

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

EVALUACIÓN DEL FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO (Nutrigrow) Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE PEREJIL (*Petroselinum sativum* Hoffm.) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

PARI BUSTAMANTE RONALD ELIO

LA PAZ - BOLIVIA

2016

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

EVALUACIÓN DEL FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO (Nutrigrow) Y LA  
DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE PEREJIL (*Petroselinum sativum*  
Hoffm.) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

*Tesis de Grado presentada como requisito  
parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Pari Bustamante Ronald Elio**

**ASESORES:**

Ing. René Calatayud Valdez .....

Ing. Willams Alex Murillo Oporto .....

**TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Ing. Celia Fernández Chávez .....

Ing. Freddy Porco Chiri .....

Ing. Carlos Mena Herrera .....

**APROBADO:**

Presidente tribunal examinador .....

La Paz - Bolivia

2016

## *DEDICADO A TODA LA FAMILIA*

### *PARI BUSTAMANTE*

*En especial con todo cariño, respeto y amor a mis queridos Padres:*

*Eliodoro Pari Quispe y Ana María Bustamante Quispe, por su comprensión, confianza, educación y apoyo moral en mi formación profesional.*

*A mis hermanos: Belen, Abel y Estrellita, por su cariño, comprensión y apoyo incondicional.*

*A mi amada esposa: Bianca Nina y a mi Hijito: Mateo Pari que son el motivo y la razón de vivir, los amo mucho.*

*GRACIAS...*

## **AGRADECIMIENTOS**

*En primera instancia agradezco a DIOS quien me guió y nunca me abandonó y por permitirme conseguir mis objetivos.*

*Agradecer también a la Facultad de Agronomía, Carrera Ingeniería Agronómica por haberme acogido en sus aulas, por todos los conocimientos impartidos durante todo el trayecto de estudio, a los docentes por sus consejos, enseñanza que nos dieron en cada peldaño que se tuvo que escalar para llegar a esta etapa.*

*A mis asesores de tesis Ing. René Calatayud Valdez y Ing. Williams Alex Murillo Oporto, por su enseñanza, guía y correcciones que me dio para la elaboración y conclusión de la tesis.*

*A mi tribunal revisor: Ing. Celia Fernández Chávez, Ing. Fredy Porco Chiri e Ing. Carlos Mena Herrera, gracias por la revisión, corrección y sugerencia que contribuyeron a mejorar el presente trabajo de investigación.*

*Especial agradecimiento a mis amados padres: Eliodoro Pari y Ana María Bustamante, por su confianza y por su apoyo moral en todo el transcurso de mi vida, ya que todo se los debo a ellos.*

*A mis hermanas Belen y Estrella por estar siempre a mi lado, apoyarme en todo momento, en especial a mi hermanito Abel Pari por compartir momentos de alegrías y tristezas al largo de toda mi vida.*

*A mi cuñada Vanessa Mamani y mis sobrinas Aylin y Cielito por brindarme su cariño y apoyo moral.*

*Especial agradecimiento a la familia Mollo Pari por apoyarme y brindarme su cariño y comprensión en especial a mi primo Luis Mollo.*

*A la familia Nina Poma por su apoyo moral y abrirme las puertas de su corazón.*

*Muy especial agradecimiento a mi amada esposa Bianca Nina por haberme comprendido y apoyado en toda mi formación profesional, a mi hijito Mateo Pari Nina por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante a los cuales amo mucho .*

*A mis amigos y compañeros de tesis Martin Ribera, Renzo Santana y Leonel, quienes me colaboraron y apoyaron para la elaboración de esta tesis.*

*A todo la familia Pari Bustamante por su apoyo incondicional y a todos los que fueron parte de mi vida y apoyaron para la elaboración de este trabajo de tesis.*

*MUCHAS GRACIAS*

## ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCION .....	1
2.	OBJETIVOS.....	3
2.1.	Objetivo general.....	3
2.2.	Objetivos específicos .....	3
2.3.	Hipótesis .....	3
3.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	4
3.1.	Origen .....	4
3.2.	Historia .....	4
3.3.	Clasificación taxonómica .....	4
3.3.1.	Descripción botánica .....	4
3.3.2.	Requerimientos de cultivo .....	7
3.3.3.	Requerimientos edafoclimaticos.....	8
3.4.	Elección de material vegetal.....	8
3.4.1.	Propagación.....	9
3.5.	Labores preparatorias.....	9
3.5.1.	Marco de plantación.....	9
3.5.2.	Preparación de las platabandas .....	10
3.5.3.	Riego y abonamiento .....	10
3.5.4.	Labores culturales.....	11
3.6.	Fertilización orgánica.....	12
3.7.	La fertilización foliar.....	12
3.7.1.	Importancia de la fertilización foliar .....	13
3.7.2.	Ventajas de la fertilización foliar.....	14
3.7.3.	Limitaciones de la fertilización foliar.....	16
3.8.	Mecanismo de absorción de la nutrición foliar.....	17
3.8.1.	Rutas de la absorción foliar.....	19
3.8.2.	Proceso de absorción de nutrientes por vía foliar .....	20
3.8.3.	Velocidad de absorción.....	21
3.9.	Cosecha.....	23
3.10.	Post-cosecha.....	23

3.10.1. Limpieza.....	23
3.10.2. Selección.....	23
3.10.3. Secado.....	24
3.10.4. Empacado.....	24
3.10.5. Almacenamiento y conservación.....	24
3.11. Composición nutricional del perejil.....	24
3.11.1. Uso medicinal.....	26
3.11.2. Efectos secundarios.....	26
3.12. Fertilizante foliar orgánico.....	27
3.12.1. Nutrigrow.....	27
3.12.2. Modo de empleo del Nutrigrow.....	27
3.12.3. Influencia del Nutrigow en el desarrollo de la planta.....	28
4. MATERIALES Y METODOS.....	29
4.1. Localización.....	29
4.1.1. Ubicación geográfica.....	29
4.1.2. Características ecológicas.....	29
4.1.2.1. Topografía.....	29
4.1.2.2. Clima.....	29
4.1.2.3. Suelo.....	29
4.1.2.4. Vegetación.....	30
4.2. Materiales.....	30
4.2.1. Material de campo.....	30
4.2.2. Material de escritorio.....	30
4.2.3. Material Biológico.....	31
4.2.4. Fertilizante Orgánico.....	31
4.3. Metodología.....	31
4.3.1. Procedimiento.....	31
4.3.1.1. Preparación de sustratos.....	31
4.3.1.2. Siembra.....	31
4.3.2. Labores culturales.....	32
4.3.2.1. Riego.....	32
4.3.2.2. Deshierbe.....	32

4.3.3.	Fertilización foliar .....	32
4.3.4.	Cosecha.....	32
4.3.5.	Diseño experimental .....	33
4.3.5.1.	Modelo lineal .....	33
4.3.6.	Variables de respuesta.....	34
4.3.6.1.	Altura de planta .....	34
4.3.6.2.	Numero de hojas por planta.....	34
4.3.6.3.	Numero de ramas por planta .....	35
4.3.6.4.	Rendimiento .....	35
4.3.7.	Variables económicas .....	35
4.3.7.1.	Análisis Económico .....	35
4.3.7.2.	Rendimiento ajustado.....	35
4.3.7.3.	Beneficio Bruto.....	35
4.3.7.4.	Beneficio Neto (BN).....	36
4.3.7.5.	Costos variables (CV) .....	36
4.3.7.6.	Relación Beneficio y Costo (B/C) .....	36
5.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>37</b>
5.1.	Condiciones de temperatura a campo abierto.....	37
5.1.1.	Precipitación pluvial a campo abierto .....	38
5.2.	Resultados.....	38
5.2.1.	Altura de planta primer corte.....	38
5.2.2.	Altura de planta segundo corte.....	40
5.2.3.	Número de hojas primer corte.....	42
5.2.4.	Número de hojas segundo corte. ....	45
5.2.5.	Número de ramas por planta primer corte .....	48
5.2.6.	Número de ramas por planta segundo corte.....	52
5.2.7.	Rendimiento primer corte.....	55
5.2.8.	Rendimiento segundo corte. ....	59
5.2.9.	Comportamiento del cultivo de perejil en los dos cortes.....	63
5.3.	Análisis económico parcial.....	64
5.3.1.	Rendimiento ajustado.....	64
5.3.2.	Beneficio bruto .....	65

<b>5.3.3. Costos variables</b> .....	66
<b>5.3.4. Costos fijos</b> .....	66
<b>5.3.5. Costos totales</b> .....	67
<b>5.3.6. Beneficio neto</b> .....	67
<b>5.3.7. Relación beneficio costo (Bs/año)</b> .....	68
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	70
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	72
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b> .....	73
<b>ANEXOS</b> .....	

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Velocidad de asimilación foliar decreciente de los nutrientes.....	22
Cuadro 2. Velocidad de absorción de nutrientes por las hojas.....	22
Cuadro 3. Valor nutricional del perejil.....	25
Cuadro 4. Composición del fertilizante orgánico Nutrigrow expresado en gr/litro de nutrigrow .....	28
Cuadro 5. Aplicación del fertilizante foliar orgánico .....	32
Cuadro 6: Factores. ....	33
Cuadro 7: Combinaciones de tratamientos.....	34
Cuadro 8: Análisis de varianza de la altura de planta, primer corte.....	39
Cuadro 9: Análisis de varianza de la altura de planta, segundo corte. ....	41
Cuadro 10: Análisis de varianza del número de hojas en el cultivo de perejil, primer corte.....	42
Cuadro 11: Análisis de varianza del número de hojas en el cultivo de perejil, segundo corte.....	45
Cuadro 12: Análisis de varianza del número de ramas por planta, primer corte.....	49
Cuadro 13: Análisis de varianza del número de ramas por planta, segundo corte. ..	52
Cuadro 14: Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de perejil, primer corte. ....	55
Cuadro 15: Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de perejil, segundo corte. ....	59
Cuadro 16. Rendimiento ajustado por una campaña.....	65
Cuadro 17. Beneficio bruto anual.....	65
Cuadro 18. Costos variables por variedades (Bs/año). ....	66
Cuadro 19. Costos fijos por tratamientos. (Bs/año). ....	67
Cuadro 20. Costos totales por tratamiento.....	67
Cuadro 21. Beneficios netos anuales.....	67
Cuadro 22. Beneficio costo anual.....	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hojas de perejil liso. ....	5
Figura 2: Planta de perejil alongada con botones florales.....	6
Figura 3: Umbela florecida, detalle de una flor de perejil.....	6
Figura 4: Semillas de perejil.....	7
Figura 5. Propiedades del perejil. ....	26
Figura 6. Datos de temperatura a campo abierto.....	37
Figura 7. Precipitación pluvial a campo abierto. ....	38
Figura 8. Promedio de la altura de planta por densidades primer corte.....	39
Figura 9. Promedio de la altura de planta por densidades segundo corte.....	41
Figura 10. Promedio del número de hojas por dosis de fertilización primer corte ....	43
Figura 11. Promedio de número de hojas por densidad de siembra primer corte ....	44
Figura 12. Promedio de número de hojas en la interacción de dosis y densidad de siembra primer corte.....	45
Figura 13. Promedio del número de hojas por dosis de fertilización segundo corte	46
Figura 14. Promedio de número de hojas por densidad de siembra segundo corte.	47
Figura 15. Promedio de número de hojas en la interacción de dosis y densidad de siembra segundo corte.....	48
Figura 16. Promedio de número de ramas por planta por dosis de fertilización, primer corte.....	50
<b>Figura 17. Promedio de número de ramas por planta por densidad de siembra, primer corte.....</b>	<b>50</b>
Figura 18. Promedio número de ramas por planta en la interacción de dosis y densidades siembra, primer corte. ....	51
Figura 19. Promedio de número de ramas por planta por dosis de fertilización, segundo corte.....	53
Figura 20. Promedio de número de ramas por planta por densidad de siembra, segundo corte.....	54
Figura 21. Promedio número de ramas por planta en la interacción de dosis y densidades siembra, segundo corte.....	55
Figura 22. Efecto de las dosis de fertilizante sobre el rendimiento, primer corte.....	56
Figura 23. Efecto de las densidades de siembra sobre el rendimiento, primer corte	57

<b>Figura 24. Promedio del rendimiento del perejil en la interacción, densidades de siembra y dosis de fertilización, primer corte.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 25. Efecto de las dosis de fertilizante sobre el rendimiento, segundo corte..</b>	<b>60</b>
<b>Figura 26. Efecto de las densidades de siembra sobre el rendimiento, segundo corte. ....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 27. Promedio del rendimiento de perejil en la interacción de las densidades de siembra y dosis de fertilización, segundo corte.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 28. Efecto de las diferentes cosechas sobre el rendimiento. ....</b>	<b>63</b>

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: Croquis del terreno.**
- Anexo 2: Comparación de promedios para la Altura de planta, factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 3: Comparación de promedios para la altura de planta, factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 4: Comparación de promedios para la altura de planta, interacción Densidades\*Dosis de fertilización, según Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 5: Comparación de promedios para el numero de hojas, factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 6: Comparación de promedios para número de hojas, factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 7: comparación de promedios para el numero de hojas, interacción Dosis\*Densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 1ro corte.**
- Anexo 8: Comparación de promedios de numero de ramas por planta, factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 9: Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, factor densidades de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 10: Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, interacción dosis \* densidades, según la prueba de Duncan al 5 %, 1rocorte.**
- Anexo 11: Comparación de promedios para el rendimiento de perejil con el factor dosis de fertilizante, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 12: Comparación de promedios para el rendimiento de perejil, sobre el factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 13: Comparación de promedios para el rendimiento, interacción Densidades\* Dosis de fertilización, según Duncan al 5 %, 1ro corte.**
- Anexo 14: Comparación de promedios para la Altura de plantas, con el factor de dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.**
- Anexo 15: Comparación de promedios para la Altura de planta, con el factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.**

- Anexo 16: Comparación de promedios para la altura de planta, interacción densidades \* Dosis de fertilización, según Duncan al 5 %, 2do corte.**
- Anexo 17: Comparación de promedios para el numero de hojas, con el factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.**
- Anexo 18: Comparación de promedios para el número de hojas, del factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.**
- Anexo 19: Comparación de promedios para el numero de hojas, interacción Dosis\*Densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.**
- Anexo 20: Comparación de promedios de numero de ramas por planta, del factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.**
- Anexo 21: Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, del densidades de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.**
- Anexo 22: Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, en la interacción dosis \* densidades, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.**
- Anexo 23: Comparación de promedios para el rendimiento de perejil con el factor dosis de fertilizante, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.**
- Anexo 24: Comparación de promedios para el rendimiento de perejil, sobre el factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.**
- Anexo 25: Comparación de promedios para el rendimiento, interacción Densidades\*Dosis de fertilización, según Duncan al 5%, 2do corte.**
- Anexo 26. Costos de producción para la primera cosecha.**
- Anexo 27. Costos de producción para la segunda cosecha.**
- Anexo 28: Semillas de perejil variedad Italian Darkgreen**
- Anexo 29: Germinación de las semillas.**
- Anexo 30: Marbeteo del cultivo de perejil.**
- Anexo 31: Toma de datos.**
- Anexo 32: Aplicación del fertilizante foliar orgánico.**
- Anexo 33: Cosecha.**

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés. Para ello se utilizó un terreno de 30 m<sup>2</sup> de superficie para la siembra en la que se utilizó la semilla de perejil de la variedad Italian Darkgreen.

El estudio tuvo por finalidad evaluar la respuesta de dos dosis de 60 cc y 70 cc de fertilizante orgánico foliar (Nutrigrow), y la aplicación de tres densidades de siembra de 20 cm entre hileras y 10, 15, 20 cm entre plantas respectivamente, para ello se estudiaron 6 tratamientos, conducido por un diseño de bloques al azar con arreglo bi-factorial con tres repeticiones. Las variables de respuesta fueron altura de planta, número de hojas, número de ramas por planta y rendimiento, se evaluaron tanto en el primero como en el segundo corte.

El efecto de las dosis de fertilización con relación a las densidades empleadas fue más notorios en el segundo corte, mostrando medias superiores en las diferentes variables de respuesta. Además que los factores en estudio A (dosis de fertilización) y B (densidades de siembra) demostraron diferencias significativas en su comportamiento durante todo el proceso de desarrollo del cultivo de perejil, (*Petroselinum sativum* Hoffm.) lo que demuestra que es necesaria la aplicación de los dos factores.

La dosis de 70 cc de fertilizante foliar orgánico Nutrigrow en la segunda cosecha registra los valores más altos en cuanto a la altura de planta con un 47,85 cm, un número de hojas de 123,52 hojas por planta, un número de ramas de 11,39 ram/pl y un rendimiento de 2,99 kg/m<sup>2</sup>.

La densidad de siembra de 20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas en la segunda cosecha registra los valores más altos con relación al número de hojas con un 119,77 hojas por planta, un número de ramas de 11,52 ram/pl y un rendimiento de 2,57 kg/m<sup>2</sup>.

## SUMMARY

The research was conducted at the Experimental Center Cota Cota belonging to the Universidad Mayor de San Andrés. It was used for an area of 30 m<sup>2</sup> for planting in which the seed of the variety Italian parsley Darkgreen was used.

The study aimed to evaluate the response of two doses of 60 cc and 70 cc of foliar organic fertilizer (NutriGrow), and the application of three planting densities of 20 cm between rows and 10, 15, 20 cm between plants respectively, this 6 treatments, driven by a randomized block design bi-factorial arrangement with three replications were studied. The response variables were plant height, number of leaves, number of branches per plant and yield were evaluated in both the first and the second cut.

The effect of fertilization rates relative to the densities used was more noticeable in the second section, showing higher averages in the different response variables. In addition to the factors under study A (fertilization) and B (densities) showed significant differences in their behavior throughout the development process of growing parsley (*Petroselinumsativum*Hoffm.) Demonstrating that the application is necessary of the two factors.

The dose of 70 ml of organic foliar fertilizer in the second crop NutriGrow records the highest in terms of plant height values with a 47.85 cm, a number of sheets 123.52 leaves per plant, a number of branches 11.39 ram / pl and a yield of 2.99 kg / m<sup>2</sup>.

The seeding density of 20 cm between rows and 20 cm between plants in the second harvest recorded the highest values relative to the number of leaves with a 119.77 leaves per plant, number of branches of 11.52 ram / pl and yield 2.57 kg / m<sup>2</sup>.

## 1. INTRODUCCION

La población Boliviana va creciendo, a su vez los requerimientos y necesidades aumentan. Por esto es necesario realizar agricultura intensiva en superficies reducidas como ser: viveros e invernaderos, para obtener mayor cantidad de diversidad de productos hortícolas, en menos espacios o superficies sin alterar sus necesidades fisiológicas, así cubriendo la demanda de productos agrícolas.

Esta especie hortícola tiene una gran aceptación en la dieta de las familias bolivianas. Ello hace que su cultivo este siendo objeto de cierta atención por parte de los horticultores en las alternativas hortícolas intensivas.

Para todo ser humano, los vegetales representan la única fuente de subsistencia nutritiva para reconstruir sus tejidos, producir energías, regular funciones corporales, nutrirse y vivir. De esto surge la importancia vital de los vegetales para el hombre, por ello se analiza desde el punto de vista económico, social y alimenticio.

Desde el punto de vista medicinal se emplea actualmente la infusión de perejil para prevenir dolencias reumáticas, disminuye la presión arterial, baja el nivel de colesterol, facilita la eliminación de los cálculos renales, controlar la hipertensión, fortalecer el ritmo cardíaco, tratar la celulitis, disminuir los calambres y dolores de muelas, o tratar la fatiga persistente, para lo que se emplea principalmente la raíz.

La cosmética lo usa para mejorar el estado de la piel aplicando mascarillas y cataplasmas elaboradas con perejil.

Debido al explosivo desarrollo poblacional causado por la migración extranjera así como por la transformación de la dieta alimentaria de la población boliviana, el consumo de verduras y frutas se ha incrementado cada vez mas, exigiendo más cantidad, como en calidad.

Sin embargo pese al esfuerzo y la casi inagotable capacidad de improvisar de los pequeños agricultores, la falta de conocimientos en el uso de nuevas variedades e híbridos, el mal uso de agroquímicos, el deficiente uso del agua de riego y la pérdida de los suelos por la erosión, hacen que la producción hortícola en los centros tradicionales de producción, sean cada vez más difícil, costosa y desde el punto de vista de la salud humana y ambiental, cada vez menos tolerable tanto para los productores, como para los consumidores.

En la producción de hortalizas, los fertilizantes químicos son aplicados en los suelos en grandes cantidades, sin que tenga que tomarse en cuenta la disponibilidad de los nutrientes del suelo, causando problemas posteriores de mineralización y degradación de los suelos agrícolas.

En este campo, el incremento de la producción y la calidad es una preocupación constante, los cuales nos exigen investigar y desarrollar nuevas tecnologías.

El cultivo de perejil es una hortaliza aprovechado por el producto final, en nuestro país el consumo en fresco se incrementa cada vez mas debido al crecimiento poblacional y a la infinidad de platos que se preparan. Por lo cual se tiene la necesidad de incrementar la producción y el rendimiento de este cultivo.

