



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Efecto de dos Abonos Orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de *Beta vulgaris* L. Var. *Cicla*, *Brassica campestris* var. *Pekinensis* y *Spinacia oleracea* L. bajo condiciones de invernadero en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica. Provincia de Napo.**

Tesis previa a la obtención del Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**AUTORA**

Carmen Lusmila Dahua Santi

**TUTOR**

MS.c. Yoel Rodríguez Guerra

**PUYO – PASTAZA - Ecuador**

**JUNIO, 2014**

## **PRESENTACIÓN DEL TEMA**

Efecto de dos Abonos Orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de *Beta vulgaris L. Var. Cicla*, *Brassica campestris var. Pekinensis* y *Spinacia oleracea L.*, bajo condiciones de invernadero en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica. Provincia de Napo.

## **MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

---

M.Sc. Karina Carrera

---

Dr.C. Javier Domínguez Brito

---

M.Sc. Sandra Soria Re.

2014

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por haberme dado salud y vida, a su vez permitirme conocer a personas tan especiales que tienen un alto espíritu de colaboración, estima y apoyo incondicional como a los de la universidad Estatal Amazónica.

A mi tutor Ms.C. Yoel Rodríguez Guerra, por su esfuerzo y dedicación, en el desarrollo de este trabajo de investigación. Gracias por sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación que han influido en mí para que pueda terminar mi tesis con éxito.

A los Directivos, profesores y Trabajadores del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), por su amistad y apoyo absoluto durante el desarrollo del trabajo de campo.

Al Dr. Reinaldo Alemán por apoyarme y guiarme con su sabiduría, por ese aliento que me brindó y siempre creer que lograría convertirme en lo que soy hoy.

A la Ing. Sandra Soria Ms.C., por compartir ese don de su amistad, por sus consejos, por su apoyo incondicional, por estar ahí cuando más lo he necesitado, mil gracias.

A la Dra. Verena Torres PhD por tener ese gran corazón para con sus enseñanzas y apoyo para concluir los análisis estadísticos de esta investigación.

Al Dr. Javier PhD por aportar un granito de arena a mi formación profesional y por su amistad.

A la Ing. Karina Carrera por insistirme en que debía superar los obstáculos y lo que yo me perdía era importante para mí y para mi profesión mil gracias de corazón.

A la Ing. Derwin Viafara por su don de gente quien con su paciencia supo guiarme y mencionarme palabras de aliento cuando mi autoestima estaba decaída gracias.

A todos los Docentes y Autoridades quienes conforman la familia Universidad Estatal Amazónica muchísimas gracias y no olviden que ocupan un lugar muy especial en mi corazón, Dios les bendiga hoy, mañana y siempre.

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente:

A ti **DIOS** que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa, al mismo tiempo permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis **padres**, por haber hecho crecer mis raíces, por que admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí, con sus ejemplos de superación y entrega, hoy puedo sentir alcanzada mi meta, con mucho cariño y amor para ustedes.

A mi familia, ustedes queridos tíos(as), padrino, primos(as), sobrinos y sobrinas porque de una u otra forma, con su apoyo moral me han incentivado a seguir adelante, a lo largo de toda mi carrera.

A las personas que más **AMO** en el mundo, aquellas que me dieron toda su confianza, que han estado a mi lado en los momentos de alegrías y tristezas, que se han sacrificado mucho para que hoy yo pueda estar aquí, hoy quiero que se sientan orgullosas de mí, Leslie, Slendy y Julieth gracias **DIOS** por darme unas **HIJAS** comprensivas, respetuosas, cariñosas, y amables.

A ti **Contreras**, gracias por estar a mi lado, yo sé que con tu paciencia y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor, y esta tesis lleva mucho de ti.

A mis hermanos (as), decirles que los quiero mucho y espero que algún día pueda estar sentada observándolos en el lugar en el que hoy estoy yo, al mismo tiempo les digo gracias por haberme fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfar en la vida.

A la **memoria** de mi **hermano Ramiro Dahua Santi**, fallecido a sus 28 años, antes de que pueda ver culminada mi tesis, por inculcarme con sus consejos, ánimos y con su apoyo.

A la **memoria** de la **Dra. Luisa Díaz Ph.D.**, fallecida a sus 54 años, antes de haber culminado mi tesis, por demostrar su cariño y apoyo incondicional.

Con mucho cariño para ustedes.

## RESPONSABILIDAD

Yo, Carmen Lusmila Dahua Santi con C.I. 210014848-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Estatal Amazónica puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Carmen Lusmila Dahua Santi  
C.I. 210014848-1

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Señorita Carmen Lusmila Dahua Santi egresada de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica, bajo mi supervisión.

---

**M. Sc. Rodríguez Guerra Yoel**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## Índice

|  |    |
|--|----|
| PRESENTACIÓN DEL TEMA .....  | 2  |
| AGRADECIMIENTO .....   | 3  |
| DEDICATORIA .....  | 4  |
| Dedico esta tesis principalmente: .....  | 4  |
| RESPONSABILIDAD .....  | 5  |
| CERTIFICACIÓN .....  | 6  |
| <b>Capítulo I</b> .....  | 16 |
| 1. Introducción .....  | 16 |
| aObjetivos .....   | 20 |
| Objetivo General .....   | 20 |
| Objetivos Específicos .....  | 20 |
| b. Hipótesis .....   | 20 |
| <b>Capítulo II</b> .....   | 21 |
| 2. Revisión de literatura .....  | 21 |
| 2.1. Producción de hortalizas en el Ecuador, su distribución geográfica .....                                  | 21 |
| 2.2. Valoración de la producción hortícola en el Ecuador, su importancia para la salud humana .....            | 22 |
| 2.3. Acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) .....   | 23 |
| 2.3.1. Aspectos generales, taxonómico, botánicos y fisiológicos para las especies <i>B. vulgaris</i> .....     | 23 |
| 2.3.2. Condiciones climáticas para desarrollo de plántulas de <i>B. vulgaris</i> ...                           | 24 |
| 2.3.3. Aspectos agronómicos a tener en cuenta en pequeños espacios para el cultivo de <i>B. vulgaris</i> ..... | 25 |
| 2.3.4. Fertilización en el cultivo de <i>B. vulgaris</i> .....   | 26 |
| 2.3.5. Compost .....   | 26 |
| 2.3.6. Biol .....  | 28 |
| 2.3.5. Cosecha y composición mineralógica del follaje de la especie de <i>B. vulgaris</i> .....                | 30 |
| 2.4. <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> .....   | 31 |
| 2.4.1. Origen, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas y ciclo biológico .....                      | 31 |

|  |    |
|--|----|
| 2.4.3. Aspectos agronómicos para el cultivo de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i>   | 33 |
| 2.4.4. Cosecha y valor nutricional de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i>  | 34 |
| 2.5. <i>Spinacea oleracea</i> L.   | 34 |
| 2.5.1. Generalidades, taxonomía, descripciones botánicas y morfológicas  | 34 |
| 2.5.2. Condiciones climáticas para el cultivo de <i>S. oleracea</i>  | 36 |
| 2.5.3. Aspectos agronómicos para el cultivo de <i>S. oleracea</i>  | 36 |
| 2.5.4. Abonadura y fertilización   | 37 |
| 2.5.5. Cosecha y valor nutricional de <i>S. oleracea</i>   | 38 |
| <b>CAPITULO III</b>  | 39 |
| 3.MATERIALES Y MÉTODOS   | 39 |
| 3.1. Localización y duración del experimento   | 39 |
| 3.2. Condiciones meteorológicas  | 39 |
| 3.3. Materiales y Equipos  | 39 |
| 3.3.1. Físicos   | 39 |
| 3.3.2. Biológicos (Material experimental)  | 39 |
| 3.3.3. Equipos   | 40 |
| 3.3. Experimentos y metodología experimental para la siembra de <i>B. vulgaris</i> , <i>B. campestris</i> y <i>S. oleracea</i> en condiciones de invernadero | 40 |
| 3.4.1. Consideraciones generales de la investigación   | 40 |
| 3.4.2. Riego   | 41 |
| 3.5. Diseño Experimental   | 42 |
| 3.5.1. Tratamientos por especies   | 42 |
| 3.5.2. Siembra   | 43 |
| 3.5.3. Forma y dosis de aplicación de compost y biol en condiciones experimentales   | 44 |
| 3.5.3.1. Compost como abono orgánico   | 44 |
| 3.6. Evaluaciones y observaciones en el desarrollo de la investigación   | 44 |
| 3.6.1. Porcentaje de germinación   | 44 |
| 3.6.2. Altura (cm)   | 44 |
| 3.6.3. Diámetro de tallo   | 45 |
| 3.6.4. Número de hojas   | 45 |
| 3.6.5. Largo y ancho de hojas  | 46 |
| 3.6.6. Parámetros de rendimiento   | 46 |

