidad de nutriente de nitrógeno para las diferentes fuentes utilizadas en el proyecto.

Fertilizante	Precio en Dólar	Tasa de cambio	Precio en pesos	Eficiencia N	Cont. de %N	Precio de la unidad N	Solubilidad
						Precio (\$)	
Harina de Sangre		580	670	57	14	8.396	Medianamente soluble , genera problemas de tapado de goteros y mal olor caseta de riego
Harina de Lupino		580	130	40	7,4	4.392	No soluble+ agregar mano de obra de aplicación por cobertera
Salitre sódico		580	670	87	15	5.134	Soluble con alto contenido de sodio con restricciones de normativa
Fétil		580	278	45	12	5.148	No soluble+ agregar mano de obra de aplicación por cobertera
Ilsa Drip	3,6	580	2088	78	14	19.121	Soluble
Fertichem	2	580	1160	55	4,3	49.049	Soluble
P. Gro	2,99	580	1734,2	87	13	15.333	soluble
P. Lysine	3,8	580	2204	61	15	24.087	Soluble
Urea		580	490	66	46	1.614	Soluble

El proyecto no está orientado a alguna estrategia de marketing por que no se venderá ninguno de los productos obtenidos, los resultados del proyecto se resumieron en el software Manoda y está a disposición de quien lo necesite.

6. Impactos y Logros del Proyecto:

- Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.

6.1 Impactos obtenidos

Optimización de las dosis de fertilizantes y fuentes nutricionales a emplear en el cultivo de arándano con manejo orgánico.

Cuantificación de los aportes reales y de la dinámica de entrega de esos aportes para cada fuente nutricional evaluada en el proyecto, y con potencial de uso a nivel nacional.

Posibilidad de realizar un manejo integral de la fertilización del cultivo orgánico de arándano a través de una herramienta computacional de fácil uso, que involucra herramientas de diagnóstico nutricional y realidades de producción para las condiciones de Chile.

Los impactos esperados cumplen con los esperados en el proyecto, e incluso consideran herramientas de diagnóstico nutricional que no estaban comprometidos en el proyecto.

6.2 Resumen de los resultados de impactos.

En la Tabla 20, 21, 22, 23, 24 y 25 se presentan los principales resultados de impactos productivos, económicos y comerciales.

Tabla 20: Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio	0	0	0
Producción (<i>por producto</i>)	0	0	0
Costos de producción (costo del programa de fertilización orgánico, incluyendo mano de obra de aplicación + insumos)	3.500 US/ha	3.200 US/ha	300 US/ha
Ventas y/o Ingresos			
<i>Nacional</i>			
<i>Internacional</i>			
Convenios comerciales			

Tabla 21: Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual	No corresponde	No corresponde	No corresponde
Nuevos empleos generados	No Corresponde	No corresponde	No corresponde
Productores o unidades de negocio replicadas	0 ha	1200 Hectáreas	1200 hectáreas

Tabla 22: Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto	3 (Pro gro-Harina de Lupino y Ferichem)		Mejoró la utilización de las fuentes de fertilización	Los programas de fertilización orgánicos se están realizando utilizando los resultados del proyecto incorporados en el software Manoda. Utilizando una mezcla de productos por cobertera y solubles de acuerdo a la condición edafoclimatica de cada campo.
Proceso	No corresponde	No corresponde	No corresponde	
Servicio				

Tabla 23: Propiedad Intelectual

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes	0	
Solicitudes de patente	0	
Intención de patentar	1	
Secreto industrial	0	
Resultado no patentable	1	Software Manoda
Resultado interés público	1	Software Manoda

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		
Generación nuevos proyectos		

Tabla 24: Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (Citas, título, descripción)
Publicaciones	0	
<i>(Por Ranking)</i>	0	
Eventos de divulgación científica	1	Hirzel, J. 2013. Efecto de diferentes fertilizantes solubles con registro orgánico sobre la composición nutricional de frutos de arándano cv. Aurora, Legacy y Elliot. 64 Congreso de la sociedad Agronómica de Chile. Libro de resúmenes. Vine del Mar, Chile. 285 p.
Integración a redes de investigación	1	Proyecto FIA Crop Check

Tabla 25: Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (Título, grado, lugar, institución)
Tesis pregrado	2	Aún no terminadas
Tesis postgrado	1	Aún no terminada
Pasantías	0	
Cursos de capacitación	0	

7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

Los principales problemas enfrentados durante el proyecto fueron de no poder trabajar con una persona que ejecute el proyecto durante los tres años, en general trabajamos con 6 personas las cuales eran rotativas lo que genera tiempos muertos.