El uso y la implementación de abonos orgánicos puede ser una alternativa esencial, para solucionar problemas físicos, químicos y biológicos del suelo.

Con las nuevas tecnologías aplicadas en la agricultura orgánica, se pretende disminuir la dependencia de los productores sobre el uso y adquisición de pesticidas y abonos químicos, por otra parte contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los consumidores.

El presente ensayo constituye un estudio exploratorio por la necesidad de contar con información técnica sobre el uso de fertilizantes foliares orgánicos, como una alternativa para mejorar la producción y calidad del cultivo de perejil, por consiguiente incrementar los ingresos del agricultor dedicado a este rubro.

Tomando en cuenta la producción y la calidad del cultivo, se plantea el presente estudio, basado en los siguientes objetivos

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Evaluar el fertilizante foliar orgánico (Nutrigrow) y la densidad de siembra en el cultivo de perejil (*petroselinum sativum Hoffm.*) en el centro experimental de cota cota.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la dosis de fertilización orgánica más adecuada en el cultivo de perejil.
- Determinar la densidad de siembra más adecuada para el cultivo de perejil.
- Evaluar el rendimiento del cultivo de acuerdo a los tratamientos.
- Evaluar la interacción de los niveles del factor A (fertilizante orgánico) y el factor B (densidad de plantación).

### **2.3. Hipótesis**

- Las dosis de fertilización orgánica foliar no influye en el crecimiento vegetativo del cultivo de perejil.
- No existen diferencias entre las densidades de siembra.
- El rendimiento del cultivo de perejil no es afectado por las dosis de fertilización y densidades de siembra.
- No existe diferencia entre la interacción de los niveles del factor A (fertilizante orgánico) y el factor B (densidad de plantación).

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

#### 3.1. Origen

Arber (2000), indica que el perejil, *Petroselinum sativum* es originario de Europa, con amplia distribución en la región del Mediterráneo, desde Grecia y la Isla de Cerdeña, abarcando la zona Norte de África y Sudoeste de Asia.

#### 3.2. Historia

Arber (2000), menciona que, Dioscórides recomendaba a los soldados de Nerón, llevar hojitas de perejil para recuperar energía y los gladiadores romanos ingerían sus hojas, como fuente de fortaleza y astucia antes de los combates. Las propiedades medicinales y culinarias, eran ya conocidas por los romanos. Junto al apio, fue una especie muy asociada a los ritos funerarios y a la muerte.

#### 3.3. Clasificación taxonómica

Berdonces (1998), indica que la clasificación taxonómica es la siguiente:

<b><u>Reino:</u></b>	<u>Plantae</u>
<b><u>División:</u></b>	<u>Magnoliophyta</u>
<b><u>Clase:</u></b>	<u>Magnoliopsida</u>
<b><u>Orden:</u></b>	<u>Apiales</u>
<b><u>Familia:</u></b>	<u>Apiaceae</u>
<b><u>Subfamilia:</u></b>	<u>Apioideae</u>
<b><u>Género:</u></b>	<u>Petroselinum</u>
<b><u>Especie:</u></b>	<u>P. sativumHoffm</u>

##### 3.3.1. Descripción botánica

La planta de perejil es una planta bianual, herbácea y glabra perteneciente a la familia de las umbelíferas de 15 a 50 cm de altura. La raíz es larga y fusiforme, pivotante, blanquecina gruesa, carnosa y aromática. Durante el primer

año produce una espesa roseta de poca altura (20 a 40 cm) de hojas de color verde, divididas y largamente pecioladas de hasta 20 o 30 cm de largo y un tallo florífero de alrededor de 1m, que al segundo año se ramifica casi desde la base (Krarup y Moreira; 1998).

Las hojas (Figura 1) son 2-3 pinnatisectas con segmentos foliares aovado-cuneados, inciso-dentados, de 7-20 mm, las ubicadas en la parte inferior son pecioladas de 10 a 20 cm, el pecíolo es glabro y abrazador en la base, las hojas superiores son similares pero subsésiles; el limbo es generalmente triangular, muy dividido (bipinnados, tripinnatisectos) con lóbulos cuneiformes dentados de color verde oscuro (Vigliola, 2007).



**Figura 1:** Hojas de perejil liso.

El tallo es erecto, estriado y glabro, se desarrolla en el segundo año del cultivo, con alturas variables entre 50 a 80 cm., tanto el tallo principal como las ramificaciones terminan en umbelas compuestas (Figura 2). Al final del ciclo las plantas llegan a alturas superiores a los 150 cm, procediéndose a cosechar los frutos (Vigliola, 2007).

El sistema floral del perejil está compuesto de umbelas y umbélulas, las umbelas son largamente pedunculadas, con 0-3 brácteas lineares y 8 a 25 radios, de 1-3 cm; 4 a 6 bractéolas linear-lanceoladas y un diámetro de 2 a 5 cm (Gomez, 2008). Las umbélulas se componen de rayos iguales que poseen flores pequeñas (2 mm de longitud), blanquecinas ó verde-amarillo pálido, ellas poseen un cáliz entero, pétalos redondos blancos curvados en la extremidad y no poseen sépalos. (Figura 3), presenta flores hermafroditas y masculinas (Burton, 2002).



**Figura 2:** Planta de perejil  
alongada con botones florales



**Figura 3:** Umbela florecida, detalle de una  
flor de perejil

El fruto es un esquizocarpo (diaquenio) ovalado, subgloboso y estriado de 2,5 a 4 mm de longitud, formado por dos mericarpios (semillas) ovoides, comprimidos con cinco costillas filiformes, son de color café - grisáceo y aovadas en forma de hoz (Figura 4); el tegumento de las semillas contiene furanocumarina, que afecta la germinación de la simiente (Jett, 2004).

En un gramo de semillas entran aproximadamente 600-700 unidades, el poder germinativo se prolongan por un período de 2 a 3 años. Las semillas contienen un aceite denominado apiol, toda la planta desprende un olor estimulante y aromático.



**Figura 4:** Semillas de perejil

Raulin (2003), indica que esta especie hortícola está teniendo cada vez más aceptación en los mercados nacionales, y muy especialmente en los andaluces, por sus magníficas cualidades condimentarias. Ello hace que su cultivo esté siendo objeto de cierta atención por parte de los horticultores y comience a tenerse presente en las alternativas hortícolas intensivas. Francia es uno de los principales países productores y exportadores.

### **3.3.2. Requerimientos de cultivo**

Maroto (2002), indica que el perejil es una planta muy rústica y crece bien en las zonas de clima templado en pleno sol pero preferiblemente a media sombra. Las temperaturas óptimas de desarrollo están entre 16-20°C. Las temperaturas bajo 0°C y sobre 35°C no son toleradas. El perejil a menudo debe ser regado, casi todos los días de modo que hay que mantener el terreno constantemente húmedo.

### 3.3.3. Requerimientos edafoclimaticos.

Vigliola (2007), indica que si bien los suelos gumíferos son los más indicados, se adaptan a cualquier tipo de terreno, prefiere los profundos, sueltos, provistos de materia orgánica muy descompuesta y limpia de malas hierbas. En tierras ligeramente ricas en materia orgánica, que se rieguen regularmente, puede producir buenos rendimientos.

Así mismo Unterladstaetter (2000), menciona que el perejil es una especie que se produce muy bien en climas templados a fríos, ya que la temperatura ideal para su cultivo está entre 6° y 22°C. Temperaturas elevadas aceleran su floración y temperaturas por debajo de los 6°C retrasa su desarrollo, sin embargo existen variedades que están muy adaptadas a climas calientes.

### 3.4. Elección de material vegetal.

Vigliola (2007), argumenta que los tipos de perejil se pueden diferenciar por el tipo de hoja y por su uso.

Existen tres tipos de perejil: de hoja lisa, de hoja rizada y aquellos cuya parte aprovechable es la raíz.

- **Perejil común o liso.** *Petroselinum sativum Hoffm var. latifolium*: Abarca cultivares de hoja lisa, como: el Común, el Gigante de Italia y el Plain. De porte vigoroso y follaje verde intenso y abundante. Es una planta rústica, que suele alcanzar hasta 40 cm de altura. Las hojas, de color verde oscuro, poseen largos pecíolos. Son anchas, lisas y con bordes dentados. Muy aromáticas y con sabor característico muy acentuado. Suele sembrarse durante todo el año, siendo una planta de crecimiento rápido, productiva y resistente al frío.
- **Perejil rizado o crespo.** *Petroselinum sativum Hoffm var. crispum*: comprende los cultivares rizados, como: Rizado Verde Oscuro, Paramount y Crausa. Posee hojas muy hendidas, extremadamente rizadas. Follaje

verde claro y porte más bajo que el del perejil común. Se utiliza, al igual que el tipo anterior, en condimento y aderezo.

- **Perejil de raíz o tuberoso.** *Petroselinum sativum Hoffm var. radicosum*: se aprovecha su raíz.

### **3.4.1. Propagación.**

Vigliola (2007), menciona que la propagación se realiza por siembra directa, empleándose de 15 a 20 kilogramos de semilla por hectárea. La siembra puede efectuarse desde fines de febrero hasta septiembre. El que tarde en germinar es debido a que en realidad lo que se siembra es el fruto, pequeños aquenios que cada uno contiene una diminuta semilla debiéndose podrir su cubierta por la humedad, hasta que llegue esta a la semilla.

### **3.5. Labores preparatorias.**

Vigliola (2007), menciona que dos a tres meses antes de la siembra conviene realizar una labor profunda, de 30 o 40 cm, posteriormente se dará pase de grada, procurando que los terrones se desmenucen. A continuación se reparten los abonos, normalmente a voleo, y se entierran con una labor ligera de azada o cultivador. Por último se da un riego para poner la tierra en reposo antes de proceder a la siembra.

#### **3.5.1. Marco de plantación**

MDAPA (1999), argumenta que la siembra se puede realizar en líneas que estén separadas entre sí de 15 a 20 cm, dejando de 10 a 20 cm entre plantas. Si la siembra se hace a voleo, deberá procederse a realizar un aclareo, con el fin de que las plantas queden separadas unas de otras en todos los sentidos y evitar competencia entre plantas. La cantidad de semilla a emplear es del orden de 1,5 a 2 gramos por metro cuadrado lo que equivale de 15 a 20 kg/h, para proceder posteriormente al aclareo.

Vigliola (2007), argumenta que el perejil se siembra principalmente en la región pampeana húmeda y en los últimos años han surgido emprendimientos en

regiones sub-húmedas, semiáridas e incluso áridas. En las regiones donde la disponibilidad de agua es limitante, solo es posible producir bajo riego y cuando el sistema de riego es por surco, se siembra a chorrillo y entre hileras se dejan 20 a 30 cm y entre plantas de 15 a 20 cm para favorecer la circulación del agua.

Vigliola (2007), afirma que la época de siembra dependerá de cuando se desea obtener las plantas. Aunque puede sembrarse todo el año, se suele realizar en invierno, enero o febrero, o bien en verano, agosto o septiembre. Puede hacerse al voleo o en líneas. De cualquier forma, la semilla debe ponerse en maceración durante 24 horas, enterrándola después superficialmente. Si la siembra se hace al voleo, deberá procederse a realizar un aclareo, con fin de que las plantas queden separadas unas de otras, en todos los sentidos, alrededor de 8 cm.

El mismo autor menciona que la cantidad de semilla a emplear es del orden de 1 a 1,5 gramos por metro cuadrado, para proceder posteriormente al aclareo. Una vez efectuado la siembra se dará un riego, procurando no arrastrar las semillas, por lo que, de hacerse con aspersores, deberán ser estos muy bajos. Las plantas sembradas en invierno, en zonas cálidas, tardan un mes en nacer, y las sembradas en verano, de 14 a 16 días aproximadamente.

### **3.5.2. Preparación de las platabandas**

Vigliola (2007), Es aconsejable que el terreno no tenga malezas piedras y basuras, por lo que es necesario limpiar el espacio que se utilizará.

El mismo autor argumenta que la platabanda, conviene que tenga 80 cm a 1 metro de ancho y el largo que se estime conveniente; procurando dejar un sendero de 30 a 40 cm. de ancho entre cada platabanda, para poder caminar entre ella sin problemas.

### **3.5.3. Riego y abonamiento**

Vigliola (2007), indica que aunque es un cultivo muy rústico, agradece los suelos con cierto contenido de humedad. Los riegos suelen realizarse por goteo o

por aspersión. En zonas cálidas se deberán dar éstos cada ocho o diez días en invierno y cada dos o tres en verano.

El perejil es una planta que necesita fuertes abonados para asegurar producciones abundantes. Una producción de 250 kilos por área extrae del suelo: **0,7 kilos de N, 0,3 kilos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,1 kilos de K<sub>2</sub>O y 0,2 kilos de CaO.**

Por su parte, Unterladstaetter (2000), menciona que los cultivos hortícolas en su mayoría requieren grandes cantidades de agua, al estar los productos hortícolas constituidos por un 80 a 90 % de agua, donde obviamente el rendimiento de la cosecha depende principalmente de la disponibilidad de agua en el suelo, siendo fundamental para la formación de azúcar y para mantener las células en buenas condiciones.

#### **3.5.4. Labores culturales.**

Unterladstaetter (2000), argumenta que una vez realizada la siembra se dará un riego abundante, los mismos se repetirán según necesidades del cultivo y disponibilidad de agua. Estos serán por inundación en el caso de canteros y por surcos en bordos y platabandas. Aunque es un cultivo muy rústico, prefiere los suelos con cierto contenido de humedad. La inundación es una práctica realizada por algunos productores del cinturón verde, no aconsejable por el mal uso del agua, manejo del suelo y sanidad de las plantas; por surco o aspersión si el cultivo es en bordo o platabanda.

Sobrino (1999), indica que el perejil es una especie que requiere una buena dotación de nutrientes en el suelo para el logro de una producción abundante, sostenida y de calidad; esta dotación puede ser natural del suelo o que deba ser ingresada al sistema mediante fertilización, química u orgánica. Se aconseja hacer un análisis de suelo previo antes de tomar la decisión de fertilizar.

Así mismo argumenta que para control de malezas se realizarán deshierbes a medida que comiencen a desarrollarse. Otra forma es el control químico con el uso de herbicidas.

### **3.6. Fertilización orgánica.**

Sobrino (1999), señala que el abonamiento orgánico es muy importante, debe ser incorporado con la labor de preparación del terreno, utilizando un estiércol preferentemente descompuesto. La cantidad por hectárea esta relacionada con la riqueza del terreno en materia orgánica, pero no debe ser menor de 30.000 kg/ha, y si es posible, llegar a los 50.000 o 60.000 kg/ha.

Así mismo Suquilanda (1995), sostiene que el objetivo de la fertilización orgánica es el efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz por medio de los fenómenos físico-químicos que tiene lugar en su seno, de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada. Para lograr este objetivo, es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización.

### **3.7. La fertilización foliar**

Fritz y Trenkel (1999), menciona que bajo el concepto de fertilización foliar, se entiende el pulverizar soluciones diluidas de nutrimentos sobre las hojas, que pueden ser suministradas en forma de sales, líquidos o suspensiones.

Acosta (2000), sostiene que a través de la fertilización foliar se logra un inmediato abastecimiento de nutrientes a la hoja, sin que este proceso sea perjudicial para la absorción radicular o translocación dentro de la planta, es útil donde se trata de eliminar en forma rápida síntomas de deficiencia y completar el abastecimiento de nutrientes al suelo.

Así mismo Gross (1996), menciona que la absorción es tanto mas eficaz tanto más joven es la hoja, se realiza por ambas caras de esta, por lo que interesa mojar al máximo toda la superficie foliar, el liquido que cae al suelo no se pierde en absoluto, incluso en el caso de la planta no absorbiera nada de abono por las hojas, constituirá, un reporte del abonado en el suelo, debido a las lluvias

Por su parte Nogueira (1979) citado por Villarroel (1998), señala que la fertilización foliar, no solo es al follaje, sino que también a ramas jóvenes y adultas, estacas y troncos. Se ha demostrado que es más efectiva y eficiente que la radicular, principalmente con micronutrientes y algunos macronutrientes. Se define la fertilización foliar “como el proceso de aplicación de nutrientes minerales al follaje a fin de suprimir deficiencias”.

Sobre el fertilizante foliar García (1982) citado por Arancibia (1998), afirma que la absorción comienza a los 4 segundos de mojar las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que el abonar el suelo. Además la penetración de los nutrientes a través de las hojas, absorción foliar, fue comprobado por medio de radioisótopos trazadores, poniéndose de manifiesto que las hojas están capacitadas para absorber sustancias minerales por el haz y por el envés de las mismas y que no tienen impermeables que se creía.

García (1982) citado por Maldonado (1998), menciona que el descubrimiento de la absorción por las hojas no significa que las raíces vayan a perder su papel nutritivo, sino que se cuenta con una segunda vía para la alimentación de las plantas.

### **3.7.1. Importancia de la fertilización foliar**

García (1982) citado por Maldonado (1998), indica que el fertilizante foliar tiene especial importancia en:

- Los suelos deteriorados, de arcillas poco saturados interiormente de humus y calcio, donde casi todo el abono que se incorpore al terreno queda retrogradado en los espacios interlaminares, debe emplearse con preferencia la fertilización foliar.
- Las épocas críticas de crecimiento, floración y fructificación, el rociado de las hojas permite alimentar las plantas en los momentos requeridos con dosis extras de abonos.

- Los micro elementos tienen las mismas dificultades para ser absorbidos por las raíces que el fósforo y el potasio, de donde provienen las enfermedades por carencia que presentan todas las plantas, cuyo medio seguro de curación se obtiene rociando las hojas con soluciones nutritivas adecuadas.
- Durante la parada invernal, en que las plantas detienen su nutrición por las raíces pueden absorber los alimentos por la parte aérea, aun cuando se trate de arbolado de hoja caduca, por que dicha nutrición se verifica también a través de la corteza de ramas y troncos.
- Climas de lluvias abundantes, donde el encharcamiento impide entrar en las tierras con equipos para distribuir abono a los suelos.
- En momentos de sequía, cuando el suelo seco hace imposible la absorción por las raíces, la fertilización, foliar constituye un gran recurso para alimentar las plantas.

### **3.7.2. Ventajas de la fertilización foliar**

Según Venegas (2010), indica que las ventajas de la fertilización foliar son las siguientes:

- Permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo.
- Permite el aporte de nutrientes cuando existen problemas de fijación en el suelo.
- Permite la aplicación simultánea de una solución nutritiva junto con pesticidas, economizando labores.
- Es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos. Los macronutrientes, como se requieren en grandes cantidades, presentan la limitación que la dosis de aplicación no pueden ser tan elevadas, por el riesgo de fitotoxicidad, además de requerir un alto número de aplicaciones determinando un costo que lo haría impracticable para la mayoría de los cultivos. En cambio, la aplicación de micronutrientes que se requiere en

pequeñas cantidades, se adecua perfectamente junto con la aplicación complementaria de macronutrientes.

- Ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas.
- Permite el aporte de nutrientes en condiciones de emergencia o stress, como:

**Sequía:** Las plantas absorben nutrientes a través de una solución en la cual éstos están disueltos. En el caso de un stress hídrico, esta absorción se dificulta severamente limitando la nutrición y comprometiendo el desarrollo del cultivo. En este caso, el aporte de nutrientes vía foliar, permite aliviar esta dificultad, no obstante, hay que considerar que en estas condiciones las plantas son mucho más sensibles a los efectos de toxicidad causada por las aplicaciones foliares.

**Anegamiento:** El efecto del exceso de agua en el suelo, tiene un efecto similar al de la sequía. En este caso, la falta de oxígeno suficiente para la actividad radicular, presenta la misma consecuencia para la planta, de no poder absorber la cantidad de nutrientes necesaria, presentando en este caso la nutrición vía foliar una alternativa adecuada.

**Bajas Temperaturas:** El efecto de las bajas temperaturas se manifiesta en el daño que puede sufrir el follaje y en su efecto en el suelo. Las heladas pueden ocasionar un daño tal al follaje, que se limite la actividad fotosintética de la planta, limitándose por ende, la absorción de nutrientes. En este caso, las aplicaciones foliares, de más rápida respuesta, permiten que la planta se recupere más rápidamente de esta condición de stress. Por otra parte, en las latitudes extremas, es frecuente que las bajas temperaturas congelen el suelo, limitándose en este caso la actividad de las raíces. Aquí también, la nutrición vía aplicaciones foliares ayuda las plantas a sobrellevar esta situación adversa.

- Estimula la absorción de nutrientes. La fertilización foliar con dosis aún baja de nutrientes, además de su acción nutritiva, tiene un efecto parcialmente estimulante de los procesos productivos de las plantas, estimulando el

crecimiento y su capacidad asimilante, lo cual se manifiesta en una mayor absorción de nutrientes y un mejor rendimiento a la cosecha.

Fritz (1979) citado por Maldonado (1998), señala que los aumentos de rendimiento que se consiguen se debe al abonado a base de elementos menores. Las funciones que cumple el abonado foliar son:

- Complementa el abono aplicado al suelo
- Suprime carencias de nutrientes ocultos
- Normaliza el desarrollo en épocas difíciles para la asimilación de nutrimentos.
- Robustece a la planta contra la influencia de enfermedades.
- Ayuda a obtener mayor calidad de frutos.
- Es económico, pues estimula a la planta incluso con pequeñas cantidades.