|   |    |
|---|----|
| 3.7. Determinación de los minerales en el follaje de cada especie objeto de estudio.....  | 47 |
| 3.7.1. Determinación de humedad higroscópica, ceniza, grasas y fibras....   | 48 |
| 3.7.2. Determinación de cenizas .....   | 48 |
| 3.7.4. Determinación de fibra .....   | 49 |
| 3.8. Procesamiento estadístico .....  | 50 |
| <b>CAPITULO IV</b> .....  | 51 |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....  | 51 |
| 4.1. Efecto del compost y biol sobre el crecimiento del cultivo Acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) bajo condiciones de invernadero .....   | 51 |
| 4.1.1. Efecto sobre la altura de la planta .....  | 51 |
| 4.1.2. Efecto sobre el número de hojas de la planta .....   | 53 |
| 4.1.3. Efecto sobre el diámetro del tallo de las plantas .....  | 54 |
| 4.1.4. Efecto sobre el área foliar (m <sup>2</sup> ).....   | 56 |
| 4.1.5. Efecto del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) cultivado bajo condiciones de invernadero .....             | 58 |
| 4.1.6. Efecto del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) cultivada bajo condiciones de invernadero .....                         | 59 |
| 4.1.7. Efecto del compost y biol sobre los rendimientos biológico, producción e Índice de cosecha del cultivo acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) cultivada bajo condiciones de invernadero ..... | 60 |
| 4.1.8. Efecto del compost y biol sobre el rendimiento agrícola del cultivo acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) en condiciones de invernadero.....   | 61 |
| 4.2. Efecto del compost y biol sobre el cultivo de la col china ( <i>B. campestris var. Pekinensis</i> ) bajo condiciones de invernadero .....  | 62 |
| 4.2.1. Altura (cm) de plantas de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> .....   | 62 |
| 4.2.2. Efecto de los abonos orgánicos, sobre el número de hojas .....   | 64 |
| 4.2.3. Influencia del compost y el biol en el diámetro del follaje para el cultivo <i>B. campestris var. Pekinensis</i> , en condiciones de invernadero.....                                | 67 |
| 4.2.4. Efecto sobre el área foliar de la planta .....   | 69 |
| 4.2.5. Efecto del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> en condiciones de invernadero .....                  | 70 |
| 4.2.6. Efecto del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> en condiciones de invernadero .....                           | 71 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.7. Efecto del compost y biol sobre los rendimientos Biológico, producción e Índice de cosecha del cultivo <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> en condiciones de invernadero .....          | 72 |
| 4.2.8. Efecto del compost y biol sobre el rendimiento agrícola del cultivo de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> en condiciones de invernadero .....  | 73 |
| Tabla 10. Influencia del compost y biol sobre el rendimiento agrícola de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> .....   | 73 |
| 4.3. Efecto del compost y biol sobre el crecimiento del cultivo de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) en condiciones de invernadero.....  | 73 |
| 4.3.1. Efecto sobre la altura de la planta.....  | 73 |
| 4.3.2 Efecto sobre el número de hojas de la planta .....   | 75 |
| 4.3.3. Efecto sobre el diámetro del tallo de las plantas .....   | 77 |
| 4.3.4. Efecto sobre el área foliar de la planta.....   | 78 |
| 4.3.5. Efecto del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de la espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) en condiciones de invernadero .....                             | 80 |
| 4.3.6. Efecto del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) en condiciones de invernadero.....  | 81 |
| 4.3.7. Efecto del compost y biol sobre los rendimientos Biológico, producción de materia seca e índice de cosecha del cultivo de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) en condiciones de invernadero ..... | 82 |
| 4.3.8. Efecto del compost y biol sobre el rendimiento agrícola del cultivo de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) bajo condiciones de invernadero.....   | 82 |
| 5. CONCLUSIONES.....   | 84 |
| 6. RECOMENDACIONES .....   | 85 |
| 7. RESUMEN .....   | 86 |
| 8. SUMMARY .....   | 87 |
| 9. BIBLIOGRAFIA .....  | 88 |
| 10. ANEXOS .....   | 95 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Esquema del diseño de bloque al azar .....   | 42 |
| Tabla 2. Tratamientos utilizados en la investigación .....  | 42 |
| Tabla 3. Influencia del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por tipo de órgano de la planta de acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) .....          | 58 |
| Tabla 4. Influencia del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la acelga ( <i>B. vulgaris</i> ).....                              | 59 |
| Tabla 5. Influencia del compost y biol sobre los rendimientos biológico, producción y índice de cosecha de la acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) .....           | 60 |
| Tabla 6. Influencia del compost y biol sobre el rendimiento agrícola de la acelga ( <i>B. vulgaris</i> ) en condiciones de invernadero .....                | 61 |
| Tabla 7. Influencia del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> .....      | 71 |
| Tabla 8. Influencia del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la planta de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> .....     | 72 |
| Tabla 9. Influencia del compost y biol sobre los rendimientos biológico, económico y índice de cosecha de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> ..... | 72 |
| Tabla 10. Influencia del compost y biol sobre el rendimiento agrícola de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> .....                                  | 73 |
| Tabla 11. Influencia del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de <i>Espinaca</i> ( <i>S. oleracea</i> L.) .....     | 81 |
| Tabla 12. Influencia del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) .....                        | 81 |
| Tabla 13. Influencia del compost y biol sobre los rendimientos biológico, económico e índice de cosecha de la espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) .....       | 82 |
| Tabla 14. Influencia del compost y biol sobre el rendimiento agrícola de la espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) .....   | 83 |

## Índice de figura

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Preparación del terreno y construcción de canteros .....  | 40 |
| Figura 2. División de parcelas y detalle de la construcción de la zanja de drenaje .....  | 41 |
| Figura 3. Riego manual de las parcelas experimentales .....   | 41 |
| Figura 4. Riego manual, antes de la siembra .....   | 43 |
| Figura 5. Pregerminación y siembra en sitio definitivo .....  | 43 |
| Figura 6. Medición de altura de para cada especie hortícola .....   | 45 |
| Figura 7. Medición del diámetro de tallo .....  | 45 |
| Figura 8. Conteo de hojas .....   | 46 |
| Figura 9. Medición del largo y ancho de hojas .....   | 46 |
| Figura 10. Balanza analítica utilizada en la investigación .....  | 47 |
| Figura 11. Equipamientos utilizados en el secado del follaje .....  | 48 |
| Figura 12. Proceso de desecado y triturado de la muestras de hortalizas.....  | 48 |
| Figura 13. Obtención de ceniza de las muestras .....  | 49 |
| Figura 14. Efecto del compost y biol sobre la altura de la planta de <i>Beta vulgaris</i> a los 8 y 59 días .....                                   | 51 |
| Figura 15. Efecto del compost y biol sobre el incremento de la altura de la planta de <i>B. vulgaris</i> durante su ciclo biológico .....           | 52 |
| Figura 16. Efecto del compost y biol sobre número de hojas de la planta de <i>B. vulgaris</i> a los 8 y 59 días .....                               | 53 |
| Figura 17. Efecto del compost y biol sobre el incremento del número de hojas de la planta de <i>B. vulgaris</i> durante su ciclo biológico .....    | 54 |
| Figura 18. Efecto del compost y biol sobre el diámetro del tallo de la planta de <i>B. vulgaris</i> a los 8 y 59 días .....                         | 55 |
| Figura 19. Efecto del compost y biol sobre el incremento del diámetro del tallo de la planta de <i>B. vulgaris</i> durante su ciclo biológico ..... | 55 |
| Figura 20. Efecto del compost y biol sobre el área foliar de <i>B. vulgaris</i> a los 8 y 59 días .....   | 56 |
| Figura 21. Efecto del compost y biol sobre el incremento del área foliar de la planta de <i>B. vulgaris</i> durante su ciclo biológico .....        | 57 |
| Figura 22. Efecto del compost y biol sobre la altura de la planta de <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> a los 10 y 51 días .....           | 62 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 23. Efecto del compost y biol sobre el incremento de la altura de la planta de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> durante su ciclo vegetativo .....          | 63 |
| Figura 24. Efecto del compost y biol sobre el número de hojas de la planta de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> a los 8 y 59 días .....                            | 65 |
| Figura 25. Efecto del compost y biol sobre el incremento del número de hojas de la planta de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> durante su ciclo vegetativo .....   | 66 |
| Figura 26. Efecto del compost y biol sobre el diámetro del follaje de la planta de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> a los 8 y 59 días .....                       | 67 |
| Figura 27. Efecto del compost y biol sobre el incremento del diámetro follaje de la planta de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> durante su ciclo vegetativo.....   | 68 |
| Figura 28. Efecto del compost y biol sobre el área foliar de la planta de <i>B. campestris var. Pekinensis</i> a los 10 y 51 días .....                               | 69 |
| Figura 29. Efecto del compost y biol sobre el incremento del área foliar de la planta de <i>Brassica campestris var. Pekinensis</i> durante su ciclo vegetativo ..... | 70 |
| Figura 30. Efecto del compost y biol sobre la altura de la planta de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L) a los 23 y 43 días .....  | 74 |
| Figura 31. Efecto del compost y biol sobre el incremento de la altura de la planta de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L) durante su ciclo vegetativo .....              | 75 |
| Figura 32. Efecto del compost y biol sobre el número de hojas de la planta de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L) a los 23 y 43 días .....                               | 75 |
| Figura 33. Efecto del compost y biol sobre el incremento del número de hojas de la planta de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.) durante su ciclo vegetativo .....      | 76 |
| Figura 34. Efecto del compost y biol sobre el diámetro del tallo de la planta de espinaca ( <i>Spinacia oleracea</i> L.) .....  | 77 |
| Figura 35. Efecto del compost y biol sobre el incremento del diámetro del tallo de la planta de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L.). durante su ciclo biológico .....   | 78 |
| Figura 36. Efecto del compost y biol sobre el área foliar de la planta de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L) a los 23 y 43 días .....                                   | 78 |
| Figura 37. Efecto del compost y biol sobre el incremento del área foliar de la planta de espinaca ( <i>S. oleracea</i> L) durante su ciclo vegetativo .....           | 79 |