8. Conclusiones y Recomendaciones:

Se obtuvo el valor nutricional real de cada insumo orgánico, de acuerdo a la entrega total y a la dinámica de entrega de cada nutriente, asociadas a las necesidades estacionales del arándano. Se clasificaron los fertilizantes en niveles de aporte real de nitrógeno como:

- Fertilizantes de entrega rápida: Urea, Pro Gro, Purely Lysine, Harina de sangre, Ilsa Drip, Salitre Sódico.
- Fertilizantes de entrega controlada: Harina de Lupino, Fértil, Fertichem.
- Fertilizantes de entrega lenta: Compost.

Además se logró indicar el Porcentaje de Nitrógeno útil entregado en el periodo de 16 semanas en 3 tipos de suelo, siendo considerados los fertilizantes que entregan más del 80% de su nitrógeno como fertilizantes de alta entrega.

Del mismo modo se logró indicar el Porcentaje de Fósforo y Potasio útil entregado en el periodo de 16 semanas en 3 tipos de suelo, cuyos valores promedio de los 3 suelos, siendo menores al 30% en el caso de los fertilizantes fosforados y menores al 50% para el caso de los potásicos.

Para el caso de la Roca Fosfórica y SFT, el primero se atribuye a que está se hace disponible cuando el suelo se encuentra a pH menos a 5,1, por lo que esto podría limitar su utilización principalmente en aquellos suelos más alcalinos o bien ser utilizados cuando se realicen manejos de acidificación.

Respecto a los fertilizantes potásicos, los resultados permiten validar la herramienta ya que al compararla con la fuente convencional no hay diferencias estadísticas. Sin embargo para fuentes de fertilizantes potásicos y en especial de los fosforados es muy importante continuar buscando fuentes solubles y con mayor tasa de entrega.

Finalmente, todos los resultados presentados en este informe se lograron agrupar en una herramienta de manejo nutricional integral (software) para la producción de arándanos orgánicos validado en condiciones de huertos comerciales. Este Software considera características de organización predial (cuarteles, sectores), tipo de suelo, variedad (tempranas, intermedias, tardías), etapa del huerto (formación, formación-producción, plena producción), rendimiento estimado, análisis de suelo, análisis foliar, selección de fertilizantes o fuentes nutricionales a emplear, dosis y épocas de aplicación, simulación de balances nutricionales parciales y totales, sugerencias de ajuste de dosis de nutrientes por etapa de cultivo y total, estimación de costos de cada manejo nutricional simulado, impresión de simulaciones, respaldo de las simulaciones realizadas para un uso futuro.

La tecnología obtenida (innovación agronómica reflejada en una herramienta computacional) ha sido difundida a los productores de arándanos orgánicos cubriendo un 60% de la superficie productiva a nivel nacional dedicada a este rubro y con esta modalidad de producción.

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

Durante el desarrollo del Proyecto se realizó una serie de actividades de difusión correspondientes a Talleres, Días de Campo, Seminarios de Difusión y Seminarios de cierre del Proyecto, en las que participaron actores asesores técnicos y profesionales, productores, tal como se detalla en la tabla N°1.

Tabla N° 1: Actividades realizadas durante el desarrollo del Proyecto.

Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	N° participantes	Documentación Generada
26/3/13	Villarrica (Campo Vida Nueva de Hortifrut)	Día de Campo	24	Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
27/3/13	Los Ángeles (Campo Virquenco de Hortifrut)	Día de Campo	14	Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
26/3/13	Mataquito (Campo de Hortifrut)	Día de Campo	20	Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
18/6/13	Villa Alegre (INIA Raihuén)	Seminario Taller	16	Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
2/7/13	Chillán	Seminario Taller	22	Material impreso con

	(INIA Quilamapu)			descripción general del proyecto y principales resultados
3/7/13	Temuco (INIA Carillanca)	Seminario Taller	15	Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
19/3/2014	Mataquito (Campo de Hortifrut)	Día de Campo		Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
25/3/2014	Los Ángeles (Campo Virquenco de Hortifrut)	Día de Campo		Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
26/3/2014	Villarrica (Campo Vida Nueva de Hortifrut)	Día de Campo		Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
12/5/2014	Frutillar	Taller		Material impreso con descripción general del proyecto y principales resultados
19/5/2014	Universidad del Bio bio Chillán	Taller		se trabajó el software