Así mismo menciona que con la fertilización foliar se logra:

- Más rápida utilización de los nutrientes por planta.
- La duración de la fertilización es menor, debiéndose aumentar las aplicaciones.
- Las dosis empleadas son menores para evitar quemaduras en el follaje.
- La nutrición foliar debe realizarse cuando hay una necesidad urgente.

### **3.7.3. Limitaciones de la fertilización foliar**

Según Venegas (2010), indica que las principales limitaciones de la fertilización foliar se enumeran a continuación:

**Riesgo de fitotoxicidad:** Las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de soluciones nutritivas concentradas. Para cada nutriente existen valores límites de concentración, sobre estos la planta se afecta en su normal desarrollo

**Dosis limitadas de macronutrientes:** El riesgo de fitotoxicidad recientemente indicado, sumado al hecho que el requerimiento de macronutrientes, tal como su

nombre lo indica, es de elevada magnitud, limita la nutrición foliar de estos elementos, quedando restringida a complementar la fertilización al suelo, ó a corregir deficiencias en casos particulares.

**Requiere un buen desarrollo del follaje:** La nutrición foliar depende de la absorción que se realiza a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente. Los mejores resultados se obtienen mientras mayor sea el desarrollo del follaje.

**Costo de Materias Primas:** Para las aplicaciones foliares se requieren sales de elevada solubilidad y sin impurezas, para evitar el taponamiento de las boquillas y los riesgos de fitotoxicidad. Estos productos son de mayor valor que los fertilizantes convencionales que se aplican al suelo.

**Pérdidas en la aspersión:** Para asegurar una buena absorción de la solución nutritiva aplicada, se debe asegurar un buen mojado del follaje. Luego, se deben aplicar grandes cantidades de solución, resultando inevitable que una parte de ésta escurra por gravedad y caiga al suelo. Por esto, es conveniente evaluar la utilización de aditivos, de tal manera de minimizar estas pérdidas.

### **3.8. Mecanismo de absorción de la nutrición foliar.**

Espinoza (1996), menciona que las plantas pueden alimentarse a través de las hojas mediante la aplicación de sales nutritivas disueltas en agua. Los nutrientes penetran en las hojas de las plantas a través de aperturas denominadas estomas.

Estas estructuras se encuentran tanto en la superficie foliar superior (haz), como inferior (envés). Y juegan un papel importante en la absorción de nutrientes vía foliar. Sin embargo los estomas no son la única posibilidad de absorción de nutrientes a través del follaje. Se ha comprobado que también puede haber penetración a través de espacios sub microscópicos denominados ectodesmos que se encuentran en las hojas.

El mismo autor señala que la cutícula de las hojas se dilata al humedecerse, produciéndose espacios vacíos que permiten la penetración de soluciones nutritivas. El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar tres etapas:

- La primera etapa, las sustancias nutritivas aplicadas a la superficie penetran la cutícula de la pared celular por difusión libre.
- Segunda etapa, las sustancias son absorbidas por la superficie de la membrana plasmática
- Tercera etapa, pasan al citoplasma mediante un proceso metabólico.

Al respecto Nogueira (1979) citado por Villaruel (1998), manifiesta que en el mecanismo de absorción foliar, se considera la entrada de iones y moléculas aplicadas, que pasan al simplasto foliar. Las partículas deben superar dos barreras, la cutícula para entrar en el apoplasto al simplasto, completando el fenómeno de la absorción. La absorción de cationes por la hoja es más rápida. Existen dos fases de absorción foliar, que son la pasiva y la activa.

- **La absorción pasiva**, consiste en la penetración de iones y moléculas por medio de procesos físicos, a favor de gradientes de concentración y sin gasto de energía metabólica, como difusión simple, osmosis, difusión facilitada, flujo en masa, intercambio iónico, etc.
- **La absorción activa o metabólica**, es la entrada o salida de iones y moléculas en el simplasto. El paso del apoplasto se realiza contra gradientes de concentración, exige que ellas atraviesen el plasmalema y que requieren de un gasto de energía metabólica que provenga del proceso de respiración.

Tuckey (1972) citado por Villarroel (1998), menciona que los nutrientes son absorbidos por la planta y se mueven a través de ella con bastante rapidez. Las cantidades que absorben, parecen realmente pequeñas, pero la eficacia es muy elevada. El 95% de estos materiales aplicados en forma soluble a las hojas puede

ser utilizado por la planta. Si aplicamos una cantidad similar al suelo, tan solo el 10 % de los mismos serán utilizados por la planta.

García (1982) citado por Bracamonte (1998), menciona que el fenómeno de la absorción foliar no sigue las leyes físicas de osmosis, sino las biológicas de la nutrición vegetal, en cuya virtud siempre que una solución acuosa de sales minerales se encuentren en contacto con la epidermis de raíces, tallos, flores y frutos, se establece una penetración del líquido y de aquellos principios necesarios para la nutrición de la planta, la cual efectúa una solución biológica que reclama el vegetal, pero cierra la entrada a las innecesarias, tóxicas y perjudiciales.

García (1982) citado por Maldonado (1998), menciona que la penetración de los abonos a través de las hojas tiene lugar de día y de noche, por las dos caras de la mismas, pero se realiza con más intensidad por el haz de los folíolos, sin que en ello tenga intervención de la apertura y cierre de los estomas. Así mismo se verifica también por los tallos, flores, frutos y corteza de ramas y troncos.

El mismo autor menciona que la luz activa la penetración foliar, que es más intensa de día que la noche. Así mismo varía con la temperatura cuyos óptimos se encuentran entre los 16 y 20 °C; pero tiene lugar también a cero grados centígrados, durante la parada invernal; en cambio más allá de los 30 °C la penetración es casi nula.

### **3.8.1. Rutas de la absorción foliar.**

Nogueira (1970), citado por Villarroel (1998), indica que las plantas pueden absorber los nutrientes vía foliar, por tres rutas posibles:

1. a través de los estomas
2. a través de los ectodesmas
3. a través de la cutícula

Los **estomas** son aberturas que se encuentran en las hojas, a través de las cuales se produce el intercambio de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en

los procesos de respiración y transpiración. Existen tres a cuatro veces más estomas en la cara inferior de las hojas en comparación con los existentes en la cara superior. Esto es importante tomar en cuenta al efectuar las aspersiones, tratando de mojar completamente el follaje por debajo. Los estomas se encuentran generalmente cerrados en la noche y durante los momentos más calurosos del día. La distribución de los estomas, así como el tamaño y forma, varía ampliamente de una especie a otra. Para un máximo ingreso por los estomas, las aplicaciones foliares deben ser realizadas cuando los estomas se encuentran abiertos. Desde que los estomas se encuentran cerrados en la noche y durante el mediodía, es recomendable realizar las aplicaciones foliares temprano por la mañana.

Asimismo, existe menos evaporación durante la mañana lográndose así una mejor oportunidad para una máxima absorción por las hojas. Una alta humedad relativa durante el tiempo de aplicación favorecerá también una mayor absorción al minimizarse la evaporación.

Los **ectodesmas** son espacios submicroscópicos en forma de cavernas que se encuentran en la pared celular y en la cutícula, que en parte pueden alcanzar la superficie de la cutícula.

La absorción a través de la **cutícula** se produce porque ésta al absorber agua, se dilata, produciéndose, espacios vacíos entre las plaquitas aéreas, las cuales permiten la difusión de las moléculas. Dado que las hojas jóvenes no tienen una capa cuticular suficientemente desarrollada, las aplicaciones foliares de nutrientes cuando existe la mayor cantidad de follaje joven favorecerá un mayor ingreso cuticular.

### **3.8.2. Proceso de absorción de nutrientes por vía foliar**

Según Venegas (2010), indica que el proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en varias etapas:

1. Aspersión de la Superficie de la Hoja con la Solución con Fertilizantes Foliares
2. Penetración a través de la capa externa de la pared Celular
3. Entrada de los nutrientes en el apoplasto de las hojas
4. Absorción de nutrientes en el simplasto de la hojas
5. Distribución en las hojas y translocación fuera de ellas

Una vez que ha ocurrido la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando las siguientes vías:

- a) La corriente de transpiración vía xilema.
- b) Las paredes celulares.
- c) El floema y otras células vivas.
- d) Los espacios intercelulares.

El mismo autor indica que la principal vía de translocación es por el floema, desde la hoja donde se sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares de utilización o almacenamiento. En consecuencia, las soluciones nutritivas aplicadas al follaje, no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta que no se produzca el movimiento de sustancias orgánicas resultantes de la fotosíntesis.

### **3.8.3. Velocidad de absorción.**

Espinosa (1996), menciona que la velocidad de absorción de los nutrientes por vía foliar es muy variable ya que dependen de varios factores. Los principales son:

- Nutriente o nutrientes involucrados.
- Especie cultivada.
- Ion acompañante.
- Condiciones ambientales: Temperatura, humedad relativa, incidencias de lluvias, etc.
- Condiciones tecnológicas de la aspersión.

Así mismo indica que los distintos nutrientes difieren acentuadamente en cuanto a la velocidad con que son absorbidos por el follaje, por ejemplo:

- El nitrógeno se destaca nítidamente por la rapidez con que es absorbido, necesitando solamente de 1 a 6 horas para que se absorba el 50% del total aplicado.

García (2008), menciona que la velocidad de asimilación es mayor en las hojas y tejidos; varía con la especie vegetal y con la clase de elementos químicos absorbidos.

**Cuadro 1.** Velocidad de asimilación foliar decreciente de los nutrientes.

<b>DE VELOCIDAD RAPIDA</b>	<b>DE VELOCIDAD MEDIA</b>	<b>DE VELOCIDAD LENTA</b>
Nitrógeno Rubidio Sodio Potasio Fosforo Cloro Azufre	Zinc Cobre Manganeso Hierro Molibdeno	Magnesio Calcio Estroncio Bario

Fuente: García (2008).

Según Venegas (2010), indica que la velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes no es igual. El potasio, los elementos secundarios y los micronutrientes, se absorben en períodos de horas hasta un día. El único nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta, es el fósforo.

**Cuadro 2.** Velocidad de absorción de nutrientes por las hojas.

<b>NUTRIENTE</b>	<b>TIEMPO REQUERIDO PARA ABSORBER 50%</b>	
	<b>Horas</b>	<b>Días</b>
<b>N</b>	<b>1-6</b>	
<b>P</b>		<b>1-5</b>
<b>K</b>	<b>10-24</b>	
<b>Ca</b>		<b>1-2</b>
<b>Mg</b>	<b>2-5</b>	
<b>Fe</b>		<b>1 (8% absorción)</b>
<b>Mn</b>		<b>1-2</b>
<b>Zn</b>		<b>1-2</b>

Fuente: Venegas (2010).

### **3.9. Cosecha.**

Suquilanda (1995), menciona que las hortalizas se pueden cosechar maduras e inmaduras, según cual de los dos estados se considere como etapa comestible. La cosecha se debe hacer en el momento en que se alcance la máxima calidad en proporción a una alta producción. La cosecha retrasada en este punto puede aumentar la producción del tonelaje por hectárea, pero se reduce la ganancia debido a que la calidad se deteriora.

Así mismo indica que la manera como se cosecha y la forma en que se manejan los productos, influyen considerablemente en la eficiencia de la producción y la calidad final. Muchas operaciones de cosecha se pueden hacer a máquina cuando las extensiones son considerables, sin embargo la mayoría se hace en el país todavía a mano. En cualquier caso es importante el cuidado que se tenga al manejar el producto.

### **3.10. Post-cosecha.**

Suquilanda (1995), sostiene que después de efectuada la cosecha de las partes pertinentes de las hortalizas, deben someterse a un prolijo proceso de post-cosecha, que permita presentar a estos productos de manera adecuada en los mercados. Las labores de post-cosecha que se deben efectuar son las siguientes:

#### **3.10.1. Limpieza.**

Suquilanda (1995), manifiesta que tan pronto salga la cosecha del campo debe someterse a una labor de limpieza mediante un lavado con agua fresca y limpia.

#### **3.10.2. Selección.**

Suquilanda (1995), sostiene que luego de la limpieza se eliminarán las partes vegetativas averiadas durante la cosecha o que presenten algún problema fitosanitario en alguno de sus órganos.

### **3.10.3. Secado.**

Según Suquilanda (1995), indica que el secado es uno de los procesos mas importantes en la producción de las plantas. Esta operación debe hacerse sometiéndolos a escurrimiento o a la acción de corriente de aire. Nunca se debe secar al sol porque pueden sufrir alteraciones que afecten su calidad.

### **3.10.4. Empacado.**

Suquilanda (1995), indica que el empaque de los productos hortícolas tiene por objeto preservar y darles una mejor presentación en el mercado. Las hortalizas pueden empacarse en bolsas transparentes de polietileno, en cajas de madera o de cartón o en bandejas plásticas.

### **3.10.5. Almacenamiento y conservación.**

Suquilanda (1995), sostiene que los productos hortícolas se almacenan o conservan para aumentar su utilidad por un periodo mas largo. También puede dar como resultado en algunos casos una mejor calidad. Los tipos de almacenamiento pueden ser temporales, de corto plazo y de largo plazo. Muchas veces las hortalizas destinadas a su venta inmediata, se colocan en un almacenamiento temporal, este puede consistir en un refrigerador o en un cuarto refrigerado, que reduzca el calor del campo y del producto.

## **3.11. Composición nutricional del perejil**

Según Vigliola (2007), indica que las hojas de todos los tipos de perejil son ricas en vitaminas A, B1, B2, C y D, siempre que se consuman en crudo, ya que la cocción elimina parte de sus componentes vitamínicos. Si bien el perejil suele cocinarse (mejor levemente, de modo que conserve su aroma), igualmente se puede comer crudo, por ejemplo en la ensalada "taboulé", típica de la cocina libanesa.

## Contenidos nutricionales

### En cien gramos (100 g):

Energía: 154 kJ

Proteínas: 3 g

Grasas: 1 g

Carbohidratos: 6 g

Fibra: 3 g

Vitamina C: 133 mg

Vitamina A: 421 ug

**Cuadro 3.** Valor nutricional del perejil

<b>PEREJIL</b>	
<b>Valor nutricional por cada 100 g</b>	
<b>Energía 36 kcal 151 kJ</b>	
<b><u>Carbohidratos</u></b>	6.3 g
• Azúcares	0.9 g
<b><u>Grasas</u></b>	0.8 g
<b><u>Proteínas</u></b>	3.0 g
<u>Tiamina (vit. B<sub>1</sub>)</u>	0.1 mg (8%)
<u>Riboflavina (vit. B<sub>2</sub>)</u>	0.2 mg (13%)
<u>Niacina (vit. B<sub>3</sub>)</u>	1.3 mg (9%)
<u>Ácido pantoténico (vit. B<sub>5</sub>)</u>	0.4 mg (8%)
<u>Vitamina B<sub>6</sub></u>	0.1 mg (8%)
<u>Ácido fólico (vit. B<sub>9</sub>)</u>	152 µg (38%)
<u>Vitamina C</u>	133.0 mg (222%)
<u>Vitamina K</u>	1640.0 µg (1562%)
<u>Calcio</u>	138.0 mg (14%)
<u>Hierro</u>	6.2 mg (50%)
<u>Magnesio</u>	50.0 mg (14%)
<u>Fósforo</u>	58.0 mg (8%)
<u>Potasio</u>	554 mg (12%)
<u>Zinc</u>	1.1 mg (11%)

Fuente: Base de datos de nutrientes de USDA.(2000)

### 3.11.1. Uso medicinal

Vigliola (2007), indica que una infusión de perejil se puede usar como diurético. Los herboristas chinos y alemanes recomiendan tomarlo como un té para regular la hipertensión, y los indios Cherokee lo usan como medicamento tónico para mejorar el rendimiento de la vejiga urinaria.



Figura 5. Propiedades del perejil.

### 3.11.2. Efectos secundarios

Según Vigliola (2007), indica que los efectos secundarios son:

- El perejil contiene gran cantidad de ácido oxálico, un componente implicado en la formación de piedras en el riñón y en deficiencias nutricionales.
- El perejil también es conocido por sus propiedades estimulantes de la digestión y los riñones, eliminación de toxinas, y la protección de los riñones contra la formación de piedras.
- El perejil tiene propiedades anti inflamantes que ayudan con problemas de reumatismo y artritis.

- No debe consumirse como medicamento o suplemento en mujeres embarazadas. Aceite, raíz, hojas o semillas de perejil pueden llevar a una estimulación uterina si se consumen en grandes dosis.

### **3.12. Fertilizante foliar orgánico.**

#### **3.12.1. Nutrigrow.**

Según Bolivian Organics Inc' s (1995), menciona que el fertilizante orgánico nutrigrow es un fertilizante que contiene humus natural obtenido por homogenización y oxidación del carbón vegetal (lignito y/o leonardita), además contienen en su composición otros elementos que garantizan una completa fertilización asegurando un excelente desarrollo foliar e incrementando la producción y productividad.

#### **3.12.2. Modo de empleo del Nutrigrow.**

Bolivian Organics Inc' s (1995), indica que **En la semilla.** Se utiliza antes de la siembra, remojando las semillas entre 4 y 12 horas dependiendo de las propiedades higroscópicas en soluciones, dependiendo de la calidad de semilla y/o plantines. Los almácigos se deben regar con solución preparada según la dosis y concentración que se esté utilizando, además para mantener siempre en capacidad de campo. Antes de realizar el transplante al lugar definitivo, los almácigos se deben regar, usando la misma concentración del nutrigrow.

Así mismo indica que **En el follaje.** También se utiliza como foliar para reforzar y completar las necesidades nutricionales de las plantas en épocas críticas del desarrollo, debe ser preparado acuerdo a la cantidad de plantas por superficie, tamaño, follaje, etc.

El mismo autor indica que cuando las plantas alcanzan un desarrollo de 7 a 15 centímetros de alto, se recomienda el primer tratamiento foliar. Posteriormente se recomienda tratamientos foliares, antes de la escarda y/o aporque, antes de la

floración, antes de la fructificación y antes de la maduración de los frutos, en dosis recomendadas.

### 3.12.3. Influencia del Nutrigow en el desarrollo de la planta

Según Bolivian Organics Inc' s (1995), indica que por su formula completa de nutrientes, mas humus, microorganismos, acido húmico y humatos alcalinos; y a causa de su rápida disponibilidad de fosforo (P), que influye directamente en el desarrollo rápido de la parte foliar y el resto de la planta; haciendo que el ciclo vegetativo de los mismos sea más corto y las plantas crean resistencia natural al ataque de plagas, influye en:

- El desquebrajamiento de los carbohidratos para la liberación de energía.
- La transferencia de características hereditarias para el desarrollo genético optimo.
- La división de células.
- El estimulo temprano del crecimiento de las raíces para su desarrollo armónico.
- La aceleración en la madurez de la planta, incrementando el valor de los cultivos para etapas ideales del mercado.
- La excelente producción de frutos y semillas.
- La transformación de energía rápida.

**Cuadro 4.** Composición del fertilizante orgánico Nutrigrow expresado en gr/litro de nutrigrow

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>Cl</b>	<b>Co</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Na</b>	<b>Zn</b>
11	15	6	1	0.5	1	0.02	0.1	0.005	0.05	0.25	0.05	0.005	0.1	0.05

**Fuente:** BolivianOrganicsInc's 1995.

## **4. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Localización**

#### **4.1.1. Ubicación geográfica.**

El trabajo se realizó en los predios del Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, ubicado en la provincia Murillo del departamento de La Paz, a una distancia de 10 km del centro de la ciudad de La Paz. Situada a una altitud de 3445 m.s.n.m, 16°32' de Latitud Sur y 68°08' de Longitud Oeste (INE-MDSP, 2007).

#### **4.1.2. Características ecológicas.**

##### **4.1.2.1. Topografía**

La topografía del lugar se caracteriza por la presencia de suelos aluviales, con pendientes regulares a fuertes, con presencia de terrazas para fines agrícolas.

##### **4.1.2.2. Clima.**

La zona de Cota Cota se identifica como cabecera de valle, los veranos son calurosos con temperaturas que alcanzan 31°C, en la época invernal la temperatura puede bajar hasta -5 °C. la temperatura media es de 13.5 °C, una precipitación promedio anual 488.53 mm y una humedad relativa del 46%, en los meses de agosto a noviembre se presentan vientos fuertes de noroeste a este. (SENAMHI, 2007).

##### **4.1.2.3. Suelo.**

El suelo se caracteriza por ser de tipo aluvial; de textura franco arcillosa, areno franco, con presencia de grava, en algunos sectores son arenosos y medianamente profundos (Montes de Oca, 2005).