## Índice de anexos

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1. Determinación de ceniza .....  | 95  |
| Anexo 1.1. Descripción de la fórmula para la determinación de ceniza.....   | 96  |
| Anexo 2. Determinación de grasa .....   | 97  |
| Anexo 2.1. Procedimiento para determinar grasa .....  | 98  |
| Anexo 3. Determinación de fibra .....   | 99  |
| Anexo 3.1. Procedimiento para la determinación de fibra .....   | 100 |
| Anexo 3.2. Descripción de la fórmula para la determinación de fibra .....   | 101 |
| Anexo 4. Análisis estadístico para altura de planta (cm) en el cultivo <i>B. vulgaris</i> (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero .....                                       | 102 |
| Anexo 5. Análisis estadístico para número de hojas en el cultivo <i>B. vulgaris</i> (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero .....   | 102 |
| Anexo 6. Análisis estadístico para el diámetro de tallo (mm) en el cultivo <i>B. vulgaris</i> (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero .....                                   | 102 |
| Anexo 7. Análisis estadístico para área foliar (m <sup>2</sup> ) en el cultivo <i>B. vulgaris</i> (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero .....                               | 103 |
| Anexo 8. Análisis estadístico para altura de planta (cm) en el cultivo <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero .....          | 103 |
| Anexo 9. Análisis estadístico para número de hojas en el cultivo <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero .....                | 103 |
| Anexo 10. Análisis estadístico para el diámetro de follaje (mm) en el cultivo <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero .....   | 104 |
| Anexo 11. Análisis estadístico para área foliar (m <sup>2</sup> ) en el cultivo <i>B. campestris</i> var. <i>Pekinensis</i> (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero ..... | 104 |
| Anexo 12. Análisis estadístico para la altura de planta (cm) en el cultivo <i>S. oleracea</i> L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero .....                             | 104 |

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 13. Análisis estadístico para número de hojas en el cultivo <i>Spinacia oleracea</i> L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero .....         | 105 |
| Anexo 14. Análisis estadístico para el diámetro de tallo (mm) en el cultivo <i>S. oleracea</i> L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero .....     | 105 |
| Anexo 15. Análisis estadístico para área foliar (m <sup>2</sup> ) en el cultivo <i>S. oleracea</i> L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero ..... | 105 |

## Capítulo I

### 1. Introducción

La producción de hortalizas en el mundo, en el período comprendido entre 1980 al 2005, creció de 324 millones a 881 millones de toneladas, lo que representa una tasa promedio de incremento anual del 4,1 %, que se debió principalmente al aumento de la producción en China, donde creció a un ritmo del 8,6 % anual. La producción de este país representa casi el 50 % de la producción mundial; por lo tanto otros países, como los de la Unión Europea (UE) tuvieron una tasa de crecimiento muy escasa, por ejemplo Francia con 0,6 % anual, mientras que África, América Central y el Caribe y Rusia tuvieron un incremento moderado del 3 % por año (Ferratto y Mondino, 2009).

La producción de hortalizas en América, se realiza en casi todo su territorio debido a la diversidad de climas que posee, sin embargo la producción comercial que abastece a los principales centros urbanos de consumo se localiza en determinadas regiones. Éstas se han desarrollado por condiciones agroecológicas apropiadas para cada especie hortícola y sobre la base de ventajas competitivas comerciales obtenidas a partir de su cercanía al mercado, infraestructura, tecnología disponible y la presencia de productores con conocimientos sobre la producción de estos cultivos (Fernández, 2012).

La seguridad alimentaria en Ecuador es un tema preocupante, ya que gran parte de la población padece desnutrición crónica, anemia, deficiencia de micronutrientes, o sobrepeso y obesidad, debido a que la dieta tradicional y los hábitos alimenticios en todas las regiones del país dependen del consumo de alimentos ricos en carbohidratos. Ante este panorama el gobierno de Ecuador ha creado instancias para mejorar la seguridad alimentaria, además el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) lleva adelante el Programa Aliméntate Ecuador (AE) que busca contribuir en la construcción de las bases socioeconómicas y culturales para el ejercicio de los derechos de alimentación de la población ecuatoriana siendo su campo de acción el de la seguridad alimentaria (FAO, 2005).

Mosquera (2010), menciona que la constitución del Ecuador, aprobada en Montecristi en el 2008, dispone entre los derechos del buen vivir, el acceso a la seguridad y soberanía alimentaria que “constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado el garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente”. Además, “el sumak kawsay prohíbe el uso de contaminantes orgánicos persistentes, altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos y las tecnologías, con agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas”.

Garza y Velázquez (2008), refieren que la utilización de invernaderos o casas sombra representa una alternativa de producción y una oportunidad de comercialización de los productos cultivados bajo estos sistemas ya que, además de ofrecer protección contra las condiciones adversas del clima a los cultivos le dan una mejor calidad y mayores rendimientos a la producción. La agricultura protegida, por tanto, es una de las actividades que dentro del sector primario tiene un auge muy importante, llegando a ser detonante en la economía de los países y en la economía de los agricultores que están inmersos en esta actividad. Además los sistemas modernos de agricultura tienen una importancia ecológica ya que permiten un uso racional del agua y, por la protección que ofrecen, reducen en gran medida la utilización de pesticidas tóxicos que dañan el ambiente, los mantos acuíferos y la salud humana.

Para Caldari Júnior (2007), un invernadero es una estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro del cual es posible controlar los factores como luz, ya que es un factor imprescindible para llevar adelante una serie de procesos fisiológicos en las plantas, siendo el más importante de todos la fotosíntesis; sin embargo, cabe acotar el control de la radiación ultravioleta con el uso de plásticos con filtro UV. La temperatura, que influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas, y el microclima que debe ser el más próximo a las condiciones biológicas ideales para la especie a cultivar, el manejo del invernadero se presenta como el factor determinante del éxito del agro negocio.

Sin descuidar las condiciones del suelo, al cual se lo enmienda para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo en cuestión y/o en el caso de emplear bandejas para el crecimiento y desarrollo de hortalizas, estas contendrán sustratos enriquecidos con abonos orgánicos y/o ferti-irrigación complementaria.

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, según Mosquera (2010), es cada vez más frecuente por dos razones: el abono que se produce es de buena calidad y costo bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado.

El empleo de materia orgánica en sistema de producción en pequeños espacios, está en dependencia de la fertilidad del suelo, constituida entre el 50 y 70 % por diferentes mezclas de origen animal y vegetal (compost, gallinaza, humus de lombriz, biol, y otros), al cual se adicionará del 15 al 20 % de cascarilla de arroz, cascarilla de café, aserrín, turba u otros. Además, la fertilidad del sustrato y el suelo se puede mantener de la siguiente forma: aplicación de enmiendas orgánicas y prácticas fitotécnicas. Las enmiendas orgánicas se realizan adicionando materia orgánica cada dos o tres cosechas, fraccionada las dosis, hasta que se alcance como mínimo 10 Kg/m<sup>2</sup> al año (Lazo *et al.*, 1999; Ricaurte, 2008).

Brechelt (2008), aporta que el compost se puede usar en todos los cultivos y en cualquier etapa, porque la liberación de nutrientes es paulatina por la transformación del compost en el suelo adaptándose a las necesidades de las plantas. Especialmente en tiempos de calor en que las plantas crecen más, pero también la transformación de la materia orgánica es más rápida y la entrega de los nutrientes se produce en cantidad suficiente a las raíces de los cultivos. No hay problemas de sobrefertilización o de una aplicación inadecuada para las plantas. En hortalizas y tubérculos se puede aplicar 4 a 8 toneladas de compost por hectárea; en el momento de la siembra o al trasplante, poniéndolo cerca de las semillas o las plántulas para fomentar el crecimiento de las raíces.