19/6/2014	Hotel Isabel Riquelme Chillán	Taller		Se trabajó el software
6/8/2014	Presentación Feria Hortifrut	Presentación feria		Presentación con descripción general del proyecto y principales resultados
20/8/2014	Chillán	Taller		Se trabajó el software
15/9/2014	Villa Alegre (INIA Raihuén)	Seminario Cierre	13	Brochure Proyecto Fertilizantes. Block de notas Proyecto
22/9/14	Chillán (INIA Quilamapu)	Seminario Cierre	28	Brochure Proyecto Fertilizantes Block de notas Proyecto
23/9/14	Temuco (Hotel Holiday Inn)	Seminario Cierre	21	Brochure Proyecto Fertilizantes Block de notas Proyecto

- **Congresos**

Participación en el 64° Congreso Sociedad Agronómica de Chile
XXII Congreso Chileno de Fitopatología

"Efectos de diferentes fertilizantes solubles con registro orgánico sobre la composición nutricional de frutos de arándanos cv. Aurora, Legacy, Elliot". (Hirzel, J)

- **Publicaciones científicas**

Publicación del Ingeniero Agrónomo M.Sc., Dr. Investigador INIA Quilamapu. Juan Hirzel.

Hirzel, J. 2013. Efecto de diferentes fertilizantes solubles con registro orgánico sobre la composición nutricional de frutos de arándano cv. Aurora, Legacy y Elliot. 64 Congreso de la sociedad Agronómica de Chile. Libro de resúmenes. Viña del Mar, Chile. 285 p.

- **Publicaciones divulgativas**

En el marco del Proyecto y con el objetivo de presentar los resultados y una breve descripción del Proyecto, se confeccionó un brochure el cual contenía los principales temas del proyecto, así como los resultados y conclusiones. Este brochure fue entregado a todos los participantes de los seminarios de cierre del proyecto.

- **Artículos de prensa**

La revista Red agrícola publicará el contenido, resultados y conclusiones obtenidos en este proyecto en la primera revista del año 2015. Para esto se tendrá una reunión con los involucrados de manera de tener de primera fuente la información que estará contenida en este artículo.

Algunas Fotografías del proyecto

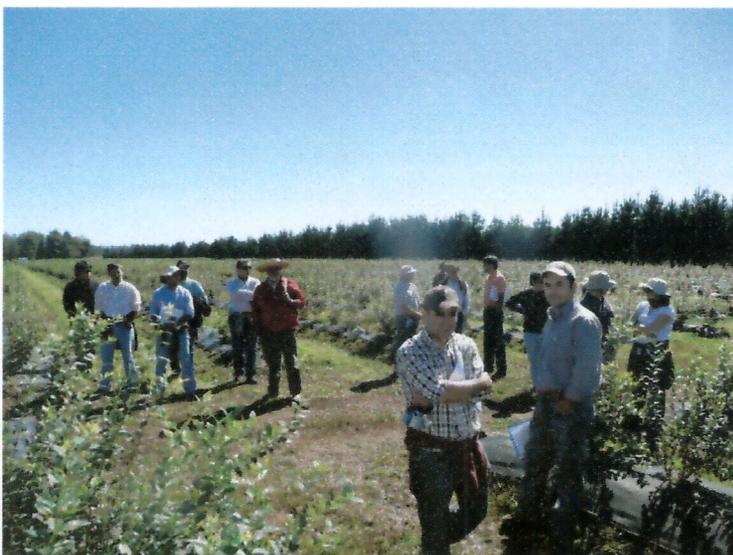


Figura 80 y 81: Día de campo Virquenco 25 de marzo de 2014



Figura 82: Día de Campo Villarrica. 26 de Marzo de 2014



Figura 83: Día de Campo Mataquito. 8 de Abril de 2013.



Figura 84: Taller Manoda en Frutillar.