#### **4.1.2.4. Vegetación.**

Montes de Oca (2005), indica que entre las especies de la zona, están: Aromo negro (*Acacia melanoxylon*), acacia floribunda (*Acacia retinoides*), alamo (*Populus deltoides*), sewenca (*Cortaderia quila*), kikuyo (*Penicetum clandestinum*), keñua (*Polilepisincana*), malva (*Lavateraasugentiflora*), pedo alemán (*Albicialopanta*), retama (*Spartiunjunceum*), eucalipto (*Eucaliptus globulus*), así también especies de las familias Poaceae, Asteradeas, Mimosaceae, Salicaceae, Rosaceae, Fabaceae, Cupresaceae, Malvaceae, Pinaceae y Solanaceae.

#### **4.2. Materiales.**

##### **4.2.1. Material de campo.**

Durante el periodo de investigación se utilizo los siguientes materiales:

- Carretilla
- Pala
- Picota
- Azadón
- Arena fina
- Turba
- Tierra del lugar
- Estiércol
- Regaderas
- Regla de medición
- Vernier
- Mochila aspersora
- Estacas
- Letreros
- Cinta métrica
- Máquina fotográfica
- Pitas

##### **4.2.2. Material de escritorio**

- Libreta de campo
- Cuaderno de registro

- Regla graduada
- Calculadora
- Bolígrafo, lápiz, marcadores
- Computadora

#### **4.2.3. Material Biológico**

- En el presente ensayo se uso las semillas de perejil de la variedad lisa (*Italian Darkgreen*). Variedad de hojas lisas, de color verde oscuro, brillante, de gran tamaño y muy aromático. Porte erguido y fácil rebrote del tallo tras el corte.

#### **4.2.4. Fertilizante Orgánico**

- Para la fertilización se utilizo el fertilizante foliar orgánico **Nutrigrow**, como fuente de N, P, K con una dosis de 60 y 70 cc por 20 litros de agua respectivamente.

### **4.3. Metodología**

#### **4.3.1. Procedimiento**

##### **4.3.1.1. Preparación de sustratos**

Antes de la siembra se procedió a la preparación del terreno que consistió en labores básicas de abonamiento con la mezcla de sustratos en proporciones de 4 de turba, 2 de arena fina y 4 de estiércol, para luego nivelarlo. Posterior a ello se realizo la delimitación de las parcelas.

##### **4.3.1.2. Siembra**

La siembra se realizo en la fecha 10 de Agosto del 2014, a una profundidad de 1 cm utilizando un marco de plantación de 20 cm entre hileras y 10, 15, 20 cm entre plantas respectivamente, tomando las consideraciones del diseño experimental planteado.

### 4.3.2. Labores culturales.

#### 4.3.2.1. Riego

Inmediatamente realizado la siembra se procedió al regado del terreno con el método de riego por surcos, teniendo mucho cuidado de no arrastrar la semilla, posteriormente los riegos fueron realizados tres veces al día, controlando la humedad que es muy importante.

#### 4.3.2.2. Deshierbe

El primer deshierbe se realizo un mes después de la siembra, el segundo deshierbe a los 55 días luego de la siembra, posterior a ello se realizo deshierbes de control que se hicieron en función a la incidencia de una u otra maleza.

#### 4.3.3. Fertilización foliar

Se realizaron cuatro aplicaciones, dos antes del primer corte y dos antes del segundo corte; y se realizo dos diferentes dosis, como se ve en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5.** Aplicación del fertilizante foliar orgánico

PRODUCTO	DOSIS	TIEMPO DE APLICACIÓN
NUTRIGROW	60 cc/20 litros de agua	58, 69, 89, 100 dd/s
	70 cc/20 litros de agua	58, 69, 89, 100 dd/s

**Fuente:** Elaboración propia dd/s = Días después de la siembra.

#### 4.3.4. Cosecha

La primera cosecha se realizo a los 80 días después de la siembra, para efectuar la evaluación se realizo una estructura de fierro angular de un metro por un metro, el cual se arrojó al azar sobre cada unidad experimental para luego ser

cosechado y pesado en fresco, esto para determinar el rendimiento de cada unidad experimental. La segunda cosecha se realizo a los 120 días luego de la siembra, realizando el mismo procedimiento de evaluación de la primera cosecha.

#### 4.3.5. Diseño experimental

Se utilizo el Diseño experimental de Bloques Completos al Azar con arreglo bifactorial, con seis tratamientos y tres repeticiones (Vicente, 2006).

##### 4.3.5.1. Modelo lineal

$$Y_{ijk} = u + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha \gamma)_{ij} + EE_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Cualquier observación

$u$  = Media general

$\beta_k$  = Efecto del k- esimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del i- esimo factor A

$\gamma_j$  = Efecto del j- esimo factor B

$(\alpha \gamma)_{ij}$  = Interaccion del i- esimo nivel de A con el j-esimo nivel de B

$EE_{ijk}$  = Error experimental.

**Cuadro 6:** Factores.

<b>FACTOR A FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</b>	<b>FACTOR B DENSIDAD DE SIEMBRA</b>
<p><math>A_1</math> = dosis 60 cc  <math>A_2</math> = dosis 70 cc</p>	<p><math>B_1</math> = 20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas  <math>B_2</math> = 20 cm entre hileras y 15 cm entre plantas  <math>B_3</math> = 20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas</p>

Fuente: Elaboración propia, 2016

Se estudio el efecto de tres tratamientos de densidad de siembra del cultivo de perejil en dos diferentes dosis de fertilización, los factores combinados presentan los siguientes tratamientos que se muestra en el cuadro 7.

**Cuadro 7:** Combinaciones de tratamientos

Tratamientos	Clave	Arreglo factorial
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	60cc de fertilizante +20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	60cc de fertilizante +20 cm entre hileras y 15 cm entre plantas
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	60cc de fertilizante +20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	70cc de fertilizante +20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	70cc de fertilizante +20 cm entre hileras y 15 cm entre plantas
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	70cc de fertilizante +20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas

Fuente: Elaboración propia, 2016

#### **4.3.6. Variables de respuesta**

Para las observaciones en campo se realizó un muestreo de plantas al azar y se realizaron las siguientes observaciones:

##### **4.3.6.1. Altura de planta**

Se determinó la longitud de la planta en centímetros utilizando una regla milimétrica, midiendo desde la base del tallo hasta la punta de la hoja, mediante esta variable se pudo comprobar el efecto de las dosis de fertilizante sobre el desarrollo fisiológico del perejil.

##### **4.3.6.2. Numero de hojas por planta**

Se procedió a contar el número de hojas por planta desde el momento en que salieron las hojas verdaderas, tomando los datos de las plantas ya seleccionadas al azar, y se expresó el promedio.

#### **4.3.6.3. Numero de ramas por planta**

Se determino el número de ramas por planta, contando cada rama que salga antes de la primera y segunda cosecha y se expreso el promedio.

#### **4.3.6.4. Rendimiento**

Para cuantificar el rendimiento se considero el peso cosechado de plantas de perejil de un metro cuadrado por unidad experimental, estos valores fueron evaluados en una balanza de precisión.

#### **4.3.7. Variables económicas**

Para el análisis de los costos económicos se utilizó el método CIMMYT (1988).

##### **4.3.7.1. Análisis Económico**

La evaluación económica proporciona parámetros claros para determinar la rentabilidad de un determinado tratamiento, para realizar un cambio tecnológico en sistemas de producción, en este caso perejil producida a campo abierto.

El análisis económico consistió en el cálculo del Beneficio Neto y las relaciones Beneficio Costo (B/C) en base a los rendimientos y costos obtenidos por cada tratamiento.

##### **4.3.7.2. Rendimiento ajustado**

El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el productor tradicional o en una producción comercial a pequeña escala podría lograr con ese tratamiento.

##### **4.3.7.3. Beneficio Bruto**

El beneficio bruto se calculó multiplicando el rendimiento ajustado por el precio promedio de manajo de perejil. Para el cálculo de beneficio bruto anual se multiplicó el beneficio bruto de una campaña, por el número de campañas al año.

#### **4.3.7.4. Beneficio Neto (BN)**

Se consideró todos los tratamientos; el análisis de beneficios netos se realizó en función a los costos variables y al beneficio bruto que se obtuvo con las cantidades producidas y la relación de cantidades de insumos y mano de obra utilizados para cada tratamiento.

La estimación de los beneficios netos se calculan a partir de la siguiente fórmula.

$$BN = (R \times A \times P) - TCV$$

Donde:

R = el rendimiento de un sitio

A = 1- el ajuste al rendimiento

P = el precio de campo del cultivo

TCV = total de los costos que varían para el tratamiento

#### **4.3.7.5. Costos variables (CV)**

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos comprados y la mano de obra utilizada para las actividades productivas, que varían de un tratamiento a otro.

#### **4.3.7.6. Relación Beneficio y Costo (B/C)**

La relación de beneficio/costo, es la comparación sistemática entre el beneficio o resultado de una actividad y el costo de realizar esa actividad.

La regla básica de beneficio/costo (B/C), es que una inversión será rentable, si los beneficios son mayores que la unidad ( $B/C > 1$ ), es aceptable cuando es igual a la unidad ( $B/C = 1$ ), y no es rentable si es menor a la unidad ( $B/C < 1$ ).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

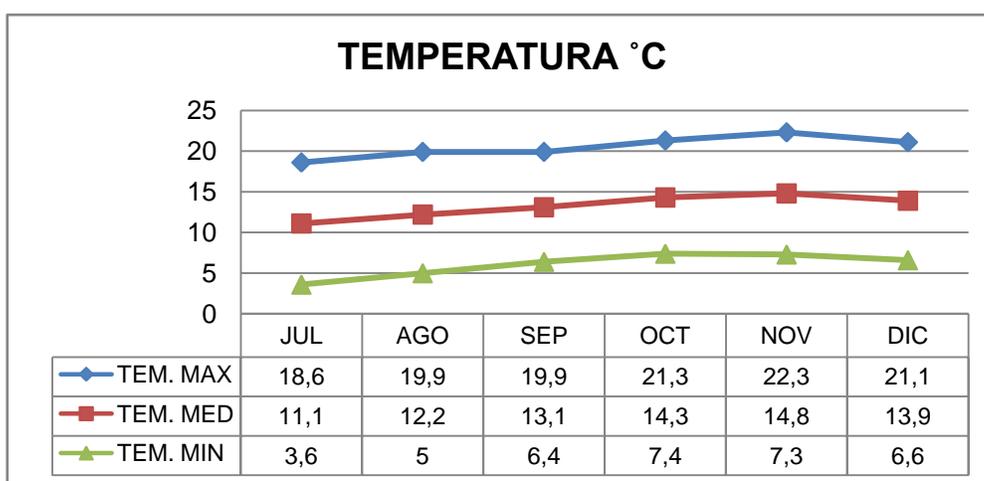
El trabajo de campo fue realizado en la ciudad de La Paz provincia Murillo en la zona de Cota Cota, que se identifica como cabecera de valle, y se estudio dos dosis de fertilización y tres diferentes densidades de siembra con la variedad de Perejil Italia Dark Green.

La incidencia de plagas y enfermedades de modo general no tuvo notable significancia, ya que el cultivo siguió su curso natural sin presentar dicha incidencia.

Al principio hubo problemas con la incidencia de malezas, pero luego se corrigió con las labores culturales que se empleo en el proceso. El amarillamiento de las hojas que presento a un principio y se corrigió con la aplicación del fertilizante foliar orgánico.

### 5.1. Condiciones de temperatura a campo abierto

La temperatura es un factor determinante para el desarrollo de las hortalizas, por tal situación el trabajo de investigación, consideró importante realizar la toma y posterior sistematización de las condiciones térmicas que se presentan en el ambiente, datos que se reportan en la figura 6.



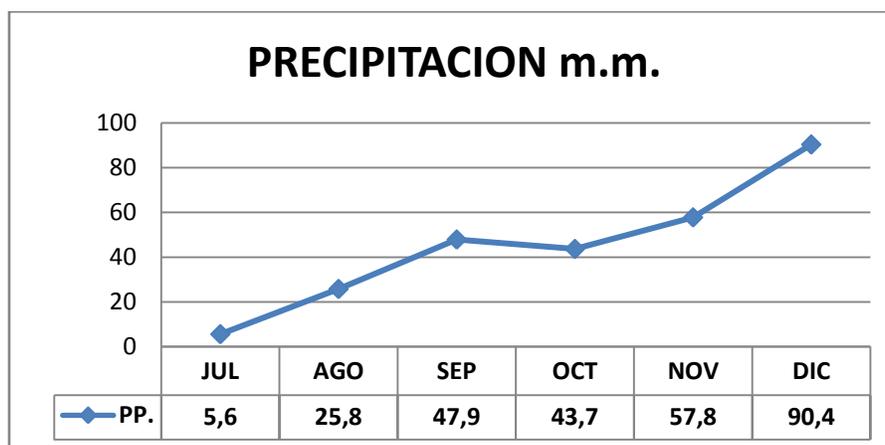
**Figura 6.** Datos de temperatura a campo abierto

En la figura 6 se puede apreciar que el máximo de temperatura se da en el mes de noviembre con 22.3°C, la mínima fue de 3,6 en el mes de julio.

Al respecto Unterladstaetter (2000), menciona que el perejil es una especie que se produce muy bien en climas templados a fríos, ya que la temperatura ideal para su cultivo está entre 6° y 22°C. Temperaturas elevadas aceleran su floración y temperaturas por debajo de los 6°C retrasa su desarrollo, sin embargo existen variedades que están muy adaptadas a climas calientes.

### 5.1.1. Precipitación pluvial a campo abierto

Según SENAMHI (2005), indica que las precipitaciones para los meses en la cual se realizó el presente trabajo se muestran en la siguiente figura.



**Figura 7.** Precipitación pluvial a campo abierto.

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

En la figura anterior se muestra que los meses más lluviosos fueron Noviembre y Diciembre con 57,8 y 90,4 milímetros cúbicos, además se observa el mes de Julio con el periodo menos lluviosos 5,6 milímetros cúbicos.

## 5.2. Resultados

### 5.2.1. Altura de planta primer corte.

Los resultados obtenidos en campo en cuanto a la altura de planta se presentan en el cuadro 8.

**Cuadro 8:** Análisis de varianza de la altura de planta, primer corte.

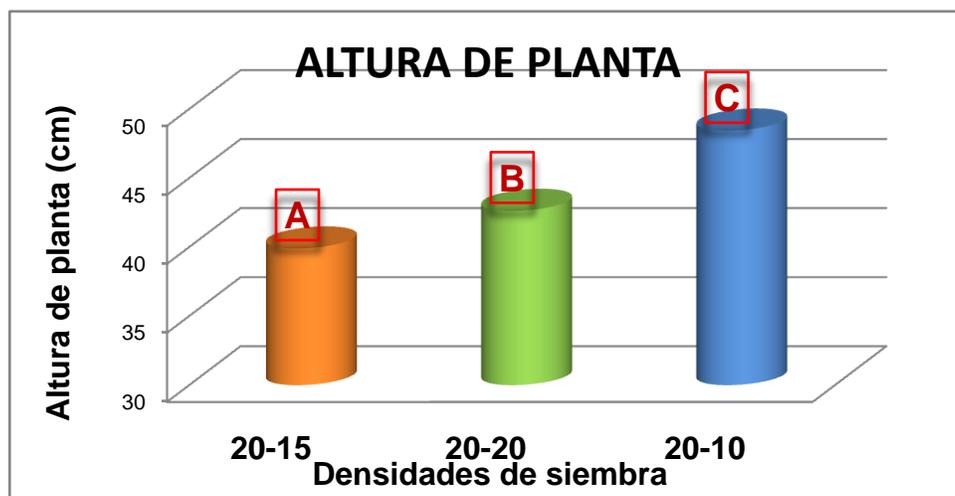
FV	GL	SC	CM	Fc	P-valor
<b>Bloques</b>	2	1,26	0,63	1,18	0,8379 ns
<b>Dosis de Fertilizante</b>	1	0,96	0,96	0,27	0,6128 ns
<b>Densidad</b>	2	228,54	114,27	32,59	<0,0001**
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	6,62	3,31	0,94	0,4211 ns
<b>Error</b>	10	35,06	3,51		
<b>Total</b>	17	272,44			

GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

**CV = 9,29 %**

El cuadro 8 de acuerdo con el análisis de varianza para la altura de planta, se observa un coeficiente de variación de 9,29 %, que indica que se tuvo un adecuado manejo de las unidades experimentales, se observa también una diferencia altamente significativa en densidades; y no significativo para la dosis de fertilizante y la interacción entre densidades y dosis de fertilización.

En base a los resultados obtenidos se realizó la comparación de medias para altura de planta con relación a densidad de siembra, cuyos resultados se muestran en la figura 8.



**Figura 8.** Promedio de la altura de planta por densidades primer corte

En base a los datos obtenidos en la figura 8 con respecto a la altura de planta presento los siguientes efectos: Por la comparación de medias se puede apreciar que la densidad de siembra de 20-10 logra la mayor altura de planta con 48,44 cm seguida de la densidad de 20-20 que alcanza una altura de 42,62 cm y la última de 20-15 con una altura de 39,9 cm esto demuestra, la influencia de la densidad de siembra, durante el desarrollo de la planta.

Holle y Montes (1985), indican que entre plantas puede haber competencias intraespecíficas (entre cultivo y otras especies) e interespecíficas (entre las plantas del mismo cultivo). La competencia intraespecífica (densidades), son las características de las plantas como rendimiento, calidad y otras variables que se ven afectadas por la densidad poblacional por lo que para el cultivo existe un tamaño ideal de población a partir del cual se establecen las relaciones de competencia en el caso hortícola.

Como en el análisis de varianza salió no significativo para el promedio de altura de planta por dosis de fertilización, no es necesario realizar la prueba de Duncan ya que ambas dosis no influyen significativamente en la altura de la planta del cultivo de perejil.

De manera general se noto que la mayor altura la obtuvo el marco de plantación de 20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas que puede ser debido a la competencia que se genera entre plantas, por lo cual la planta al no tener mucho espacio para desarrollarse horizontalmente, la planta va compitiendo con otras plantas en busca de luz, nutrientes en el suelo y otros factores que aceleran su crecimiento verticalmente es por esta razón que tienen mayor altura con respecto a los demás tratamientos.

### **5.2.2. Altura de planta segundo corte**

Los resultados obtenidos en campo en cuanto a la altura de planta se presentan en el cuadro 9.

**Cuadro 9:** Análisis de varianza de la altura de planta, segundo corte.

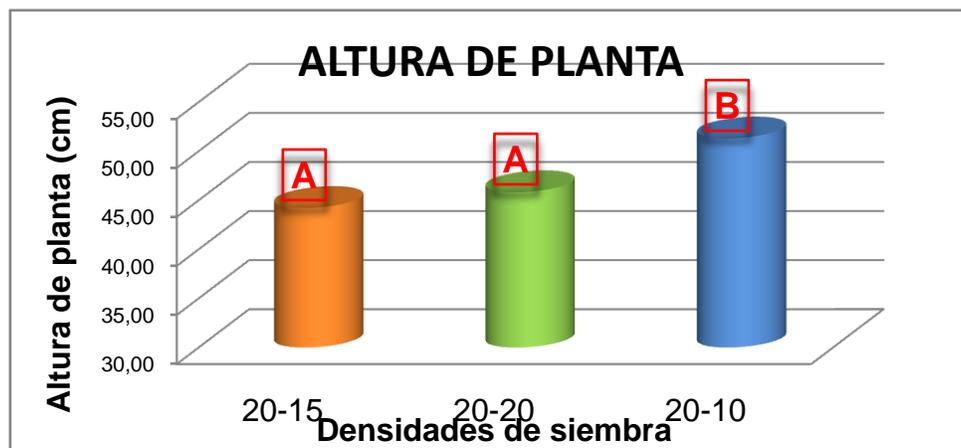
FV	GL	SC	CM	Fc	P-valor
<b>Bloques</b>	2	5,92	2,96	1,31	0,3126 ns
<b>Fertilizante</b>	1	9,48	9,48	4,19	0,0679 ns
<b>Densidad</b>	2	166,00	83,00	36,69	<0,0001**
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	1,29	0,65	0,29	0,7575 ns
<b>Error</b>	10	22,62	2,26		
<b>Total</b>	17	205,31			

GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

**CV=8,19 %.**

El cuadro 9 de acuerdo con el análisis de varianza para la altura de plantas, se observa un coeficiente de variación es de 8,19 %, que indica que se ha tenido un adecuado manejo de las unidades experimentales, se observa también una diferencia altamente significativa en densidades; y no significativo para la dosis de fertilizante y la interacción entre densidades y dosis de fertilización.

La figura 9 se observa los promedios de la altura de planta para el segundo corte del cultivo de perejil, donde existe diferencias entre medias, esto quiere decir que las densidades de siembra estudiadas en el ensayo influyen en la altura de planta del cultivo de perejil.



**Figura 9.** Promedio de la altura de planta por densidades segundo corte

La figura anterior se puede apreciar que la densidad de siembra de 20-10 logra la mayor altura de planta con 51,31 cm seguida de la densidad de 20-20 que alcanza una altura de 45,83 cm y ultimo la densidad de 20-15 con una altura de 44,22 cm esto demuestra que la densidad de siembra influye en el desarrollo de la planta.

Esta diferencia podía atribuirse a la competencia entre plantas, ya que al tener poco espacio la planta crece verticalmente, además que la especie misma necesita un espacio adecuado para poder desarrollarse.