El biol es un excelente abono foliar que sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos como hortalizas, papa, maíz, trigo, haba y frutales (Mosquera, 2010).

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que los hogares ecuatorianos no siempre acceden a una oportunidad de seguridad alimentaria a través de la producción de hortalizas con uso de abonos orgánicos, por lo tanto cada uno debe tener acceso físico y económico a alimentos adecuados. Es por eso que la producción en pequeños espacios, organopónicos e invernaderos es una alternativa para la Amazonía ecuatoriana, con esto se fomentará la implementación de nuevas alternativas de nutrición y conocimientos en el área de transformación de alimentos innovadores como la producción de hortalizas, que enriquecen la dieta familiar y ofrece una alternativa innovadora al mercado, frente a la introducción de especies no tradicionales en la Amazonía (FAO, 2005).

En este contexto se propuso el presente trabajo de investigación, para establecer ensayos, que permitan identificar y cuantificar la producción mediante criterios científicos con el uso de abonos orgánicos en condiciones de pequeños espacios y a gran escala para especies de hortalizas como acelga (*Beta vulgaris*), col china (*Brassica campestris var. Pekinensis*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*).

En tal sentido el problema de la investigación está relacionado con el desarrollo de conocimiento sobre cómo influyen los abonos orgánicos en los parámetros morfológicos y los rendimientos en los cultivos de acelga, col china y espinaca en condiciones de invernadero dentro del contexto amazónico.

El presente trabajo se encuentra enmarcado en las líneas de investigación de la Universidad Estatal Amazónica, en la línea número 3 que corresponde a la Producción de Alimentos y Sistemas Agropecuarios. Sub línea A Agrotecnia y manejo integrado de los cultivos de interés regional.

## a. Objetivos

### Objetivo General

Determinar el efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de *Beta vulgaris* L.Var.Cicla, *Brassica campestris* var. *Pekinensis* y *Spinacia oleracea* L., bajo condiciones de invernadero en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica, Provincia de Napo.

### Objetivos Específicos

- Evaluar indicadores morfológicos de las tres especies hortícolas, en condiciones de invernadero con diferentes abonos orgánicos.
- Determinar el rendimiento biológico, producción, agrícola y el índice de cosecha para las especies objeto de estudio, en condiciones de invernadero con diferentes abonos orgánicos.
- Comprobar el efecto de dos abonos orgánicos a través de análisis bromatológico para las especies estudiadas.

## b. Hipótesis

Los abonos orgánicos influyen en el desarrollo de los cultivos *B. vulgaris* var. *Cicla*, *B. campestris* var. *Pekinensis* y *S. oleracea*, bajo condiciones de invernadero en el área de cultivo del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica.

## Capítulo II

### 2. Revisión de literatura

#### 2.1. Producción de hortalizas en el Ecuador, su distribución geográfica

El Ecuador Continental según la FAO (2012), se divide en tres regiones: Litoral o Costa, Sierra y Amazonía. La primera se caracteriza por tener climas: cálido seco y cálido húmedo, topografía relativamente plana excepto en la cercanía al pie de monte donde el relieve es irregular. La segunda posee climas: templado, frío, la presencia de algunos valles calientes, se establece a lo largo de la Cordillera Central de los Andes. La región Amazónica se caracteriza por tener clima cálido húmedo y una topografía relativamente plana. De las 2.600.000 hectáreas de superficie cultivada que tiene el país, 241.320 ha corresponden a la superficie hortofrutícola, de las cuales 123.070 ha a hortalizas y 118.250 a frutales.

El Ecuador dispone en sus tres regiones de condiciones ambientales favorables para el cultivo de una infinidad de especies vegetales que pueden ser consideradas como hortalizas. Al disponer de una ecología favorable, es obvio, que el cultivo o explotación de las hortalizas represente para el país un rubro de gran importancia en la estructura de la producción alimentaria constituyendo el cuarto grupo de alimentos por su alto contenido vitamínico y mineral (Altieri, 2008).

La horticultura ecuatoriana está concentrada básicamente en la Sierra, tanto por sus condiciones edáficas, climáticas y sociales, como por las técnicas y sistemas de producción aplicadas. En general la agricultura para los pequeños productores, tiene una tipología de carácter “doméstico”, por ser cultivos que se producen en la huerta, por la utilización de mano de obra familiar, mientras que en la Amazonía, son pocos los habitantes que realizan cultivos de hortalizas en pequeños espacios y en condiciones controladas de producción (Ramírez, 2012).

Plantea Suquilanda (2014), que en los últimos años la agricultura orgánica ha tomado gran importancia a nivel mundial, por el interés de la gente en consumir

alimentos sanos y saludables. En el Ecuador este tipo de agricultura va teniendo una gran acogida entre los productores que la ven como una fuente rentable de ingresos.

## **2.2. Valoración de la producción hortícola en el Ecuador, su importancia para la salud humana**

El valor total de la hortifruticultura en el Ecuador se estima en los 310 millones de dólares; de los cuales 188 millones corresponden a hortalizas y 122 millones a frutales. El 53% de la valoración de hortalizas está cubierto por tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*), cebolla colorada (*Allium cepa L.*), cebolla y en rama (*Allium fistulosum*) y el maíz suave choclo (*Zea mays*) (FAO, 2012).

Ocampo (2010), indica que los vegetales representan una fuente de subsistencia nutritiva para el ser humano, son útiles en la reconstrucción de tejidos, producción de energía y regulación de las funciones corporales. Desde el punto de vista alimenticio, las hortalizas se consideran importantes para la dieta del ser humano por ser una fuente de vitaminas, minerales, carbohidratos y fibra; sustancias vegetales indispensables para el desarrollo normal del individuo, sostenimiento de vida y prevención de muchas enfermedades. El consumo recomendado es de tres a cinco raciones al día, es decir; un mínimo de 400 gramos diarios. Junto con las frutas, son las principales fuentes dietéticas de vitamina C y de provitamina A.

Menciona Pérez (2014), que las hortalizas son muy importantes en la regulación de la acción del sistema nervioso y para elevar la resistencia del organismo a determinadas enfermedades, contribuyen al mejoramiento del sabor de las comidas, al aumento de la secreción de las glándulas digestivas y con todo ello al mejoramiento de la digestión, eliminando del organismo las sustancias no digeribles sin que estas no se detengan más de lo necesario.

Arguiñano (2014), expone que las hortalizas son ricas en potasio y reducen la retención de líquidos, propia de los alimentos ricos en sodio. Además al consumir hortalizas se previene la hipertensión y la hinchazón de vientre. Añade también que las hortalizas son alimentos que carecen de grasas y son

pobres en calorías, por lo que ayudan a mantener el peso y combatir la obesidad. El resultado menos colesterol y triglicéridos y por lo tanto menos patologías cardiovasculares.

Dentro de las hortalizas la acelga (*B. vulgaris*), la col china (*B. campestris var. Pekinensis*) y la espinaca (*S. oleracea*), son de gran importancia para la alimentación humana, normalmente se las consume cocidas, aderezadas o acompañando carnes y pescados. También se los utiliza en la industria de las conservas y congelados. En algunos lugares se las consume como laxantes y digestivos, además poseen un alto contenido en vitaminas A y C; y la espinaca un buen nivel de hierro (Jorge, 2014).

### **2.3. Acelga (*B. vulgaris*)**

#### **2.3.1. Aspectos generales, taxonómico, botánicos y fisiológicos para las especies *B. vulgaris***

El centro de origen de *B. vulgaris*, según Vavilov et al., 1951; Ramírez (2009), es en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias, Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a. c., y ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo.

Según la taxonomía de esta especie Nuez (2010), menciona que proviene del Reino Plantae, división *Magnoliophyta*, subclase *Caryophyllidae*, de orden *Caryophyllales*, pertenece a la familia *Chenopodiaceae*, del género *Beta*, y especie *vulgaris*, su nombre común acelga, y su nombre científico es *Beta vulgaris*.

En cuanto a la descripción botánica y características fisiológicas de la acelga, plantea Palacios (2013), que es una planta herbácea anual, bienal o perenne. Es alógama con autocompatibilidad parcial, de raíz engrosada, tallo ramificado y acostilado, con hojas basales en roseta, ovado-cordadas a rómbico-cuneadas y hojas caulinares rómbicas, peciolo suculentos, flores en panícula cimosa axilares o terminales. Se multiplica por semilla en regiones templadas y frías.

Se cultiva por sus pecíolos y hojas que se consumen, en función de la parte que se quiera consumir el estado fenológico de recolección será diferente. Si se pretende aprovechar las hojas enteras, se dejará desarrollar la hoja hasta un porte medio o pequeño. Si solo, se quiere aprovechar el peciolo o pella, se dejara que la planta desarrolle ampliamente las hojas (Sánchez, 2013).