Figura 85: Taller Manoda en Universidad del Bio Bio



Figuras 86 y 87: Seminario de Cierre en Chillán



64° Congreso Sociedad
Agronómica de Chile

xxii Congreso Chileno de
Fitopatología

Resumen de Trabajo

Efecto de diferentes fertilizantes solubles con registro orgánico sobre la composición nutricional de frutos de arándano Cv. Aurora, Legacy y Elliot

Hirzel, J.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional Quilamapu, Chillán, Chile. E-mail: jhirzel@inia.cl

La producción orgánica de alimentos cada día tiene más importancia y desarrollo en nuestro país y en el mundo. El manejo nutricional de especies agrícolas de producción orgánica regados mediante fertirrigación, presenta como limitante la carencia de alternativas de productos en los cuales se conozca su aporte neto de nitrógeno (N) y sus efectos sobre propiedades de suelo y características nutricionales en la planta. Para evaluar el efecto de diferentes fertilizantes orgánicos solubles en agua en el cultivo de arándano en estado de plena producción, se realizó un experimento en 3 localidades durante la temporada 2012-13 con énfasis en la composición nutricional de los frutos. Los productos evaluados fueron PG importado (13% N), Fertichem (5,8% N), Ilsa Drip (10,8% N), Carbobion (9% N), y fertilización convencional con urea y fosfato monopotásico, considerando un control sin fertilización, y una dosis total de N equivalente a 100 kg ha⁻¹ aplicada en 6 parcialidades. Las variedades evaluadas en cada localidad desde norte a sur fueron Aurora, Legacy y Elliot, respectivamente. El análisis nutricional de frutos fue realizado al momento de cosecha y se consideraron 4 repeticiones por variedad con análisis por localidad (variedad) en diseño de bloques al azar. Los resultados indicaron ausencia de diferencias en las concentraciones

nutricionales para Aurora, en tanto que la variedad Legacy presentó diferencias en las concentraciones de fósforo y potasio. Por su parte, Elliot presentó diferencias en la concentración de potasio, calcio, magnesio y sodio. Ninguno de los tratamientos logró generar las mayores concentraciones para todos los nutrientes evaluados, y la ausencia de diferencias en la concentración de N y otros nutrientes es explicada por las reservas de la planta. Finalmente, el pool de análisis realizados para diferentes manejos nutricionales permite acercarse a un rango de caracterización nutricional de frutos para estas 3 variedades.

Proyecto FIA PYT-2011-0064 Desarrollo de una herramienta, en el ámbito nutricional, para toma de decisiones en la producción orgánica de arándanos para exportación, periodo 2011-2014.

V. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Brooke, A., and R. Stevens. 1994. Tree fruit nutrition. A comprehensive manual of deciduous tree fruit nutrient needs. Washington State Fruit Commission. Published by Good Fruit Grower. 211 p.
- Fernández, M. 1996. Influencia de la fertilización de largo plazo en el cultivo de maíz y en la residualidad de P y K en un mollisol calcáreo. *Agricultura Técnica (Chile)* 56(2):107-115.
- Hirzel, J., M.C. Cartagena, and I. Walter. 2006. Effect of poultry litter on silage maize (*Zea mays* L.) production, nitrogen uptake and soil properties. 6th International Congress of Chemistry "Chemistry and Sustainable Development". Vol. 2. T4-125. p. 622-623.
- Hirzel, J., F. Novoa, P. Undurraga and I. Walter. 2009. Short-term effects of poultry litter application on silage maize (*Zea mays* L.) Yield and soil chemical properties. *Compost Science and Utilization* 17(3):189-196.
- Hirzel, J., P. Undurraga and I. Walter. 2010. Mineralization of nitrogen and nutrients released in a volcanic soil amended with poultry manure. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70(1):113-121.
- Roversi, A., and A. Monteforte. 2006. Preliminary results on the mineral uptake of six sweet cherry varieties. *Acta Horticulturae* 721:123-127.
- Sepúlveda, G., E. Besoain, y R. Molina. 1992. Eficiencia agronómica de rocas fosfóricas chilenas y sus posibilidades de uso como fertilizantes fosfatados en suelos volcánicos chilenos. Pág. 141-164. *En: Campillo, R. 1992 (Editor): Primer seminario nacional sobre uso de rocas fosfóricas en agricultura.* 371 p.
- Val, J., A. Gil, Y. Aznar, E. Monge and A. Blanco. 2000. Nutritional study of an apple orchard as endemically affected by Bitter Pit. *Acta Horticulturae* 512. P. 493-502.
- Zavalloni, C., B. Marangoni, M. Tagliavini, and D. Scudellari. 2001. Dynamics of uptake of calcium, potassium and magnesium into apple fruit in a high density planting. *Proceedings of the Fourth International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Crops.* *Acta Horticulturae* 564:113-122.