Sobre los Dominguez (1984), indica que existen muchos factores indirectos que afectan el crecimiento de las plantas, así la compactación del terreno afecta a la aireación o disponibilidad de agua, la competencia que se genera entre plantas es una razón fundamental para el crecimiento y desarrollo normal de una planta.

### 5.2.3. Número de hojas primer corte

Los resultados obtenidos en campo en cuanto al número de hojas se presentan en el cuadro 10.

**Cuadro 10:** Análisis de varianza del número de hojas en el cultivo de perejil, primer corte.

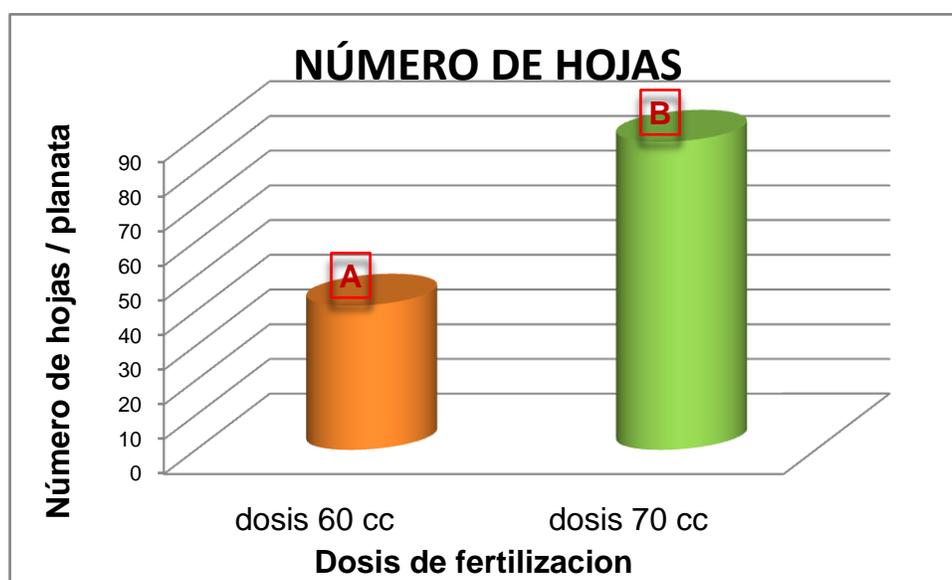
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloques</b>	2	55,80	27,90	1,61	0,2470 ns
<b>Fertilizante</b>	1	10038,03	10038,03	580,40	<0,0001**
<b>Densidad</b>	2	1511,11	755,56	43,69	<0,0001**
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	592,36	296,18	17,13	0,0006 ns
<b>Error</b>	10	172,95	17,30		
<b>Total</b>	17	12370,26			

GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

**CV = 6,38 %**

En el cuadro anterior de acuerdo con el análisis de varianza para el número de hojas, se observa un coeficiente de variación de 6,38 %, que indica que se ha tenido un adecuado manejo de las unidades experimentales, se observa también diferencias significativas en densidades y dosis de fertilización; y no así para la interacción entre densidades y dosis.

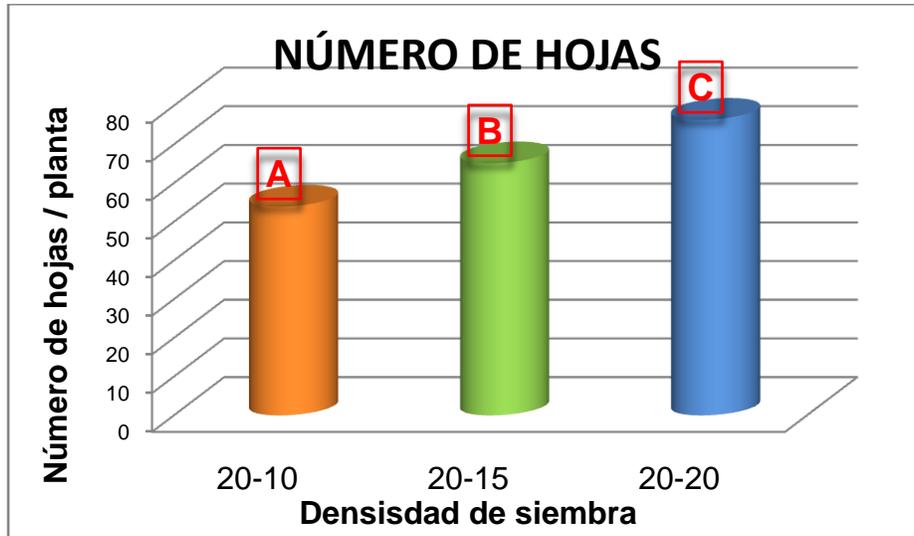
En base a los resultados obtenidos de número de hojas, se realizó la comparación de promedios para el factor dosis de fertilización, cuyos resultados se muestran en la figura 10.



**Figura 10.** Promedio del número de hojas por dosis de fertilización primer corte. Por la comparación de promedios se puede apreciar que la dosis de 70 cc de fertilizante (Nutrigrow) muestra mayor promedio con 88,76 hojas por planta, en comparación con la dosis de 60 cc de fertilizante con 41,53 hojas por planta. Esto demuestra que la dosis de fertilización de 70 cc influye en la cantidad de hojas por planta de perejil.

Al respecto Gross (1996), menciona que una planta bien provista de nitrógeno, adquiere un gran desarrollo de hojas y tallos, además de que el fosforo es un elemento regulador de la vegetación es muy activa durante el periodo de máximo crecimiento.

En la figura 11, se observa los promedios de número de hojas por densidades de siembra, esto demuestra la influencia de la densidad durante el desarrollo de la planta.

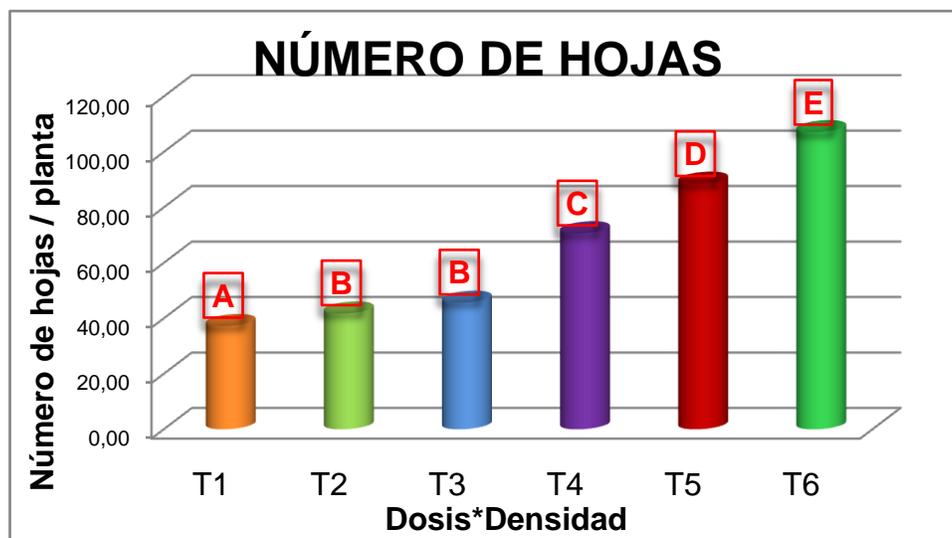


**Figura 11.** Promedio de número de hojas por densidad de siembra primer corte. Los resultados logrados en la comparación de promedios para el número de hojas por densidades de siembra donde el tratamiento aplicado con una densidad de 20-20 logra 76,38 hojas por planta este siendo el mayor número de hojas con respecto a las otras dos densidades realizadas.

Se especula que en la densidad de 20-20, donde se obtuvo un mayor número de hojas se puede atribuir al que tuvo mayor espacio para poder desarrollarse normalmente además de que se le otorgo los nutrientes esenciales al aplicar el fertilizante foliar orgánico.

La figura 12, muestra las comparaciones hechas entre la dosis de fertilización y las densidades de siembra donde se puede apreciar que el tratamiento T<sub>6</sub> logra el mayor número de hojas con 107,13 hojas/planta, en comparación al resto de los tratamientos.

Estas variaciones podrían atribuirse a que el tratamiento T<sub>6</sub> con una densidad de 20-20 y una dosis de fertilización de 70 cc de fertilizante orgánico Nutrigrow, logra tener los medios necesarios para poder desarrollar sus hojas con mayor facilidad.



**Figura 12.** Promedio de número de hojas en la interacción de dosis y densidad de siembra primer corte.

Esto demuestra que en el cultivo de perejil presenta mejor comportamiento con una densidad de siembra de 20-20 ya que consigue un mejor desarrollo de sus hojas además de la implementación del fertilizante foliar orgánico Nutrigrow, que mejora el desarrollo de la planta.

Acosta (2000), señala que cuanto mayor sea el número de hojas de la plántula tendrá un mejor desarrollo posterior; ya que son responsables del proceso de fotosíntesis, sintetizan el alimento de los vegetales y ocupan una posición clave en la captación de gases de luz solar.

#### 5.2.4. Número de hojas segundo corte.

Los resultados obtenidos en campo en cuanto al número de hojas se presentan en el cuadro 11.

**Cuadro 11:** Análisis de varianza del número de hojas en el cultivo de perejil, segundo corte.

FV	GL	SC	CM	Fc	P-valor
<b>Bloques</b>	2	2,15	1,07	0,31	0,7416ns
<b>Fertilizante</b>	1	9702,25	9702,25	2785,29	<0,0001**
<b>Densidad</b>	2	3459,69	1729,85	496,60	<0,0001**

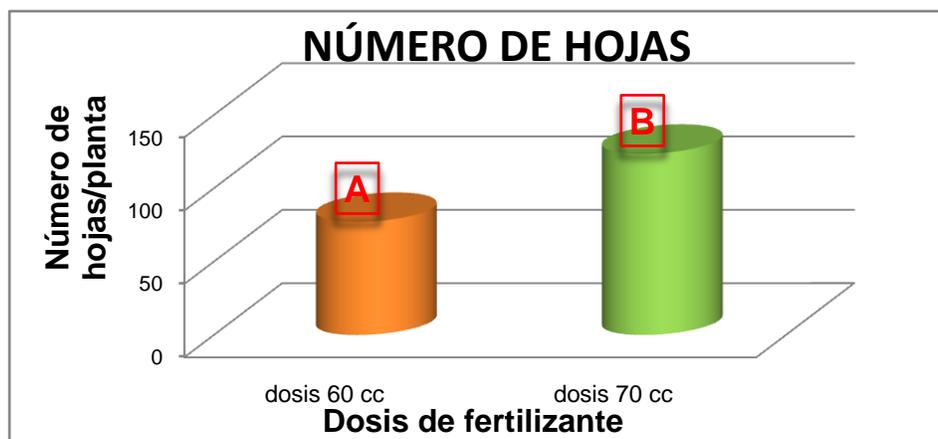
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	123,88	61,94	17,78	0,0005 ns
<b>Error</b>	10	34,83	3,48		
<b>Total</b>	17	13322,80			

GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

**CV = 7,86 %**

El cuadro anterior de acuerdo con el análisis de varianza para el número de hojas, se observa un coeficiente de variación de 7,86 %, que indica que se ha tenido un adecuado manejo de las unidades experimentales, se observa también diferencias significativas en densidades y dosis de fertilización.

En base a los resultados obtenidos de número de hojas por planta, se realizó la comparación de promedios para el factor dosis de fertilización, cuyos resultados se muestran en la figura 13.

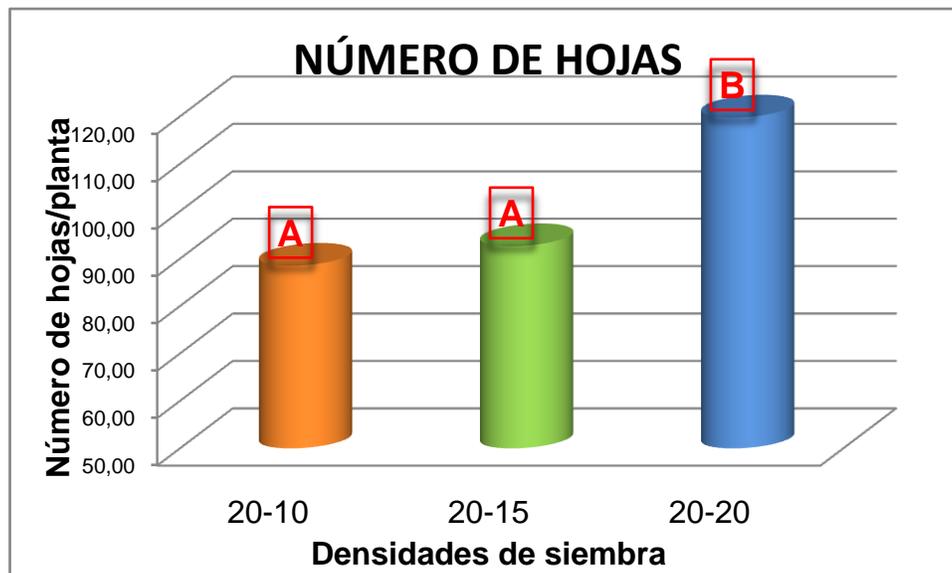


**Figura 13.** Promedio del número de hojas por dosis de fertilización segundo corte

Por la comparación de promedios se puede apreciar que la dosis de 70 cc de fertilizante (Nutrigrow) muestra mayor promedio con 123,52 hojas por planta, en comparación con la dosis de 60 cc de fertilizante con 77,09 hojas por planta.

Se asevera que en el segundo corte se obtuvo un mayor número de hojas este debido a que la planta ya está mejor desarrollada y logra absorber mejor los nutrientes otorgados por el fertilizante.

En la figura 14, se observa los promedios de número de hojas por la densidad de siembra, esto demuestra la influencia de la densidad durante el desarrollo de la planta.

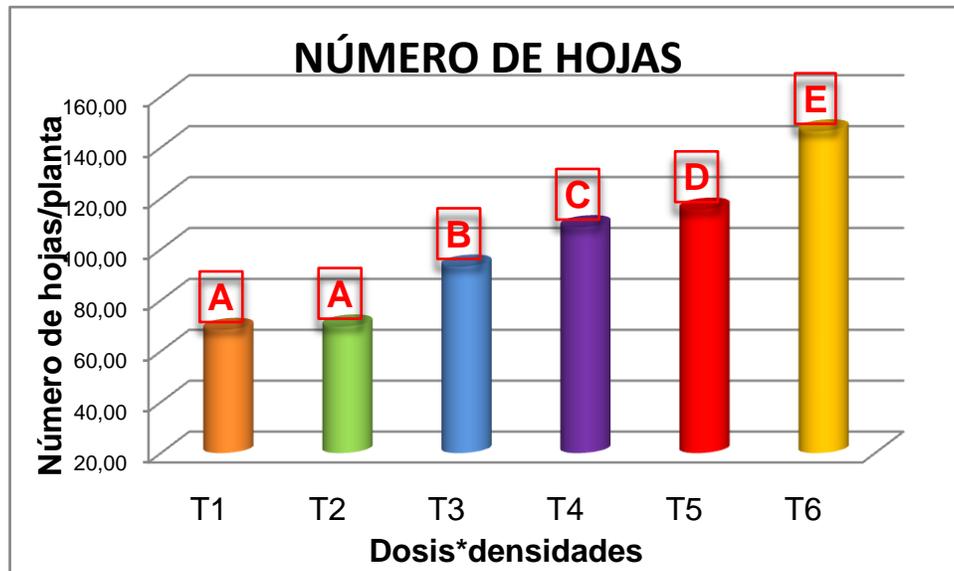


**Figura 14.** Promedio de número de hojas por densidad de siembra segundo corte

La figura anterior, muestra los resultados logrados para el número de hojas por densidades de siembra donde el tratamiento aplicado con una densidad de 20-20 logra 119,77 hojas por planta, siendo el mayor numero de hojas con respecto a las otras dos densidades realizadas.

Se asevera que la densidad de 20-10 logro el menor número de hojas debido a que no obtuvo el espacio necesario para poder desarrollar sus hojas con normalidad.

En la figura 15, se observa el número de hojas por la interacción de densidad y dosis de fertilización, esto demuestra la influencia del tratamiento durante el crecimiento de la planta.



**Figura 15.** Promedio de número de hojas en la interacción de dosis y densidad de siembra segundo corte

En esta figura observamos, las comparaciones hechas entre las interacciones de la dosis de fertilización y las densidades de siembra donde se puede apreciar que el tratamiento T<sub>6</sub> logra el mayor número de hojas con 146,33 hojas/planta, en comparación al resto de los tratamientos.

Esto demuestra que en el cultivo de perejil presenta mejor comportamiento con una densidad de siembra de 20-20 ya que consigue un mejor desarrollo de sus hojas además de la implementación del fertilizante foliar orgánico Nutrigrow con una dosis de 70 cc, que mejora el desarrollo de la planta.

Acosta (2000), señala que cuanto mayor sea el número de hojas de la plántula tendrá un mejor desarrollo posterior; ya que son responsables del proceso de fotosíntesis, sintetizan el alimento de los vegetales y ocupan una posición clave en la captación de gases de luz solar.

### 5.2.5. Número de ramas por planta primer corte

El cuadro 12, presenta los datos obtenidos en el proceso de análisis de datos logrados en campo.

**Cuadro 12:** Análisis de varianza del número de ramas por planta, primer corte.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloques</b>	2	0,12	0,06	0,20	0,8190ns
<b>Fertilizante</b>	1	14,69	14,69	49,06	<0,0001**
<b>Densidad</b>	2	17,50	8,75	29,22	<0,0001**
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	0,18	0,09	0,30	0,7491ns
<b>Error</b>	10	2,99	0,30		
<b>Total</b>	17	35,48			

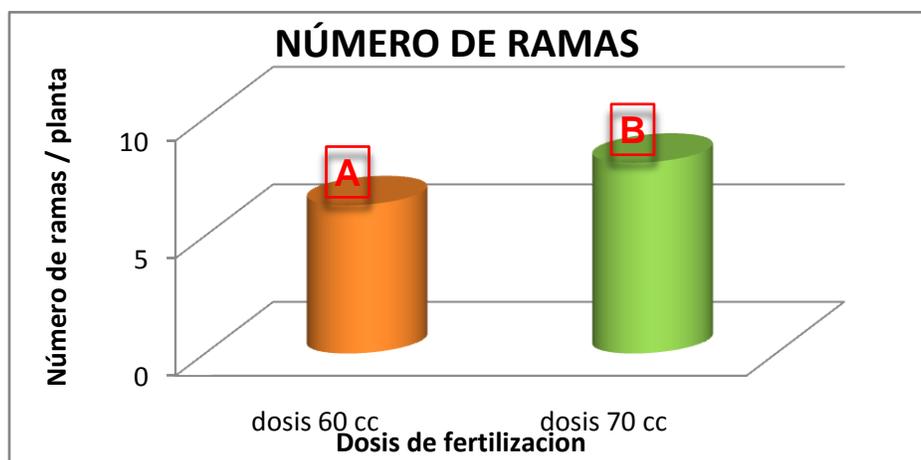
GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

**CV = 7,59 %**

Por el valor del coeficiente de variación de 7,59 %, se puede determinar que el manejo de las unidades experimentales es aceptablemente homogéneo.

Según el análisis de varianza para la variable de número de ramas por planta, este reporto que existe diferencias altamente significativas a un 5 % de probabilidad para los factores de dosis de fertilización y densidad de siembra; no se registro diferencias significativas para la interacción de dosis y densidad de siembra por lo que se procedió a realizar las comparaciones de medias con la prueba de Duncan a un 5 %.

En la figura 16, se observa los promedios del número de ramas por planta por dosis de fertilización, esto refleja que la dosis de fertilizante influye en el crecimiento de las plantas de perejil.

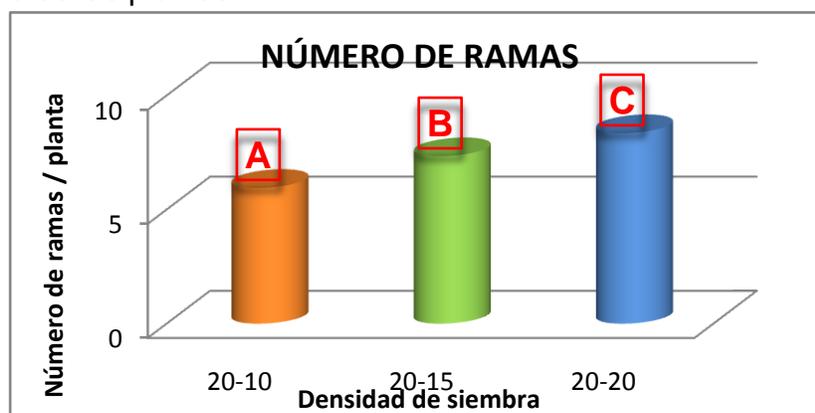


**Figura 16.** Promedio de número de ramas por planta por dosis de fertilización, primer corte

Comparación de promedios alcanzados por las dos dosis de fertilización utilizados en el ensayo, donde se puede apreciar que el tratamiento realizado con 70 cc de fertilizante logra un mayor número de ramas de 8,12 ram/pl y teniendo un menor número de ramas de 6,31 ram/pl con la dosis de 60 cc.