Gebhardt et al., 1988; Matthews (2004), manifiestan que las flores son verdes, hermafroditas y agrupadas usualmente de a tres en glómérulos. Debido a autoesterilidad motivada por incompatibilidad polínica, la polinización es principalmente cruzada y anemófila. Con posterioridad al proceso de fertilización, se forma un fruto agregado o múltiple, denominado utrículo, que corresponde a 2 o 3 aquenios uniseminados que permanecen unidos al perianto.

### **2.3.2. Condiciones climáticas para desarrollo de plántulas de *B. vulgaris***

Obando (2010), menciona que es importante tener en cuenta el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La FAO (2011), plantea que en el desarrollo vegetativo requiere una temperatura óptima entre 15 a 25 °C, soporta una temperatura mínima de 6 °C y una máxima de 33 °C. En la germinación necesita una temperatura óptima entre 18 y 22 °C, considerando como factores limitantes una mínima de 5 °C y máxima de 35 °C. No requiere alta intensidad de luz, pero en lo que se refiere al fotoperiodo la acelga florece en días con 12 horas de luz en adelante.

Por otra parte Sábada (2010), informa que *B. vulgaris* requiere una humedad relativa entre el 60 – 80%.

En caso de que la humedad del invernadero se encuentre por debajo del 60% y la temperatura sea elevada, se pueden aplicar riegos más continuos así como también regar los pisos para que, al evaporarse el agua, aumente la humedad relativa Caiza (2011).

### 2.3.3. Aspectos agronómicos a tener en cuenta en pequeños espacios para el cultivo de *B. vulgaris*

La siembra y plantación, según Cuerda (2013), para el cultivo de acelga se realiza en forma directa, colocando de 2 a 3 semillas por golpe, distantes 0,35 cm sobre líneas espaciadas de 0,4 a 0,5 m ya sea en piloneras o en surco sencillo o doble. En invernadero es común germinar las semillas en semilleros, repicando las plantas cuando tienen cuatro o cinco hojas. De esta forma se tarda entre 8 a 10 días en nacer la semilla de acelga. Los marcos más empleados son de 7 plantas por metro cuadrado.

Mirabal, *et al.*, (2009), plantea que la estructura del terreno o sustrato, es un factor de gran importancia para el desarrollo del sistema radicular, ya que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes, de este modo actúa como organizador de la fertilidad.

Según Martínez (2009), el tamaño y la forma de la semilla son determinantes en la profundidad de siembra, así la acelga posee semilla grande y permite el que se siembre a una profundidad entre 5 mm y 20 mm.

Para la eliminación de plantas indeseables, según GEA (2011), durante los primeros estadios de la planta es común dar labores de escarificación manual al suelo, cuando las plantas se han desarrollado esta operación se sustituye por una escarda manual para que se mantenga el suelo libre de malezas.

Alcázar (2010), señala que el aclareo o entresaque, se lo realiza cuando la siembra es directa en el suelo de cultivo, y cuando las plantas tienen 3 ó 4 hojas, se aclara cada golpe de siembra dejando una sola planta, las plantas que se eliminan se cortan con ayuda de una navaja o tijera pues si se arranca se puede desarraigar a la planta que queda en el suelo de cultivo.

En cuanto del riego, informa Sábada (2010), que la acelga es un cultivo bastante exigente en agua, no admitiendo periodos prolongados de escasez. La gran cantidad de superficie foliar del cultivo, hace necesaria la presencia continua de agua disponible para la planta. La necesidad es todavía mayor con

el desarrollo de las plantas, días antes de la recolección. García (2013), plantea que los métodos tradicionales de riego se caracterizan por grandes fluctuaciones en el contenido de humedad del suelo, ya que altas cantidades de agua se aplican a largos intervalos.

Vargas (2012), plantea que en un sistema protegido o en pequeños espacios de producción de hortalizas puede utilizarse el recurso agua con eficiencia, almacenar agua de lluvia recolectada por las canaletas del invernadero y ser aplicado como agua para riego y emplear además sistemas de riego localizado que favorecen la eficiencia de su uso.

#### **2.3.4. Fertilización en el cultivo de *B. vulgaris***

Plantea García (2012), que la acelga necesita suelos de textura media, como francos y franco arcillosos. Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación, con un pH óptimo entre 5,5 hasta 7,2.

El pH que se debe manejar para tener una excelente disponibilidad de nutrientes en el caso de la acelga esta entre 6,0 a 7,5 (Agromática, 2014).

#### **2.3.5. Compost**

Según Mosquera (2010), la importancia del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Además posibilitan el reciclaje de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos.

El compost según Merino (2012), no es más que la descomposición aeróbica (con la presencia de aire) de los desechos de origen vegetal y animal, en un ambiente húmedo y caliente. Este abono puede reforzarse mediante la adición de roca fosfórica, cal agrícola, cal dolomita y sulpomag. El proceso de descomposición de los materiales se acelera, cuando se inoculan con microorganismos eficientes, además tiene otras propiedades como: mejora la cantidad de materia orgánica del suelo y su estructura, incrementando la

retención de humedad y nutrientes, favoreciendo la actividad biológica del suelo.

Brechelt (2008), manifiesta que el compost puede suministrar todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, no tiene efectos negativos para los seres humanos, los animales ni el medio ambiente y es prácticamente imposible sobre dosificarlo. La preparación de compost es la mejor forma de aprovechar desechos orgánicos para convertirlos en abonos que también mejoran notablemente la estructura del suelo y así evita tanto la pérdida de los nutrientes por lixiviación como la erosión superficial del suelo.

También señala este autor para el caso del compost, en cultivo de hortalizas se pueden aplicar en diferentes formas y momentos: antes de la siembra, durante la preparación del suelo, para mezclarlo con la tierra y mejorar su estructura. En hortalizas y tubérculos se puede aplicar 4 a 8 toneladas de compost por hectárea; poniéndolo cerca de las semillas o las plántulas con el fin de fomentar el crecimiento de las raíces; mientras que durante el deshierbe, se distribuye junto a las plantas para impulsar su crecimiento.

Añade Cruz (2011), que en condiciones de invernadero la acelga constituye normalmente un cultivo secundario y a pesar de tratarse de un cultivo exigente en materia orgánica, es aconsejable aportar 2,5 – 3 kg/m<sup>2</sup> de estiércol para obtener el máximo rendimiento. Sus exigencias en cuanto a abonado las podemos calificar como medias, es un cultivo que a largo plazo conviene realizar una aplicación de abono, como compost, cada 40-50 días. El cual debe estar descompuesto, es decir, que haya pasado de 1 a 2 meses desde el desarrollo completo del compost.

Según Vargas (2012), el momento de la preparación del suelo es bueno para aportar e incorporar el abonado orgánico que será de 2,5 ó 3 kg/m<sup>2</sup> de estiércol o compost bien maduro.

Borrero (2006), menciona que la aplicación del compost al suelo se lo debe realizar una vez por año, pero si se tiene cantidades pequeñas conviene aplicar varias veces al año, es recomendable que la cantidad aplicada no sea menor de 6 toneladas por hectárea (más o menos 3 palas por metro cuadrado), las

cantidades dependen de los cultivos que se tienen, resulta conveniente incorporar el compost al momento de la preparación del suelo o de las camas de cultivo, pero se debe tener cuidado de no enterrarlo a más de 15 cm. También se puede aplicar la mitad del compost en el momento de la preparación del suelo y la otra mitad distribuirlo en los hoyos donde se planta o en las líneas donde se realiza la siembra. Además el requerimiento de compost debe ser de acuerdo a las exigencias del cultivo, teniendo la disponibilidad de compost y la fertilidad del suelo, se recomienda aplicar 9 t/ha.

Plantea Cuenca (2012), que la forma de aplicación del compost, junto con la arcilla presente en la tierra, conforman el llamado complejo arcilla húmico, imprescindible para evitar el arrastre y pérdida de los nutrientes mediante el agua de riego o fuertes lluvias. Además, este complejo arcillo húmico es el responsable de fijar o liberar nutrientes en el flujo de agua capilar.

El compost se debe incorporar a los 5 cm más superficiales, de lo demás se encarga el agua y los microorganismos, tomando en cuenta que el agregado debe ser de unos 3 o 4 kg/m<sup>2</sup> como enmienda y después aportar lo que se vaya necesitando (Agromática, 2014).

### **2.3.6. Biol**

El biol según INIAP (2008), es un líquido resultante no es más que el resultado de la descomposición de los residuos animales (larvas) y vegetales (rastros), etc., en ausencia de oxígeno, contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. Además plantea que es un biofertilizante de gran importancia y se puede aplicar tanto a hortalizas como a frutales y otros cultivos de interés agrícola, se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la localidad, y estos pueden variar. Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase, el costo de elaboración es bajo y mejora el vigor de los cultivos, además que prepara a las plantas desde sus primeros estadios a soportar con mayor eficacia el ataque de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.