Al respecto Evans (1990), menciona que el aumento de la concentración de iones minerales en la solución del suelo incrementa la cantidad de tallos que aparece por encima de este.

La figura 17, presenta los promedios de número de ramas por planta del factor densidad de siembra, lo que demuestra que las densidades de siembra influyen en el desarrollo de las plantas.

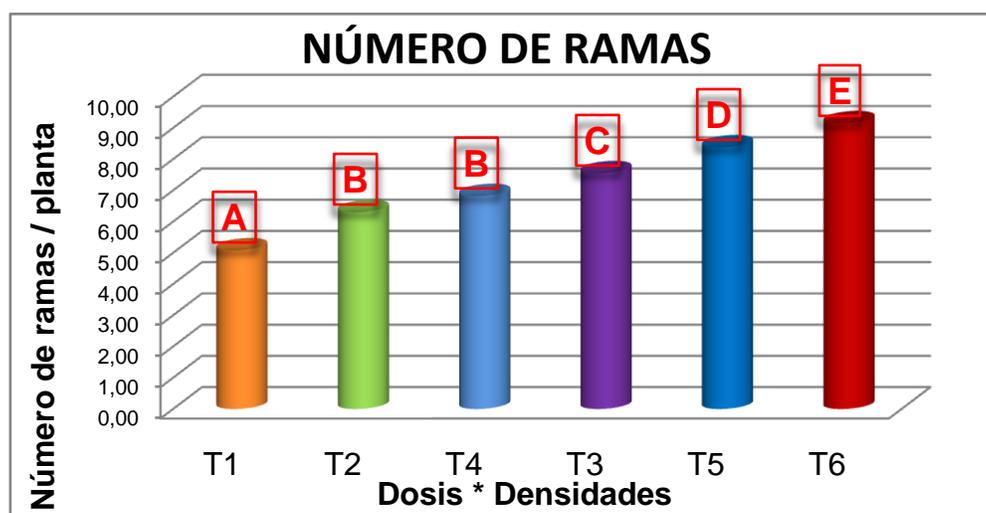


**Figura 17.** Promedio de número de ramas por planta por densidad de siembra, primer corte.

La figura anterior, se observa que el tratamiento realizado con una densidad de siembra de 20-20 cm, logra el mayor número de ramas con 8,35 ram/pl y que estadísticamente es superior a las otras densidades.

También se atribuye al espacio que tiene la planta para poder desarrollarse además de que el fertilizante foliar orgánico Nutrigrow ayuda a desarrollar las hojas tallos y frutos.

La figura 18, presenta el número de ramas por planta, por la interacción de dosis y las densidades de siembra; esto demuestra que los tratamientos realizados influyen en el cultivo de perejil.



**Figura 18.** Promedio número de ramas por planta en la interacción de dosis y densidades siembra, primer corte.

En la comparación realizada el tratamiento T<sub>6</sub>, logra el mayor número de ramas por planta con 9,15 ram/pl, el tratamiento que tuvo el menor número de ramas por planta fue T<sub>1</sub> con un 5,08 ram/pl.

Esto se atribuye a que el cultivo necesita de un espacio adecuado y una dosis exacta para un mejor desarrollo y así garantizar una buena producción para los agricultores.

### 5.2.6. Número de ramas por planta segundo corte.

El cuadro 13, presenta los datos obtenidos en el proceso de análisis de datos logrados en campo.

**Cuadro 13:** Análisis de varianza del número de ramas por planta, segundo corte.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloques</b>	2	0,19	0,10	1,37	0,2977ns
<b>Fertilizante</b>	1	39,69	39,69	563,42	<0,0001**
<b>Densidad</b>	2	23,50	11,75	166,75	<0,0001**
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	0,03	0,02	0,24	0,7938ns
<b>Error</b>	10	0,70	0,07		
<b>Total</b>	17	64,12			

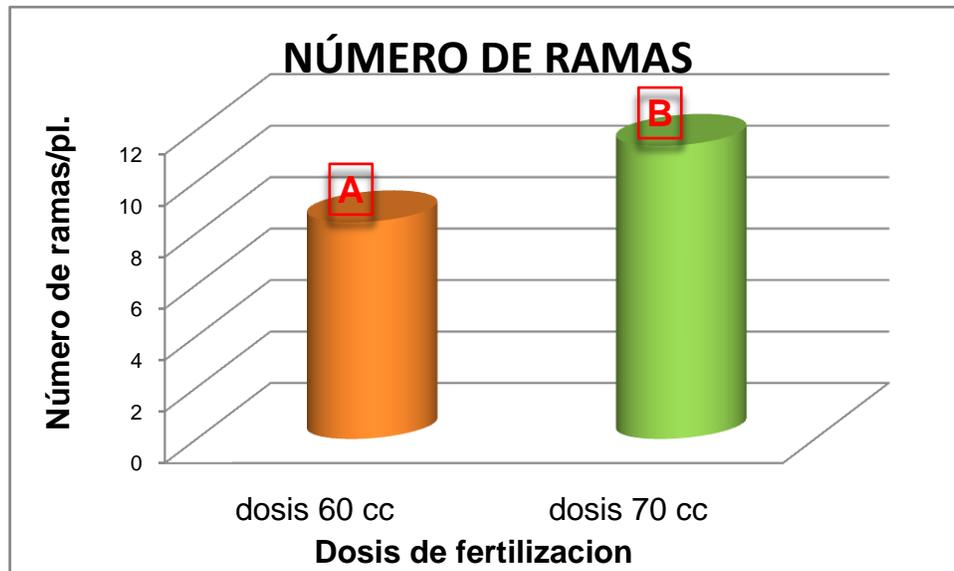
GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

$$\text{CV} = 8,68 \%$$

El valor del coeficiente de variación de 8,68 %, se puede determinar que el manejo de las unidades experimentales es aceptablemente homogéneo.

Según el análisis de varianza para la variable de número de ramas por planta, este reporto que existe diferencias altamente significativas a un 5 % de probabilidad para los factores de dosis de fertilización y densidad de siembra; no se registro diferencias significativas para la interacción de dosis y densidad de siembra por lo que se procedió a realizar las comparaciones de medias con la prueba de Duncan a un 5 %.

En la figura 19, se observa los promedios del número de ramas por planta por dosis de fertilización, esto refleja que la dosis de fertilizante influye en el crecimiento de las plantas de perejil.

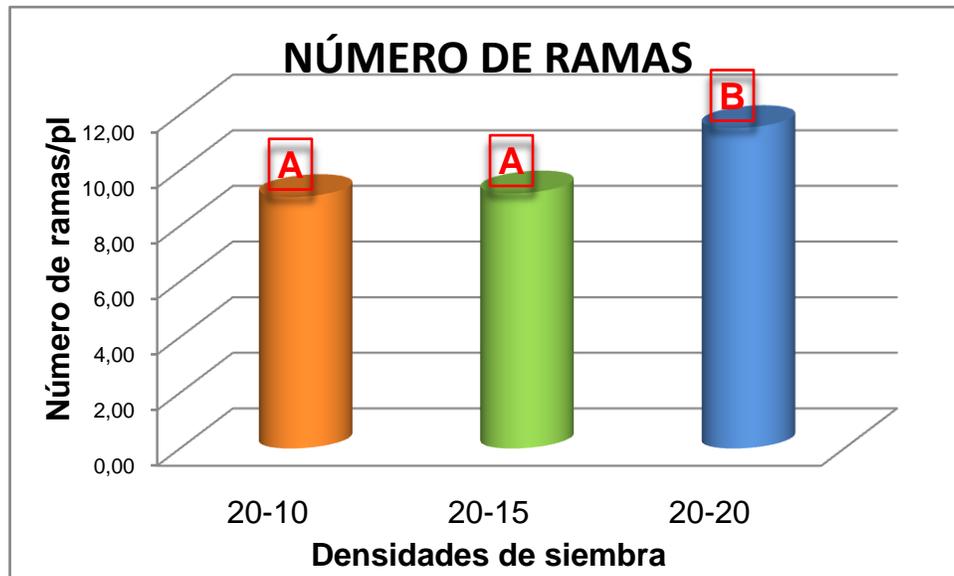


**Figura 19.** Promedio de número de ramas por planta por dosis de fertilización, segundo corte

La figura anterior, muestra la comparación de promedios alcanzados por las dos dosis de fertilización utilizados en el ensayo, donde se puede apreciar que el tratamiento realizado con 70 cc de fertilizante logra un mayor número de ramas de 11,39 ram/pl y teniendo un menor número de ramas de 8,42 ram/pl. con una dosis de 60 cc.

Se puede aseverar que aumento el número de ramas por planta en el segundo corte esto debido a que la planta ya estaba mejor desarrollada y su absorción de los nutrientes en más rápida en comparación al primer corte.

En la figura 20, se presenta los promedios de número de ramas por planta del factor densidad de siembra, lo que demuestra que las densidades de siembra influyen en el desarrollo de las plantas.

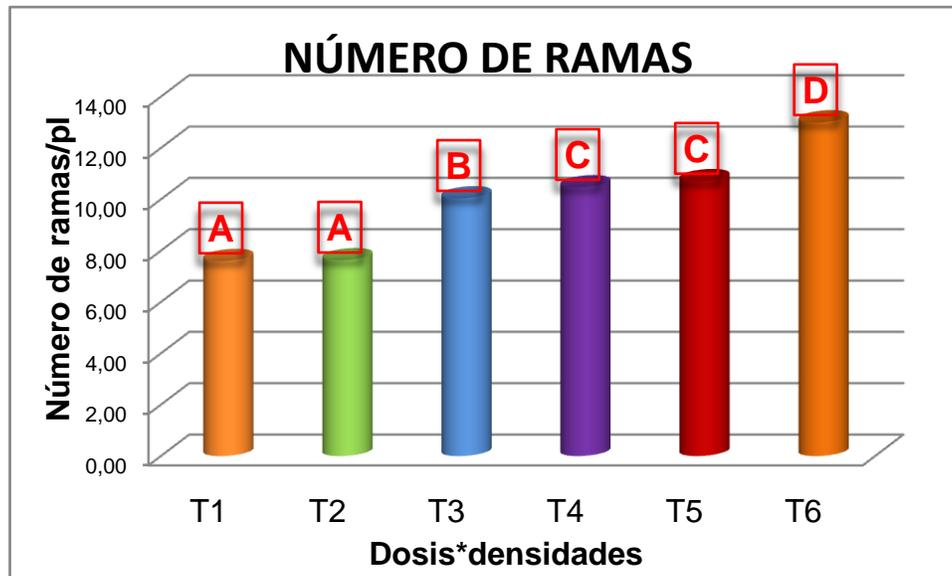


**Figura 20.** Promedio de número de ramas por planta por densidad de siembra, segundo corte

La figura anterior se observa que el tratamiento realizado con una densidad de siembra de 20-20 cm, logra el mayor número de ramas con 11,52 ram/pl y que estadísticamente es superior a las otras densidades.

También se atribuye a que la densidad de 20-10 cm, no logro desarrollar sus ramas esto debido a que un tuvo el espacio adecuado y termino desarrollando pocas ramas.

En la figura 21, presenta el número de ramas por planta, por la interacción de dosis y las densidades de siembra; esto demuestra que influye los tratamientos realizados en el cultivo de perejil.



**Figura 21.** Promedio número de ramas por planta en la interacción de dosis y densidades siembra, segundo corte

La figura 21 muestra, que el tratamiento T<sub>6</sub>, logra el mayor número de ramas por plana con 13,00 ram/pl, el tratamiento que tuvo el menor número de ramas por planta fue T<sub>1</sub> con un 7,60 ram/pl.

Se estima que el número de ramas por planta se puede atribuirse a que el tratamiento T<sub>6</sub> obtuvo los medios adecuados para desarrollar las ramas de la planta además de que el fertilizante fue aplicado vía foliar lo que hizo que se desarrollen con más rapidez

### 5.2.7. Rendimiento primer corte

Los resultados obtenidos en campo en cuanto al rendimiento del cultivo de perejil se presentan en el cuadro 14.

**Cuadro 14:** Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de perejil, primer corte.

FV	GL	SC	CM	Fc	P-valor
<b>Bloques</b>	2	2,03	1,03	0,66	0,5371
<b>Fertilizante</b>	1	3,64	3,64	2397,05	<0,0001**
<b>Densidad</b>	2	0,32	0,16	104,02	<0,0001**

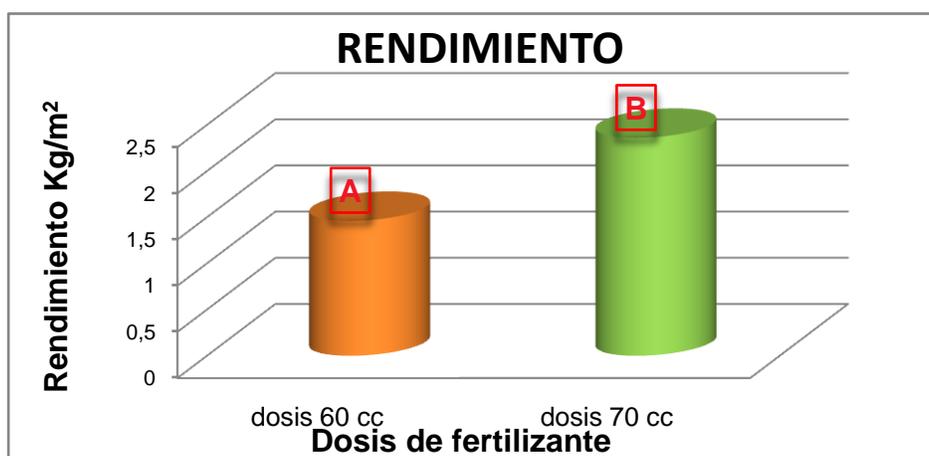
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	0,23	0,11	75,82	<0,0001**
<b>Error</b>	10	0,02	1,50		
<b>Total</b>	17	4,20			

GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

**CV = 9,04 %**

El cuadro 14 de acuerdo con el análisis de varianza para el rendimiento en el cultivo de perejil, se observa un coeficiente de variación es de 9,04 %, que indica que se ha tenido un adecuado manejo de las unidades experimentales, se observa también una diferencia altamente significativa en dosis de fertilizante, densidades y en la interacción dosis\*densidades.

En la figura 22 se observan los promedios del rendimiento del cultivo de perejil, donde se observan diferencias entre medias, esto quiere decir que las dosis de fertilizante estudiados influyen en el rendimiento cultivo de perejil.

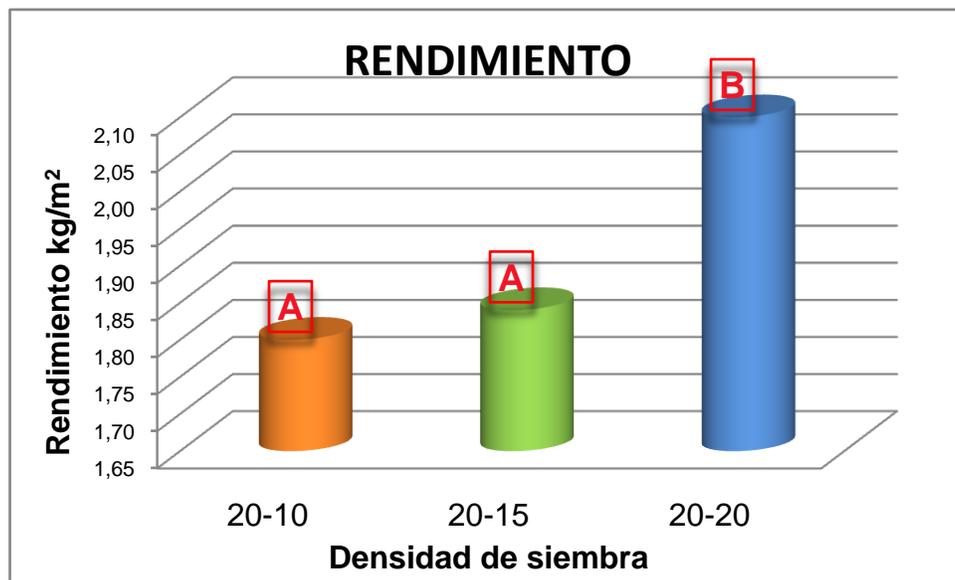


**Figura 22.** Efecto de las dosis de fertilizante sobre el rendimiento, primer corte

En base a los resultados obtenidos en la figura anterior, se puede apreciar que el rendimiento presentó los siguientes efectos: analizando los efectos entre las dosis de fertilizante podemos indicar que la dosis de 70 cc tiene una media de 2,36 kg/m<sup>2</sup> que es mayor a la dosis de 60 cc que tiene un rendimiento de 1,46 kg/m<sup>2</sup>, siendo ambos estadísticamente diferentes.

Se especula que al aplicar la dosis de 70 cc asegura una buena producción, esto puede ser debido a que estamos generándole a la planta los nutrientes necesarios para un buen desarrollo.

La figura 23, se observa los promedios de rendimiento de perejil, donde podemos decir que existen diferencias significativas entre ellos, lo que nos indica que al menos la media de uno de los tratamientos es diferente al de los otros.



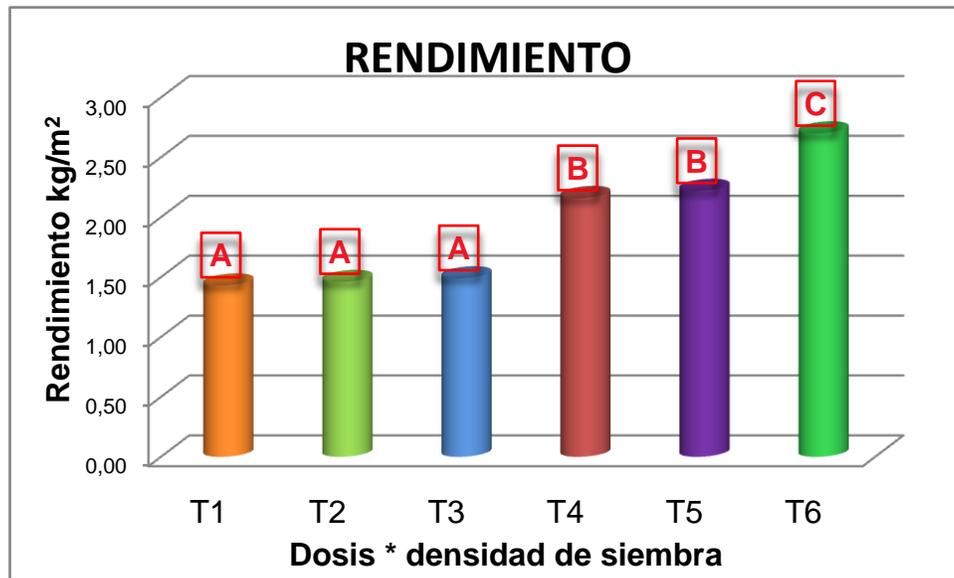
**Figura 23.** Efecto de las densidades de siembra sobre el rendimiento, primer corte

La figura anterior, muestra la comparación de promedios alcanzados por las tres diferentes densidades de siembra utilizados en el ensayo, donde se puede apreciar que las medias son estadísticamente diferentes unas de otras.

Por comparación de medias se puede apreciar que la densidad de siembra de 20-20 logra el mayor rendimiento con 2,10 Kg/m<sup>2</sup>, seguida de la densidad de 20-15 que alcanza un rendimiento de 1,84 Kg/m<sup>2</sup>, y por último la densidad de 20-10 con un rendimiento de 1,80 Kg/m<sup>2</sup>, esto demuestra la influencia de la densidad de siembra en el cultivo de perejil.

Se asevera que la densidad de 20-20 es la mejor en cuestión del rendimiento debido a que al tener un espacio adecuado y al circular el aire entre las planta ayudo a desarrollarse rápidamente dando como resultado una mejor producción.

En la figura 24, presentada por el rendimiento de perejil con la interacción de las densidades de siembra y dosis de fertilización, esto refleja que la interacción de los factores si influye en el rendimiento de la planta.



**Figura 24.** Promedio del rendimiento del perejil en la interacción, densidades de siembra y dosis de fertilización, primer corte.

La figura anterior, muestra las comparaciones hechas entre las densidades de siembra y las dosis de fertilización donde se puede apreciar que el tratamiento T<sub>6</sub> logra el mayor rendimiento con el 2,70 kg/m<sup>2</sup>, y el tratamiento T<sub>1</sub> logra el menor rendimiento con 1,43 kg/m<sup>2</sup>, en comparación al resto de los tratamientos.

Esta diferencia podía atribuirse a la interacción entre las dosis y las densidades de siembra, ya que al tener un espacio adecuado y una dosis exacta de fertilizante la planta puede desarrollarse con mucha facilidad.

Sobrino (1999), indica que el perejil es una especie que requiere una buena dotación de nutrientes en el suelo para el logro de una producción abundante,

sostenida y de calidad; esta dotación puede ser natural del suelo o que deba ser ingresada al sistema mediante fertilización, química u orgánica.