Según Rojas (2010), plantea que el biol puede ser también el producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtiene por

medio de la filtración, además menciona que las funciones más importante del biol son: promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas en cuanto: actúa sobre el cuajado de frutos, el enraizamiento y la activación de semillas, además del biol puede ser aplicado en concentraciones del 10, 20 y 25 % diluido con agua. También se puede aplicar diferentes porcentaje es al suelo en forma de “drench” a razón de un litro de biol por cada 100 litros de agua de riego por gravedad, aspersión o goteo. Se puede aplicar a las semillas, embebiendo las mismas, en una solución de biol al 12,5 % por 20 minutos para semillas de cutícula suave y hasta 12 horas para las de cutícula gruesa.

Menciona Cevallos (2011), que al aplicar el biol en el follaje es para corregir deficiencias de elementos menores y en el caso de elementos mayores, N-P-K, es necesario recalcar que el abonamiento foliar solamente puede ser complementario y en ningún caso puede sustituir la fertilización al suelo; debido a que la dosis de aplicación por vía foliar son muy pequeños en relación a las exigencias del cultivo, este mecanismo de absorción tiene como principal entrada a los estomas presentes tanto en el haz como en el envés de las hojas, así como, a la cutícula que al dilatarse al momento de humedecerse produce espacios vacíos que permiten el ingreso de soluciones nutritiva.

Dorislida (2009), menciona que cuando la recolección se hace por hojas y el ciclo del cultivo es aproximadamente de 4 meses, el abonado puede programarse de la siguiente forma: Aplicar un abonado de fondo de 20 g/m<sup>2</sup> de abono complejo 15-15-15, después de plantar, regar diariamente durante una semana sin abono, durante las dos semanas siguientes, regar tres veces por semana, aportando en cada riego 0,10 g/m<sup>2</sup> de nitrógeno (N), 0,15 g/m de anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 0,10 g/m<sup>2</sup> de óxido de potasa (K<sub>2</sub>O), durante el mes siguiente, regar tres veces por semanas, aportando en cada riego 0,20 g/m<sup>2</sup> de nitrógeno (N), 0,15 g/m de anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 0,10 g/m<sup>2</sup> de óxido de potasa (K<sub>2</sub>O), al siguiente mes, regar tres veces por semana, aportando 0,30 g/m<sup>2</sup> de nitrógeno (N), 0,10 g/m<sup>2</sup> de óxido de potasa (K<sub>2</sub>O), posteriormente y hasta 15 días antes de finalizar el cultivo, regar tres veces por semana aplicando en cada riego 0,50 g/m<sup>2</sup> de nitrógeno (N).

Según Cuenca (2012), este cultivo requiere niveles de nitrógeno elevados desde que comienza el rápido crecimiento de la planta hasta el final del cultivo, si se recolecta sólo sus hojas, el ciclo de cultivo es de 5 meses, aportando entonces sobre 1,5 gramos de abono por metro cuadrado a la semana.

### **2.3.5. Cosecha y composición mineralógica del follaje de la especie de *B. vulgaris***

Lorente et al., 1998; Caiza (2011), reportan que para llevar a cabo la cosecha se debe tomar en cuenta el tiempo y la época de siembra, casi todas las especies tienen un ciclo de 3,5 a 4 meses después de la siembra, para ser cosechado. En acelga por ejemplo se puede cortar las hojas bien desarrolladas y vuelve a rebrotar. Las hojas deben medir aproximadamente 40 cm de largo y unos 20 cm de ancho, deben ser verde oscuro, brillantes y turgentes (FAO, 2011).

Agromática (2014), indica que la longitud de la hoja es visual al momento de la cosecha (25 cm), además se puede obtener una producción media de 15 kg/m<sup>2</sup>.

Según Argentina (2011), Cuando se recolecta las plantas enteras estas deben pesar entre 0,75 – 1 kg. además el rendimiento medio que puede lograrse son de 2 kg/m<sup>2</sup>. Estimativamente 10 metros de surco alcanzan para el consumo promedio que tiene 4 personas durante esta estación de cultivo.

Según Urbano (2012), el cultivo de acelga puede tener rendimiento de 2,8 a 5 kg/m<sup>2</sup>.

Rodríguez (2014), plantea el valor nutricional del cultivo de acelga en relación a 100 g de producto seco se reporta: agua 91,1 %, grasas 0,3 g, fibra 0,8 g, hierro 3,2 mg, calcio 88 mg y vitamina A y C entre 3 a 6,5g.

Caiza (2011), señala que la acelga son ricas en minerales como el hierro que ayuda a superar problemas de debilidad corporal por falta de hierro y resulta interesante en ciertas condiciones cuando se requiere un aporte extra de este

mineral. También el calcio es muy útil en la formación de los huesos y los dientes y muy necesarios en la prevención de la osteoporosis.

Además plantea el propio autor que las personas jóvenes deberían incluir este alimento habitualmente en su dieta para conseguir un crecimiento armonioso, al igual que las personas adultas que sirve para que sus huesos que no sean frágiles. El potasio establece el equilibrio hídrico del organismo, contrarrestando al sodio, etc.

Cevallos (2011), redacta que la acelga contiene yodo, que es un mineral indispensable para el buen funcionamiento de la glándula tiroidea, que produce las hormonas tiroideas. Éstas intervienen en numerosas funciones metabólicas, como el mantenimiento de la temperatura y del metabolismo corporal. Así mismo, el yodo es esencial en el crecimiento del feto y en el desarrollo de su cerebro.

## **2.4. B. campestris var. Pekinensis**

### **2.4.1. Origen, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas y ciclo biológico**

Hortach (2014), plantea que la col china es originaria de extremo Oriente, se cultivan en China desde hace muchos años, llegó a Japón a finales del siglo XIX y es muy consumida. En los últimos años se ha difundido por Europa. Su consumo se realiza en fresco en ensaladas y en guiso, aportando una gran cantidad de vitaminas a la dieta.

Sánchez (2001), menciona que la col china pertenece al Reino Plantae, División Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Brassicales, familia Cruciferae, género Brassica, especie *B. campestris*, como nombre común col china o repollo chino, y su nombre científico es *Brassica campestris var. pekinensis*.

En cuanto a la descripción botánica es una planta bianual, tiene un sistema radicular pivotante y corto desarrollo, alcanza una altura de 50 - 60 cm, con hojas verticales, alargadas e irregularmente dentadas, con nervaduras

marcadas. El limbo se prolonga hasta la base del pecíolo. El pecíolo es blanco y de color blanquecino. Forman cogollos bastante apretados (Sábada, 2010).

Para este cultivo de Col china, Nakamura (2009), describe un ciclo biológico en el que distingue las siguientes fases: crecimiento, incremento del máximo número de hojas, incremento del peso de las hojas, formación de cogollos, incremento del peso del cogollo y periodo de recolección.

El ciclo biológico o agronómico de la col china, se pueden clasificar en función de su precocidad en: variedades tempranas, se siembran en primavera o verano, estas cumplen su ciclo en menos de 70 días, variedades semitardías, se siembran a principios de verano o a principios de otoño, la recolección se lleva a cabo a partir de los 80 días y la variedades tardías, se siembran a finales de septiembre y se recolectan en invierno. Tienen una gran resistencia al frío y una floración precoz (Nakamura, 2009).

#### **2.4.2. Condiciones climáticas para desarrollo de plántulas de *B. campestris* var. *Pekinensis***

Según Saens (2011), la temperatura puede fluctuar para cada fase de desarrollo de este cultivo: en la fase de germinación la temperatura mínima es 15 °C la óptima oscila de 18 a 22 °C y la máxima 28 °C. En la fase de crecimiento vegetativo la mínima es 15 °C, la óptima en el rango de 18 a 22 °C y la máxima asciende a 30 °C, en la fase de floración y fructificación es de 10 °C como mínima, 11 a 12 °C óptima y como máxima de 15°C.

Esta planta se ve afectada por las bajas temperaturas, por debajo de los 8 °C. El óptimo de desarrollo de la col china está en 18 - 20 °C. La temperatura óptima para la formación de cogollos está entre los 15 - 16 °C (Ágora, 2013), además indica que la temperatura óptima de crecimiento que necesita este cultivo varía de 18 - 22 °C, señalando además que esta hortaliza es sensible al frío y las temperaturas inferiores a 12 °C, induciendo la floración prematura.

Una condición importante para el desarrollo de la cabeza es la buena iluminación de la planta durante todo su crecimiento, pues una carencia

originada por competencia con otras plantas (ubicadas a poca distancia) puede inhibir su normal desarrollo (Arias, 2012).