### 5.2.8. Rendimiento segundo corte.

Los resultados obtenidos en campo en cuanto al rendimiento del cultivo de perejil se presentan en el cuadro 15.

**Cuadro 15:** Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de perejil, segundo corte.

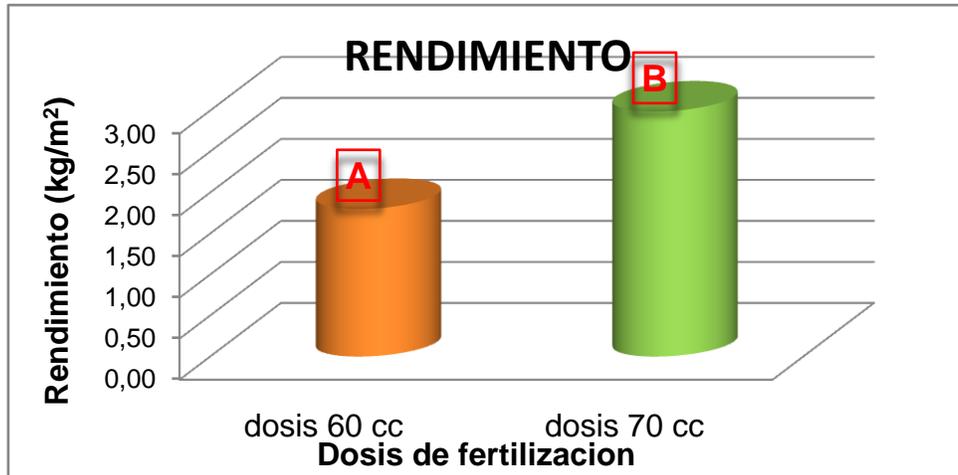
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloques</b>	2	0,02	0,01	4,64	0.0375ns
<b>Fertilizante</b>	1	6,37	6,37	3468,84	<0,0001**
<b>Densidad</b>	2	0,32	0,16	86,85	<0,0001**
<b>Fertilizante*Densidad</b>	2	0,13	0,07	36,18	<0,0001**
<b>Error</b>	10	0,02	1,80		
<b>Total</b>	17	6,86			

GL = Grados de libertad; SC = Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; P-valor = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; ns = No significativo.

$$CV = 7,79 \%$$

El cuadro 15 de acuerdo con el análisis de varianza para el rendimiento en el cultivo de perejil, se observa un coeficiente de variación es de 7,79 %, que indica un adecuado manejo de las unidades experimentales, se observa también una diferencia altamente significativa en dosis de fertilizante, densidades y en la interacción dosis\*densidades.

En la figura 25 se observan los promedios del rendimiento del cultivo de perejil, donde se observan diferencias entre medias, esto quiere decir que las dosis de fertilizante estudiados influyen en el rendimiento cultivo de perejil.

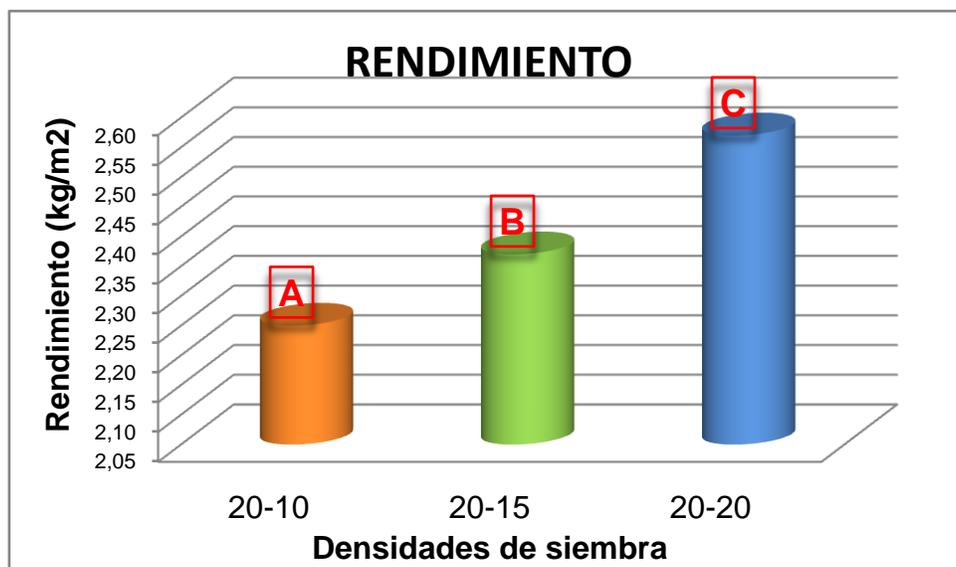


**Figura 25.** Efecto de las dosis de fertilizante sobre el rendimiento, segundo corte.

Los resultados obtenidos en la figura anterior nos muestra los efectos entre las dosis de fertilizante podemos indicar que la dosis de 70 cc tiene una media de  $2,99 \text{ kg/m}^2$  que es mayor a la dosis de 60 cc que tiene un rendimiento de  $1,80 \text{ kg/m}^2$ , siendo ambos estadísticamente diferentes.

Chapman (1996) citado por Carrasco (1998), afirma que para una mejor respuesta en rendimiento, la nutrición foliar resulta una alternativa buena, porque presenta una interacción entre el follaje (altura de planta y cobertura foliar) y la solución nutritiva.

En la figura 26 se observa los promedios de rendimiento de perejil, donde podemos decir que existen diferencias significativas entre ellos, lo que nos indica que al menos la media de uno de los tratamientos es diferente al de los otros.

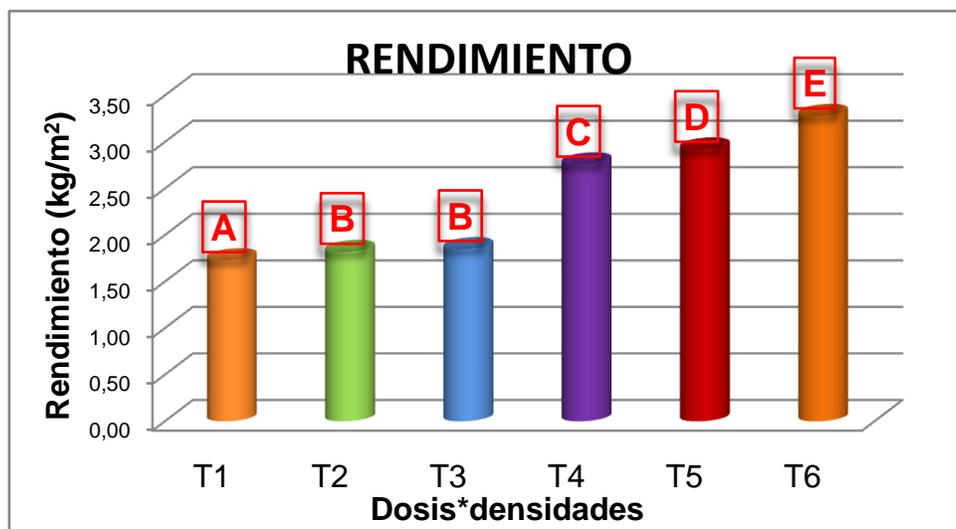


**Figura 26.** Efecto de las densidades de siembra sobre el rendimiento, segundo corte.

La figura anterior, muestra la comparación de promedios alcanzados por las tres diferentes densidades de siembra utilizados en el ensayo, donde se puede apreciar que las medias son estadísticamente diferentes unas de otras además que la densidad de 20-20 logro un rendimiento de 2,57 kg/m<sup>2</sup>, siendo estadísticamente superior a las demás densidades.

Se especula que la densidad de 20-10 es la peor en cuestión del rendimiento debido a que al tener poco espacio entre plantas y a la falta de circulación de aire entre planta ayudo a que tenga un desarrollo lento y generar competencia (por la luz y los nutrientes) entre ellas dando como resultado una baja producción.

En la figura 27, presentada por el rendimiento de perejil con la interacción de las densidades de siembra y dosis de fertilización, esto refleja que la interacción de los factores si influye en el rendimiento de la planta.



**Figura 27.** Promedio del rendimiento de perejil en la interacción de las densidades de siembra y dosis de fertilización, segundo corte.

La figura 27, muestra al tratamiento T<sub>6</sub> con un rendimiento de 3,28 kg/m<sup>2</sup>, seguida del tratamiento T<sub>5</sub> con 2,92 kg/m<sup>2</sup>, siendo los que logran, el mejor rendimiento en comparación al resto de los tratamientos.

Esta diferencia podía atribuirse a la interacción entre las dosis y las densidades de siembra ya que al tener un espacio adecuado y una dosis exacta de fertilizante la planta puede desarrollarse con mucha facilidad y así lograr una buena producción del cultivo de perejil.

Sobrino (1999), indica que el perejil es una especie que requiere una buena dotación de nutrientes en el suelo para el logro de una producción abundante, sostenida y de calidad; esta dotación puede ser natural del suelo o que deba ser ingresada al sistema mediante fertilización, química u orgánica.

Así mismo Suquilanda (1995), sostiene que el objetivo de la fertilización orgánica es el efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz por medio de los fenómenos físico-químicos que tiene lugar en su seno, de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada. Para lograr este objetivo, es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización.

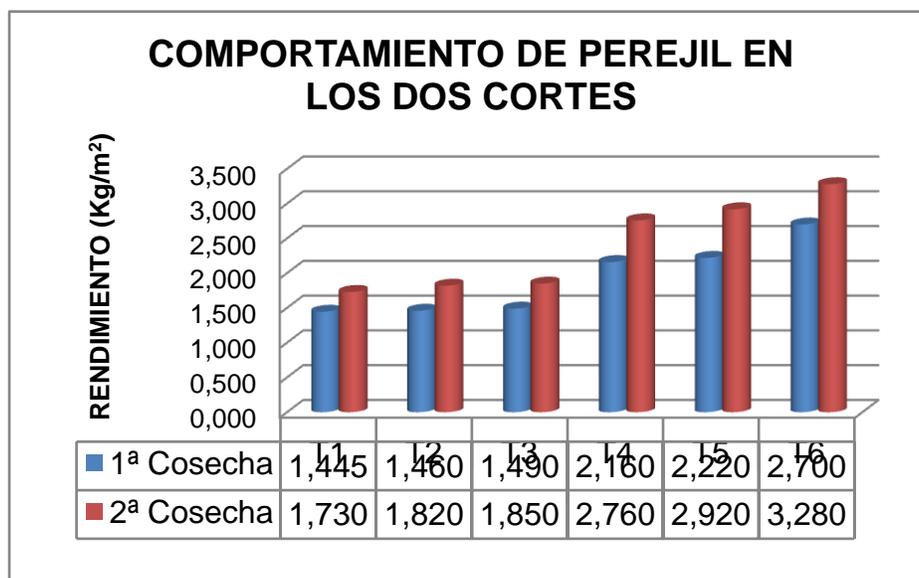
Gross (1996), menciona que la absorción es tanto mas eficaz tanto mas joven es la hoja, se realiza por ambas caras de esta, por lo que interesa mojar al máximo toda la superficie foliar, el liquido que cae al suelo no se pierde en absoluto, incluso en el caso de la planta no absorbiera nada de abono por las hojas, constituirá, un aporte del abonado en el suelo, debido a las lluvias.

Fritz (1979) citado por Maldonado (1998), señala que los aumentos de rendimiento que se consiguen se debe al abonado a base de elementos menores.

### 5.2.9. Comportamiento del cultivo de perejil en los dos cortes.

Para analizar el comportamiento del cultivo de perejil en las dos cosechas se tomo en cuenta la variable rendimiento.

Tomando en cuenta los resultados de rendimiento, se observo claramente que la segunda cosecha tuvo mejor efecto en el rendimiento, logrando 3,280 Kg/m<sup>2</sup>, siendo estadísticamente significativo con relación a la primera cosecha.



**Figura 28.** Efecto de las diferentes cosechas sobre el rendimiento.

Por lo tanto podemos concluir que el mejor rendimiento del cultivo de perejil se presenta en la segunda cosecha

### **5.3. Análisis económico parcial.**

A partir de los resultados obtenidos en el proceso de la experimentación y el respectivo análisis estadístico, es esencial, la realización del análisis económico de los resultados, para realizar recomendaciones más adecuadas, combinados los aspectos agronómicos y económicos más favorables de la investigación.

La evaluación económica nos permite proporcionar parámetros claros para determinar la rentabilidad o no de un tratamiento, para realizar un cambio tecnológico en nuestro sistema de producción, en este caso del cultivo de perejil.

El análisis económico se efectuó con el único propósito de analizar los beneficios que puede otorgar el cultivo de perejil orgánico, para tal efecto los datos del precio de comercialización, insumos y mano de obra, están de acuerdo a los precios actuales en mercados de la ciudad de La Paz,

El precio del perejil oscila desde Bs 1,00 hasta 2,50 el manojo, inclusive en algunas épocas llega a Bs 3,50 el manojo, depende de la cantidad de productores que salen al mercado. Para obtener mayores beneficios es necesario en algunos casos adelantar la cosecha y en otros retrasar la misma, ya que el precio del mercado varía de semana a semana.

Para facilitar los cálculos de los beneficios obtenidos en el presente ensayo se tomó la media de Bs 1,00 el manojo de perejil.

#### **5.3.1. Rendimiento ajustado**

El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el beneficio medio reducido en un cierto porcentaje, con el fin de reflejar la diferencia entre la ventaja experimental controlada y la producción comercial de los productores de perejil que se podría lograr con estos tratamientos.

**Cuadro 16.** Rendimiento ajustado por una campaña.

RENDIMIENTOS	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Rendimiento promedio (kg/m <sup>2</sup> )	1,587	1,640	1,670	2,460	2,570	2,999
Rendimiento ajustado (-10%)	1,428	1,476	1,503	2,214	2,313	2,699

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

En este caso se tomó la recomendación del manual de Evaluación Económica del centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), donde se establece una diferencia de 10% del rendimiento entre condiciones experimentales y de producción comercial normal, Este descuento se justifica desde el punto de vista que durante la realización del experimento se tuvo una especial atención y cuidado con las parcelas experimentales, lo que no ocurre normalmente en una producción a gran escala.

### 5.3.2. Beneficio bruto

El beneficio bruto se calcula multiplicando el rendimiento, por el precio promedio de kilogramo de manojo de perejil, para el cálculo de beneficio bruto anual se multiplicó el beneficio bruto de una campaña, por el número de campañas al año.

**Cuadro 17.** Beneficio bruto anual.

ITEM	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Rendimiento prom. (kg/m <sup>2</sup> )	1,587	1,640	1,670	2,460	2,570	2,999
Rendimiento ajustado (-10%)	1,428	1,476	1,503	2,214	2,313	2,699
Precio (Bs/kg)	5	5	5	5	5	5
<b>BENEFICIO BRUTO (Bs/ m<sup>2</sup>)</b>	<b>7,14</b>	<b>7,38</b>	<b>7,515</b>	<b>11,07</b>	<b>11,565</b>	<b>13,495</b>
Beneficio Bruto (30m <sup>2</sup> )	214,2	221,4	225,45	332,1	346,95	404,85
Numero de campañas	10	10	10	10	10	10
<b>Beneficio bruto por año (30m<sup>2</sup>)</b>	<b>2142</b>	<b>2214</b>	<b>2254,5</b>	<b>3321</b>	<b>3469,5</b>	<b>4048,5</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

Según el cuadro 17, los tratamientos que presentaron mejores ingresos brutos por año, fueron los tratamiento 6 y 5 con 4048,5 y 3469,5 Bs/año/30m<sup>2</sup> respectivamente y el que menos beneficio costo obtuvo fue el tratamiento 1 con 2142 Bs/año/30m<sup>2</sup>, a estos resultados se atribuye que cada factor estudiado en los tratamientos influye en el beneficio bruto.

### 5.3.3. Costos variables

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos comprados, la mano de obra utilizada para las actividades productivas que varían de un tratamiento a otro.

**Cuadro 18.** Costos variables por variedades (Bs/año).

ITEMS	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Mano de obra	191,7	190,7	190,2	191,7	190,7	190,2
Insumos	23,3	22,7	22,3	24,2	23,8	23,1
Total costos campaña (30 m <sup>2</sup> )	215	213,4	212,5	215,9	214,5	213,3
Costo para 10 campañas	604,17	603,22	603,15	605,13	604,45	603,9
<b>Costos variables totales</b>	<b>819,17</b>	<b>816,62</b>	<b>815,65</b>	<b>821,03</b>	<b>818,95</b>	<b>817,2</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

Según el cuadro 18 nos muestra que el tratamiento que mas costos variables obtuvo fue el tratamiento 4 con 821,03 Bs/año, el tratamiento 3 fue el que menos costos variables obtuvo con 815,65 Bs/año.

### 5.3.4. Costos fijos

Los costos fijos son aquellos costos que se mantienen para cada campaña de producción y que no están relacionados con la producción final. Para este trabajo se han tomado en cuenta los costos de herramientas, mochila fumigadora.

**Cuadro 19.** Costos fijos por tratamientos. (Bs/año).

ITEMS	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Mochila fumigadora.	420	420	420	420	420	420
Herramientas	140	140	140	140	140	140
Otros gastos (E:E)	200	200	200	200	200	200
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>779</b>	<b>779</b>	<b>779</b>	<b>779</b>	<b>779</b>	<b>779</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 5.3.5. Costos totales

Son las sumas de los costos de producción o variables y los costos fijos. Presentados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 20.** Costos totales por tratamiento.

ITEMS	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Total costos variables	819,17	816,62	815,65	821,03	818,95	817,2
Total costos fijos	779	779	779	779	779	779
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>1598,17</b>	<b>1595,62</b>	<b>1594,65</b>	<b>1600,03</b>	<b>1597,95</b>	<b>1596,2</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 5.3.6. Beneficio neto

Los beneficios netos nos reflejan ingresos obtenidos luego de restar los costos totales. A continuación en el cuadro 31, se detallan los beneficios netos anuales.

**Cuadro 21.** Beneficios netos anuales.

ITEMS	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Beneficio bruto	2142	2214	2254,5	3321	3469,5	4048,5
Total costos	1598,17	1595,62	1594,65	1600,03	1597,95	1596,2
<b>BENEFICIOS NETOS</b>	<b>543,83</b>	<b>618,38</b>	<b>659,85</b>	<b>1720,97</b>	<b>1871,55</b>	<b>2452,44</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

Realizando un análisis entre los tratamientos estudiados podemos indicar los siguientes resultados. El caso de tratamiento 6 el beneficio neto es de 2452,44 Bs/año fue el que presenta mayor beneficio neto, seguida del tratamiento 5 con 1871,55 Bs/año y el que se encuentra con un menor número de beneficio neto es

el tratamiento 1 con 543,83 Bs/año esto significa que los factores de estudio en cada tratamiento afectan directamente en estos resultados.

### 5.3.7. Relación beneficio costo (Bs/año)

Es la relación que existe entre los beneficios brutos sobre los costos de producción, en el siguiente cuadro se detallan la relación beneficio costo anuales.

**Cuadro 22.** Beneficio costo anual

ITEMS	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
<b>Beneficio neto</b>	543,83	618,38	659,85	1720,97	1871,55	2452,44
<b>Total costos</b>	1598.17	1595,62	1594,65	1600,03	1597.95	1596.2
<b>BENEFICIO COSTO</b>	<b>0,345</b>	<b>0,398</b>	<b>0,467</b>	<b>1,078</b>	<b>1,172</b>	<b>1,556</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

Realizado el análisis de relación de beneficio/costo, en base a los costos fijos y variables de producción por año y por tratamientos.

El presente cuadro de análisis demuestra que; la relación Beneficio/costo es mayor que uno para el factor dosis de fertilización ( $B/C > 1$ ), en consecuencia estos son económicamente rentables; siendo el tratamiento 6 el más rentable con un valor igual a 1,556 Bs/30m<sup>2</sup>, este resultado indica que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 0,556 Bs. seguido del tratamiento 5 con relación de beneficio costo igual 1,172 Bs. teniendo como ganancia 0,172 Bolivianos ;sin embargo con los tratamientos 1, 2, y 3 no se obtuvieron ganancias por lo cual no es recomendable realizar el uso esta interacción de los tratamientos.

Según INE (2007), argumenta que el rendimiento promedio anual del cultivo de perejil en la ciudad de La Paz es 20.000 Kg/ha de producto verde, considerando una producción tradicional y un promedio de 5 cortes al año. Cabe destacar que dependiendo de la fecha de siembra del cultivo (otoño o primavera), los rendimientos y el número de cortes puede variar.

Se asevera que el rendimiento obtenido por el presente trabajo supera al rendimiento promedio de la ciudad de La Paz (datos del INE), esto puede ser debido a que se realizó una producción totalmente orgánica además que el uso del fertilizante foliar orgánico Nutrigrow aportó de gran manera al desarrollo de la planta obteniendo así mejores resultados.

Acosta (2000), sostiene que a través de la fertilización foliar se logra un inmediato abastecimiento de nutrientes a la hoja, sin que este proceso sea perjudicial para la absorción radicular o translocación dentro de la planta, es útil donde se trata de eliminar en forma rápida síntomas de deficiencia y completar el abastecimiento de nutrientes al suelo.