### **2.4.3. Aspectos agronómicos para el cultivo de *B. campestris* var. *Pekinensis***

La siembra para esta hortaliza se realiza en condiciones de semillero y su posterior trasplante, el cual se puede efectuar a los 20 - 25 días después de la siembra, cuando la planta tiene de 3 a 4 hojas verdaderas y una altura 12 a 16 cm. La densidad de plantación varía entre las 60.000 y 80.000 plantas/ha. El marco de plantación es de 0,50 x 0,30 m encima de 4 estaciones (Madaula et al., 1996).

Según Arias (2012), requiere de suelos bien preparados (suelos), de profundidad media (30 – 40 cm) y mezclada con buena cantidad de abonos (compost, humus de lombriz, biol, etc.). El suelo ideal sería aquel de textura media, que sea poroso y que retenga la humedad. Con un pH comprendido entre 6,5 y 7.

La aplicación de riego para este cultivo según Seymour (2011), requiere de abundante cantidad agua durante todo su cultivo, sin embargo, se debe tener cuidado con los excesos pues pueden ocasionar pudriciones, en especial durante el desarrollo de la cabeza.

El mismo autor afirma que se aplica el riego localizado es adecuado, dar un riego abundante 3 - 4 días antes de la plantación facilita el asentamiento de la planta, afirma que después de los 10 días es conveniente reducir los riegos con el fin de potenciar el crecimiento del sistema radical.

Alcázar (2010), acota que los riegos van a depender de las condiciones climáticas se recomienda realizar cada 2 a 3 días para mantener la humedad suficiente en el sustrato o también regar de 30 a 40 litros de agua diario por cama.

Se puede realizar el deshierbe en los primeros estadios del cultivo, para evitar las competencias, con el cultivo con ayuda de las manos, para evitar que las

malezas vuelvan a rebrotar, además se recomienda acumular tierra alrededor de las plantas para estimular su desarrollo (Arias, 2012).

#### **2.4.4. Cosecha y valor nutricional de *B. campestris* var. *Pekinensis***

Smith (2014), plantea que la col china es una rica fuente de vitamina A, con 3,128 UI (unidades internacionales), vitamina C, con 31,5 mg, vitamina K 31,8 mcg ácido fólico con un 46,2 mcg por porción.

La recolección se inicia de los 90 - 100 días del trasplante, se efectúa de forma manual, ayudándose de una hoz o herramienta similar. La recolección con hoz deja muchas hojas que deben eliminarse en el campo para facilitar el trabajo en almacén, debe hacerse de forma masiva para evitar que las plantas se suban a flor, no recolectándose las que presenten este defecto, los rendimientos de col china al aire libre pueden variar entre 35-50 t/ha. (Alcázar, 2010).

El valor nutricional de *Brassica campestris* var. *Pekinensis* en 100 g de producto fresco es: proteínas 1,2 g, grasa 0,8 g, hidrato de carbono de 3 g, fibras 0,6 g, cenizas 0,7 g, calcio 43 mg, fósforo 40 mg, hierro 0,6 mg y sodio 23 mg (Sánchez, 2001).

Reporta Aron (2014), que el cultivo de la col china tiene alto contenido de calcio y potasio, además de contener una gran variedad de nutrientes que incluye la vitamina K, la gran riqueza de potasio que posee y el bajo contenido de sodio, representa una formula magistral para obtener efectos antihipertensivos. Además contiene compuestos como indoles, glucosinolatos e isotiocianatos, las cuales ayudan a proteger contra las enfermedades crónicas.

Smith (2014), indica que este cultivo posee en el follaje vitaminas y minerales considerándose también un alimento bajo en calorías y rico en fibra, por lo que son adecuadas para dietas hipocalóricas.

## **2.5. *Spinacea oleracea* L.**

### **2.5.1. Generalidades, taxonomía, descripciones botánicas y morfológicas**

La espinaca fue introducida en Europa alrededor del año 1.000 procedente de Asia, probablemente de Irán, pero únicamente a partir del siglo XVIII se

difundió por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; y más tarde se introdujo a América (FAO, 2011).

Menciona Licata (2009), que las espinacas son plantas herbáceas anuales o perennes dioicas y con genotipos monoicos y autoalógamos de hasta 1 m de altura, lampiñas, con raíz fusiforme y blanquecina. Tallos simples o pocos ramificados. Sus hojas algo carnosas, las variedades con hojas caulinares alternas y más pequeñas que las variedades con hojas basales que son arrosetas, oblongas, sagitadas o triangular son hastadas y también lampiñas, de 15 - 30 cm de longitud. Flores verdosas, ovarios unilocular y uniovulados con 4 estilos apicales. Utrículo inerme o con 2 - 4 espinas, la semilla es orbicular, erguida y rodeada del pericarpio membranoso que puede ser liso o espinoso, característica de la cual deriva el nombre del género spinacia (spina = espina). Existen también semillas lisas correspondientes a las variedades o género inerme.

Según Romero (2003), reporta que la clasificación botánica asignada es: Reino Plantae, subdivisión es Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, subclase Caryophyllidae, orden Caryophyllales, familia Chenopodiaceae, genero Spinacia, y especie oleracea. El nombre común Espinaca, y su nombre científico es *Spinacea oleracea* L.

FAO (2011), acota que el cultivo de espinaca en su estado vegetativo se caracteriza por la producción de hojas, posteriormente pasa por una etapa de desarrollo de una roseta de hojas cuya duración es influenciada fundamentalmente por factores climáticos como la radiación solar, temperatura y el fotoperiodo, las hojas se disponen en formas más o menos erectas, alterna y pecioladas, de forma y consistencia muy variable, en función de las distintas características varietales. El estado reproductivo produce elongación del tallo y desarrollo de flores. Durante esta fase, se incrementa la biosíntesis de giberelinas y el tallo puede lograr una altura que puede variar entre 0,30 a 1 metro y sobre el cual se desarrollan las flores. Además la *S. oleracea*, requiere de días largos (con más de 12 horas de luz) y el crecimiento se acelera con temperaturas altas, superiores a 25 °C. También existen genotipos que con alta

radiación lumínica y temperaturas entre 15 y 25 °C desarrollan el tallo floral. Esto explica una gran variación entre variedades en cuanto a su respuesta al fotoperiodo. Se estima que la duración mínima es de 12 horas, por debajo de este valor se detiene rápidamente la inducción floral.

El cultivo de espinaca se puede clasificar en dos grandes grupos, según la adaptación que presentan a los distintos ciclos de cultivo: variedades de invierno y variedades de verano (Peel, 2007).

### **2.5.2. Condiciones climáticas para el cultivo de *S. oleracea***

Según Alcázar (2010), menciona que las espinacas que se han desarrollado a temperaturas muy bajas en un rango de 5 a 15 °C que corresponde con la media mensual, en días muy cortos, típicos de los meses invernales, florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en fotoperiodos cortos, pero con temperaturas más elevadas (15 – 26 °C). También las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida elevación, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos.

La espinaca orgánica es apetecible por su frescura; no tolera temperaturas elevadas y sequías; prefiere climas húmedos, el frío no la altera como a otras especies; gran parte de las variedades soportan bien las heladas. La falta de humedad ambiental y el calor intenso, hacen que la espinaca florezca con facilidad y se torne amarga (Hogares juveniles campesinos, 2010).

### **2.5.3. Aspectos agronómicos para el cultivo de *S. oleracea***

Esta hortaliza presenta una elevada sensibilidad al anegamiento, por lo tanto la primera labor de preparación del suelo luego de una remoción de la capa superficial, que tiene como objetivo controlar las zonas de encharcamiento, realizando una correcta nivelación del terreno. Posteriormente se debe efectuar una labor de rotura de capas compactadas, con subsolador o cincel, para permitir un adecuado drenaje. Para lograr que el suelo quede desmenuzado y mullido para la implantación o siembra del cultivo se pueden utilizar rastra de

disco de doble acción, vibro cultivador, arado rotativo y otros aperos (FAO, 2011).

La siembra se puede hacer directamente en el suelo, al voleo, en camas o en líneas separadas de 25 a 30 cm, la tierra se compacta un poco tras la siembra para evitar malas germinaciones. Se emplea de 2 a 3 g de semillas por metro cuadrado, éstas se distribuyen bien para evitar entresaques posteriores. La densidad de plantación con plántulas pregerminadas en semillero ha sido 22 plantas/m<sup>2</sup> en un marco de 15 x 30 (Barriza, 2008).

Los riegos pueden ser regulares, este cultivo requiere de un suelo permanentemente húmedo, de ser posible, pero sin excesos, lo cual obliga a riegos regulares en dosis reducidas. Si el suelo es arcilloso, se favorece la conservación de humedad, y aunque la espinaca es de ciclo corto, es necesario regar bajo evaluaciones constantes (Barriza, 2008). El control de malezas, se debe realizar periódicamente para evitar la competencia entre malezas y hortalizas por luz, agua, nutrientes y espacio.