Por otro lado podemos indicar que el producto final que salió al mercado en algunos casos resultó ser de mejor calidad comparando con los diferentes productos se ofertaban en el mismo lugar, en otros resultaron ser similares pero en ningún caso inferior, lo que facilitó la venta directa al por mayor a los vendedores mayoristas.

Finalmente podemos concluir que los comerciantes de los mercados mayoristas, así como los consumidores de este producto, no diferencian hasta ahora, la producción orgánica con la producción tradicional, basándose solamente en la calidad del producto, como ser el color del follaje, el tamaño de la planta y el tamaño de las hojas.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones.

1. El efecto de las dosis de fertilización y las densidades de siembra con relación a la altura de planta, en la **primera cosecha**, se encontró la mayor altura promedio de 49,31 cm en el tratamiento T<sub>4</sub> (70 cc de fertilizante + 20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas), seguido del tratamiento T<sub>1</sub> (60 cc de fertilizante + 20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas), con 47,57 cm, son superiores al resto de los demás tratamientos que lograron menores alturas.
2. Con relación a la altura de planta, en la **segunda cosecha**, se encontró la mayor altura promedio de 52,23 cm en el tratamiento T<sub>4</sub> (70 cc de fertilizante + 20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas), seguido del tratamiento T<sub>1</sub> (60 cc de fertilizante + 20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas), con 50,40 cm, son superiores al resto de los demás tratamientos que lograron menores alturas.
3. En relación al número de hojas en la **primera cosecha** se ha obtenido una menor cantidad de hojas en el tratamiento T<sub>1</sub> solo teniendo 37,23 hojas por planta, y con un mayor número de hojas el tratamiento T<sub>6</sub> con 107,13 hojas por planta.
4. En relación al número de hojas en la **segunda cosecha** se ha obtenido una menor cantidad de hojas en el tratamiento T<sub>1</sub> solo teniendo 68,37 hojas por planta, y con un mayor número de hojas el tratamiento T<sub>6</sub> con 146,37 hojas por planta.
5. En cuanto al número de ramas por planta en la **primera cosecha**, se obtuvo un promedio mayor en el tratamiento T<sub>6</sub> con un 9,15 ram/pl, seguida del tratamiento T<sub>5</sub> que obtuvo 8,38 ram/pl, esto debido a que se proporciono a la planta de perejil los elementos adecuados para poder desarrollarse con mayor facilidad.

6. Con relación al número de ramas por planta en la **segunda cosecha**, se obtuvo un promedio mayor en el tratamiento T<sub>6</sub> con un 13,00 ram/pl, seguida del tratamiento T<sub>5</sub> que obtuvo 10,71 ram/pl, esto debido a que tenía la dosis precisa de fertilizante foliar orgánico y el espacio adecuado para poder desarrollarse con mayor facilidad.
7. En relación a el rendimiento en la **primera cosecha**, se obtuvo un mayor promedio en el tratamiento T<sub>6</sub> con un 2,70 kg/m<sup>2</sup>, seguida del tratamiento T<sub>5</sub> que obtuvo 2,22 kg/m<sup>2</sup>, que son superiores al resto de los tratamientos que logran menores rendimientos.
8. En la **segunda cosecha** con relación a el rendimiento se obtuvo un mayor promedio en el tratamiento T<sub>6</sub> con un 3,28 kg/m<sup>2</sup>, seguida del tratamiento T<sub>5</sub> que obtuvo 2,92 kg/m<sup>2</sup>, que son superiores al resto de los tratamientos que logran menores rendimientos.
9. La dosis de 70 cc de fertilizante foliar orgánico Nutrigrow en la segunda cosecha registra los valores más altos en cuanto a la altura de planta con un 47,85 cm, un número de hojas de 123,52 hojas por planta, un numero de ramas de 11,39 ram/pl y un rendimiento de 2,99 kg/m<sup>2</sup>.
10. La densidad de siembra de 20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas en la segunda cosecha registra los valores más altos con relación al número de hojas con un 119,77 hojas por planta, un número de ramas de 11,52 ram/pl y un rendimiento de 2,57 kg/m<sup>2</sup>.
11. Los factores en estudio A (dosis de fertilización) y B (densidades de siembra) demostraron diferencias significativas en su comportamiento durante todo el proceso de desarrollo del cultivo de perejil, lo que demuestra que es necesaria la aplicación de los dos factores.

## **7. RECOMENDACIONES**

1. Los resultados del presente trabajo nos permiten sugerir la realización de otros estudios relacionados con las variedades de perejil ya que cada variedad se comporta de distinta manera.
2. Se recomienda realizar estudios, realizando una comparación en distintas épocas de siembra.
3. Se recomienda realizar estudios, realizando una comparación entre los lugares de siembra en campo abierto y en condiciones controladas, para conocer donde es mejor sembrar el cultivo de perejil.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, S. F. 2000. Manual de fertilización foliar. Tercera edición, México D.F. fertilización foliar, 120 p.

ARANCIBIA, M. 1998. Uso de fertilizantes foliares y su efecto en la caída de flores y vainas en el cultivo de haba (*Vicia Faba L.*). Tesis Ing. Agro. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cardenas". 85p.

ARBER, A. (2000). Herbáls, Their origin and evolution, A chapter in the history of botany 1470-1670. Cambridge.

BRACAMONTE, J. C. 1998. Efecto del Nutrigrow en tres formulaciones y dos formas de aplicación en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus*) variedad Carolina. Tesis Ing. Agro. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cardenas". 95 p.

BOLIVIAN ORGANICS, INC'S. 1995. Documentación informativa del fertilizante Orgánico Nutrigrow, serie técnica. Cochabamba – Bolivia 85 p.

BERDONCES, J.L. (1998). Gran enciclopedia de las plantas medicinales: el dioscórides del tercer milenio. Ed. Tikal. Madrid.

BURTON, J. 2002. *Petroselinum crispum* (Miller) A.W. Hill Garden Parsley. Online Guide To Umbelliferae of British Isles. <[http://www.spookspring.com/Umbels/Gard\\_Pars .htm](http://www.spookspring.com/Umbels/Gard_Pars.htm)>.

CARRASCO, M. 1998. Eficiencia del uso de Nutrigrow con tres formulaciones en papa variedad Huaycha. Tesis Ing. Cochabamba, Bolivia Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cardenas". 65p.

DOMINGUEZ, A. 1984. Tratado de fertilización, según edición. Madrid, España. Editorial presa. 585 p.

ESPINOZA, J. 1996. Informaciones Agronómicas N° 25, Instituto de la Potasa y el Fósforo – INPOFOS A.S. Quito – Ecuador. 16p.

EVANS, L. T. 1990. Fisiología de los cultivos. Trad. Por Héctor Gonzales Iriarte, Londres, Inglaterra. Editorial Hemisferio Sur S.A. 401 p.

FRITZ, A. TRENKEL, 1999. Fertilización foliar, BASF RF. Alemania, 116p.

GARCÍA, M.; Alfonso, W.; Cirera, I.; Curioni, A. 2008. Rendimiento de semillas de perejil (*Petroselinum crispum* L.). Revista Horticultura. ISSN 0237-3431. Vol. 27 (62), p.16-19.

GROSS, A. 1996. Guía práctica de fertilización, segunda edición. Madrid, España, 600 p.

Holle, M. Y Montes, A., 1985. Manual de Enseñanza Práctica de Producción De Hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Ediciones IICA. 1ra Edición. San José, CR.

INE – MDSP (Instituto Nacional de Estadísticas – Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación). 2007. Atlas estadístico de Municipios La Paz Bolivia 540 p.

JETT, J. 2004. That Devilish Parsley. West Virginia University. Extension Service. <<http://www.wvu.edu/~agexten/hortcult/herbs/parsley.htm>>.

KRARUP, C.; Moreira; I. 1998. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. <[http://www.puc.cl/sw\\_educ/hort0498](http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498)>.

MAROTO, J. 2002. Perejil. Horticultura herbacea especial. Editorial Mundi Prensa. España. p. 342-345.

MALDONADO, T.O. 1998. Eficiencia del uso de Nutrigrow en el cultivo de maíz (Zea Mays, Gould) variedad Hualtaco. Tesis Ing. Agro. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simon. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martin Cardenas”. 92p.

MDSMA, Ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente 1995. Mapa forestal de Bolivia. Memoria explicativa. La Paz, Bolivia. 43 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION  
PUBLICACIONES DE EXTENSION AGRARIA Corazón de María, 8- 28002-Madrid.

MONTES DE OCA, I., 2005. Geografía y recursos naturales de Bolivia, 3<sup>o</sup> Edición. La Paz, Bolivia 614 p.

PILCO Bonilla Gisela Alexandra (2012) “Comprobación del efecto adelgazante de la tintura de Apio (*Apium graveolens*) y el Perejil (*Petroselinum sativum*) en voluntarios con sobrepeso” riobamba – ecuador.

SOBRINO, I. 1999. Tratados de horticultura herbácea. Ed. ADEOS, Barcelona, España, 352 p.

SUQUILANDA, V. M. agricultura orgánica 1995. Quito – Ecuador. 654 p.

REYES, C. P., 2006. Diseño de experimentos agrícolas Primera Edición. Editorial Trillas. S. A. Distrito Federal, México. 344 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) 2007 archivos, datos Históricos de temperaturas, precipitaciones y humedad relativa ambiente, La Paz Bolivia.

RAULIN - LATOUR A, CUQ J-L, SERVILLE. 2003. Las hortalizas y las frutas. En, La Alimentación Humana. Coordinadores: H Dupien, J-J Cuq, M-I Malewiak, C, Leynaud-Rouaud,

UNTERLADSTAETTER, R. 2000. La Horticultura en el subtropico húmedo y subhúmedo de Bolivia. UAGRM, Santa Cruz – Bolivia, 310 p.

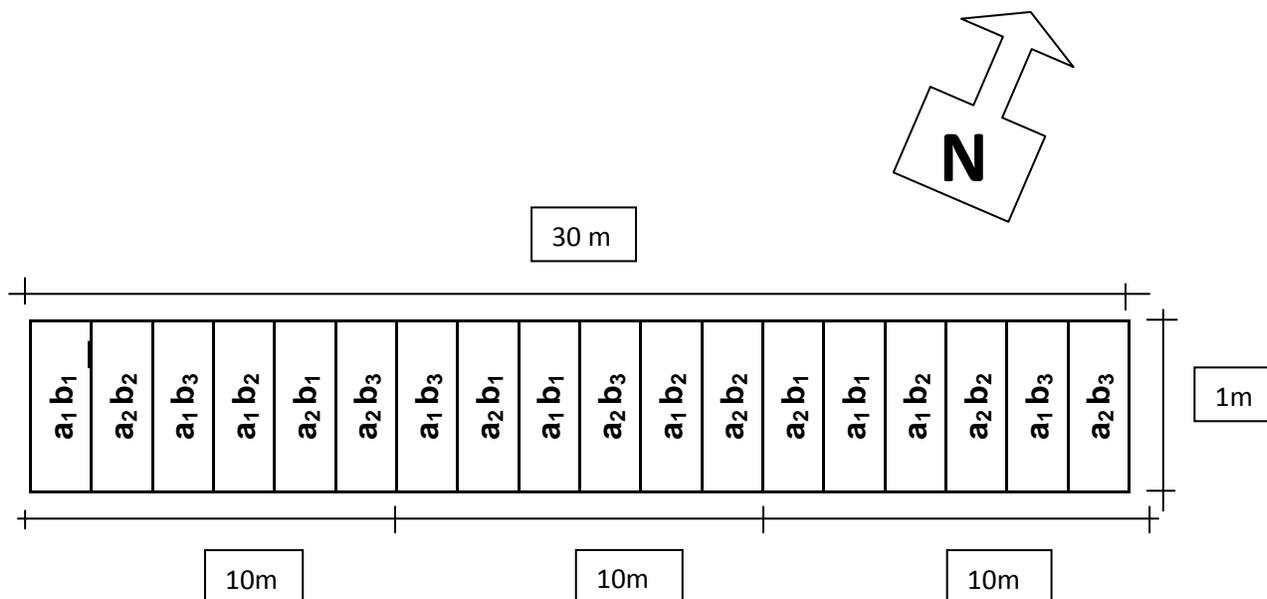
VENEGAS, Cesar R. Villarroel. 2010. Fertilización foliar complementaria para nutrición y sanidad en producción de papas. Agrys S. de R.L. de C.V.

VILLARROEL, J. 1998. Efecto de la fertilización foliar en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el valle central de Cochabamba. Tesis Ing. Agro. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martin Cárdenas”. 150.

VIGLIOLA, M. 2007. Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur. p. 130-131.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Croquis del terreno.



**Anexo 2:** Comparación de promedios para la Altura de planta, factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (cm)	Densidad de siembra
A	39,9	20-15
B	42,62	20-20
C	48,44	20-10

**Anexo 3:** Comparación de promedios para la altura de planta, factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (cm)	Dosis de fertilización
A	43,42	dosis 60 cc
A	43,88	dosis 70 cc

**Anexo 4:** Comparación de promedios para la altura de planta, interacción Densidades\*Dosis de fertilización, según Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (cm)	Tratamiento	Clave
A	39,50	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
A	40,30	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
B	42,03	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>
B	43,20	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
C	47,57	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
C	49,31	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>

**Anexo 5:** Comparación de promedios para el numero de hojas, factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (hojas/pl.)	Dosis de fertilización
A	41,53	dosis 60 cc
B	88,76	dosis 70 cc

**Anexo 6:** Comparación de promedios para número de hojas, factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (hojas/pl.)	Densidades de siembra
A	53,94	20-10
B	65,13	20-15
C	76,38	20-20

**Anexo 7:** comparación de promedios para el numero de hojas, interacción Dosis\*Densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 1ro corte.

Duncan	Media (hojas/pl)	Tratamiento	Clave
A	37,23	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
B	41,74	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
B	45,63	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>

<b>C</b>	70,64	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
<b>D</b>	88,53	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
<b>E</b>	107,13	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>

**Anexo 8:** Comparación de promedios de numero de ramas por planta, factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

<b>Duncan</b>	<b>Media (ram/pl)</b>	<b>Dosis de fertilización</b>
<b>A</b>	6,31	dosis 60 cc
<b>B</b>	8,12	dosis 70 cc

**Anexo 9:** Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, factor densidades de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

<b>Duncan</b>	<b>Media (ram/pl)</b>	<b>Densidades de siembra</b>
<b>A</b>	5,95	20-10
<b>B</b>	7,34	20-15
<b>C</b>	8,35	20-20

**Anexo 10:** Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, interacción dosis \* densidades, según la prueba de Duncan al 5 %, 1rocorte.

<b>Duncan</b>	<b>Media (ram/pl)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Clave</b>
<b>A</b>	5,08	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
<b>B</b>	6,30	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
<b>B</b>	6,82	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
<b>C</b>	7,55	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
<b>D</b>	8,38	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
<b>E</b>	9,15	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>

**Anexo 11:** Comparación de promedios para el rendimiento de perejil con el factor dosis de fertilizante, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (Kg/m <sup>2</sup> )	Dosis de fertilización
<b>A</b>	1,46	dosis 60 cc
<b>B</b>	2,36	dosis 70 cc

**Anexo 12:** Comparación de promedios para el rendimiento de perejil, sobre el factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (kg/m <sup>2</sup> )	Densidades de siembra
<b>A</b>	1,80	20-10
<b>A</b>	1,84	20-15
<b>C</b>	2,10	20-20

**Anexo 13:** Comparación de promedios para el rendimiento, interacción Densidades\*Dosis de fertilización, según Duncan al 5 %, 1ro corte.

Duncan	Media (kg/m <sup>2</sup> )	Tratamiento	Clave
<b>A</b>	1,43	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
<b>A</b>	1,46	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
<b>A</b>	1,49	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
<b>B</b>	2,16	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
<b>B</b>	2,22	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
<b>C</b>	2,70	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>

**Anexo 14:** Comparación de promedios para la Altura de plantas, con el factor de dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.

Duncan	Media (cm)	Dosis de fertilización
<b>A</b>	46,39	dosis 60 cc
<b>A</b>	47,85	dosis 70 cc

**Anexo 15:** Comparación de promedios para la Altura de planta, con el factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.

Duncan	Media (cm)	Densidades de siembra
A	44,22	20-15
A	45,83	20-20
B	51,31	20-10

**Anexo 16:** Comparación de promedios para la altura de planta, interacción densidades \* Dosis de fertilización, según Duncan al 5 %, 2do corte.

Duncan	Media (cm)	Tratamiento	Clave
A	43,30	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
A	45,14	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
A	45,48	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
A	46,17	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>
B	50,40	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
B	52,23	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>

**Anexo 17:** Comparación de promedios para el numero de hojas, con el factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.

Duncan	Media (hojas/pl)	Dosis de fertilización
A	77,09	dosis 60 cc
B	123,52	dosis 70 cc

**Anexo 18:** Comparación de promedios para el número de hojas, del factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5 %, 2do corte.

Duncan	Media (hojas/pl)	Densidades de siembra
A	88,52	20-10
A	92,64	20-15
B	119,77	20-20

**Anexo 19:** Comparación de promedios para el numero de hojas, interacción Dosis\*Densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.

Duncan	Media (hojas/pl)	Tratamiento	Clave
A	68,37	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
A	69,69	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
B	93,21	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
C	108,67	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
D	115,58	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
E	146,33	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>

**Anexo 20:** Comparación de promedios de numero de ramas por planta, del factor dosis de fertilización, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.

Duncan	Media (ram/pl)	Dosis de fertilización
A	8,42	dosis 60 cc
B	11,39	dosis 70 cc

**Anexo 21:** Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, del densidades de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.

Duncan	Media (ram/pl)	Densidades de siembra
A	9,04	20-10
A	9,17	20-15
B	11,52	20-20

**Anexo 22:** Comparación de promedios para el numero de ramas por planta, en la interacción dosis \* densidades, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.

Duncan	Media (ram/pl)	Tratamiento	Clave
A	7,60	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
A	7,63	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
B	10,04	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
C	10,47	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>

<b>C</b>	10,71	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
<b>D</b>	13,00	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>

**Anexo 23:** Comparación de promedios para el rendimiento de perejil con el factor dosis de fertilizante, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.

<b>Duncan</b>	<b>Media (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Dosis de fertilización</b>
<b>A</b>	1,80	dosis 60 cc
<b>B</b>	2,99	dosis 70 cc

**Anexo 24:** Comparación de promedios para el rendimiento de perejil, sobre el factor densidad de siembra, según la prueba de Duncan al 5%, 2do corte.

<b>Duncan</b>	<b>Media (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidades de siembra</b>
<b>A</b>	2,25	20-10
<b>B</b>	2,37	20-15
<b>C</b>	2,57	20-20

**Anexo 25:** Comparación de promedios para el rendimiento, interacción Densidades\*Dosis de fertilización, según Duncan al 5%, 2do corte.

<b>Duncan</b>	<b>Media (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Clave</b>
<b>A</b>	1,73	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
<b>B</b>	1,82	T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
<b>B</b>	1,85	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
<b>C</b>	2,76	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
<b>D</b>	2,92	T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
<b>E</b>	3,28	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>

**Anexo 26.** Costos de producción para la primera cosecha.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO Unitario (Bs)</b>	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Preparación del terreno	jornal	4	25	100
Siembra	jornal	5	40	200
Riego	hora			50
Deshierbe	jornal	10	25	250
Aplicación de fertilizante	jornal	4	25	100
Cosecha	jornal	5	45	225
<b>INSUMOS</b>				
Semilla	onza	2	20	40
Fertilizante foliar	litro	1	100	100
Otros			500	500
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>1475</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 27.** Costos de producción para la segunda cosecha.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO Unitario (Bs)</b>	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Riego	hora			50
Deshierbe	jornal	10	25	250
Aplicación de fertilizante	jornal	4	25	100
Cosecha	jornal	5	45	225
<b>INSUMOS</b>				
Fertilizante foliar Nutrigrow	litro	1	100	100
Otros				<b>200</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>925</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 28:** Semillas de perejil variedad Italian Darkgreen



**Anexo 29:** Germinación de las semillas.



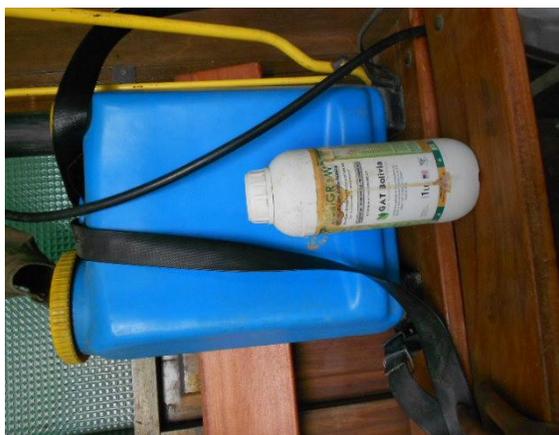
**Anexo 30:** Marbeteo del cultivo de perejil.



**Anexo 31: Toma de datos.**



**Anexo 32: Aplicación del fertilizante foliar orgánico.**



**Anexo 33: Cosecha.**