Menciona Licata (2009), que el terreno para condiciones controladas debe ser fértil, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno, del que la espinaca es muy exigente. No debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua. En suelos ácidos con pH inferior a 6,5 se desarrolla mal, suelos con pH ligeramente alcalino produce el enrojecimiento del pecíolo y con pH muy alcalino la espinaca es susceptible a la clorosis. Además se indica que el cultivo de la espinaca prefiere suelos pesados y arcillosos, ricos en humus, compost, biol y que guarden bien la humedad. Se adapta bien a cualquier tipo de suelo, siempre y cuando no le falte humus y humedad. La parcela de la espinaca debe estar expuesta a los rayos del sol durante todo el año.

#### **2.5.4. Abonadura y fertilización**

Señala Merino (2012), que se abona con materia orgánica bien descompuesta, hay que incorporarla un par de semanas antes de la siembra. Los abonos foliares con purín de consuelda, de ortiga, o con suero de leche, estimula el desarrollo foliar produciendo espinaca de gran calidad nutricional.

FAO (2014), manifiesta que la extracción de nutrientes varía mucho en función del ciclo de cultivo, variedad, marco de siembra, etc. La forma general la fertilización se debe realizarse de acuerdo a la siguiente proporción: N-P-K 3-1-3. La producción óptima se da entre 15 y 20 Tn/ha. Además, plantea que aplicación del compost en cultivos de espinaca es de 3 – 4 kg/m<sup>2</sup>, pero se debe labrar ligeramente hasta 5 cm.

#### **2.5.5. Cosecha y valor nutricional de *S. oleracea***

Las hojas deben tener un largo de 10 a 20 cm y ancho de ±10 cm. El color de las hojas y pecíolos debe ser verde brillante, deben estar con un aspecto fresco, turgentes y sin daño físico (FAO, 2011).

Clemente (2008), plantea que la recolección se inicia en las variedades precoces a los 40 - 50 días tras la siembra y a los 60 días después de la siembra con raíz incluida; oscilando las producciones óptimas entre 15 y 20 Tn/ha.

La recolección nunca se realizará después de un riego, ya que las hojas se ponen turgentes y son más susceptibles de romperse. Puede efectuarse de dos formas principalmente: manual o mecanizada. La recolección manual consiste en cortar las hojas más desarrolladas de la espinaca, dando aproximadamente 5 ó 6 pasadas a un cultivo. Si se pretende comercializar plantas enteras, se corta cada planta por debajo de la roseta de hojas a 1 cm bajo tierra, en este caso se dará solo una pasada.

El rendimiento depende de la tasa de crecimiento y del desarrollo de las hojas, ambos son influenciados por el genotipo, la temperatura, la intensidad de la luz y el fotoperiodo (FAO, 2011).

El valor nutricional depende de la composición mineralógica en su follaje y esta puede ser: grasa 0,30 g, sodio 69 mg, carbohidratos 0,61 g, fibra 2,58 g, azúcares de 0,47, proteínas 2,63 g, además de ser rica en vitaminas A y B12 y hierro (Merino, 2012)

## CAPITULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización y duración del experimento

La investigación se realizó, en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica, de la Universidad Estatal Amazónica, localizada en el km 44 vía Puyo - Tena, cuya ubicación geográfica es de 01° 14' 4,105" de latitud sur y 77° 53' 4,27" de longitud oeste, a una altura de 584 msnm.

#### 3.2. Condiciones meteorológicas

El clima del territorio se clasifica como tropical húmedo (Holdridge 1979), con precipitaciones que oscilan desde 4000 a 5000 mm.año<sup>-1</sup>. La temperatura promedio es 24°C a alturas que van de 443 a 1137 msnm.

Para medir las variables meteorológicas dentro del invernadero, se utilizó un termohigrómetro y se obtuvo los valores de temperatura media (°C) y humedad relativa en (%) en tres momentos: nueve am, doce del día y tres de la tarde.

#### 3.3. Materiales y Equipos

##### 3.3.1. Físicos

Como materiales físicos para el experimento se utilizó: machete, azadón, pala, rastrillo, manguera, tanque reservorio, termohigrómetro, calibrador pie de rey, regla, flexometro, bomba de mochila, lonas, cuchillo, bandejas de plásticos, papel periódico, papel aluminio, vaso de vidrio de 600 y 1000 ml, desecador, guantes, crisoles de porcelana, embudo de 100 mm, fiola de 500 ml, pisetas de plástico de 500 ml, probeta de 500 ml, matraz aforado de 500 ml, placa Petri, tubos de ensayos, pipeta, éter de petróleo, muestras secas del follaje, papel filtro, tijera.

##### 3.3.2. Biológicos (Material experimental)

Para la investigación se utilizó, semillas de hortalizas: acelga, col china y espinaca, compost y biofertilizante para el caso Biol.

### 3.3.3. Equipos

Motocultor, balanza analítica, hornillas eléctricas, estufa, extractor de gases o sorbona (modelo Cex 120), molino triturador, soxhlet, mascarilla.

### 3.4. Experimentos y metodología experimental para la siembra de *B. vulgaris*, *B. campestris* y *S. oleracea* en condiciones de invernadero

#### 3.4.1. Consideraciones generales de la investigación

Se establecieron los experimentos en condiciones de invernadero con dimensiones de 7 m de ancho por 18 m de largo, se realizó la preparación de suelo, utilizando un motocultor, una vez desmenuzado el suelo se construyeron los canteros de madera (Figura 1).



Figura 1. Preparación del terreno y construcción de canteros.

Se realizó la nivelación del suelo en los canteros y la división de las parcelas experimentales, utilizando caña guadua típica de la Amazonía. Los ensayos se establecieron en un área total de 70,84 m<sup>2</sup>, con un largo de cantero de 15,40 m, y un ancho de 1,20 m por réplica para un total de tres, separadas por un pasillo de 0,50 m de ancho entre cada replica. Las parcelas midieron 1,20 m de

ancho por 2,20 m de largo, con un área total de 2,64 m<sup>2</sup> por parcela. Se construyó una zanja de drenaje en el área externa del invernadero (Figura 2).



Figura 2. División de parcelas y detalle de la construcción de la zanja de drenaje

### 3.4.2. Riego

En el exterior del invernadero, se ubicó un tanque reservorio de 1000 galones de agua, para la aplicación de riego y mantener la humedad adecuada durante el ciclo vegetativo de las especies en estudio, el riego se realizó manualmente, con regadera de 10 litros, en cada tratamientos se aplicó 30 litros por parcelas, en un total de 21 parcelas, efectuando el riego tres veces al día según la necesidad del cultivo (Figura 3).



Figura 3. Riego manual de las parcelas experimentales

### 3.5. Diseño Experimental

Se realizaron tres experimentos, uno para cada especie hortícola en estudio bajo condiciones de invernadero, dispuestos con un diseño experimental de bloques al azar, con tres tratamientos y tres réplicas (Tabla 1), con diferentes fechas de siembra y cosecha para cada cultivo:

1. **Acelga:** con un ciclo vegetativo de 59 días y una distancia de siembra de 0,45 m de largo por 0,25 m de ancho, (Alcázar, 2010).
2. **Col china:** ciclo vegetativo de 51 días, a una distancia de siembra de 0,30 m de largo por 0,35 m de ancho (Accri, 2011).
3. **Espinaca:** con un total de 43 días del transplante a la cosecha, y una distancia de siembra de 0,45 m de largo por 0,25 m de ancho, según Hogares juveniles campesinos (2010).

Tabla 1. Esquema del diseño de bloque al azar

|             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| T1<br>(A+C) | T2<br>(A+B) | T3<br>(A+T) |
| T3<br>(A+T) | T1<br>(A+C) | T2<br>(A+B) |
| T2<br>(A+B) | T3<br>(A+T) | T1<br>(A+C) |

T. Tratamientos; (A+C) Acelga más compost; (A+B) Acelga más biol; (A+T) Acelga más testigo

#### 3.5.1. Tratamientos por especies

En la tabla 2 se detallan los tratamientos estudiados para las tres especies en estudio: *B. vulgaris*, *B. campestris var. Pekinensis* y *S. oleracea L.*

Tabla 2. Tratamientos utilizados en la investigación.

| <i>Beta vulgaris</i> , <i>Brassica campestris var. Pekinensis</i> y <i>Spinacia oleracea L.</i> |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Tratamientos  | Descripción                       |
| T1 (A+C)  | 50 % de compost más 50 % de suelo |
| T2 (A+B)  | Biol diluido al 50% con agua      |
| T3 (A+T)  | Testigo absoluto                  |

### 3.5.2. Siembra

Antes de la siembra de las semillas de las tres especies hortícolas, se realizó un riego manual hasta mantener la humedad adecuada para cada uno de los canteros donde se las ubicó (Figura 4). Además se realizó el tratamiento pregerminativo de inhibición de agua por 24 horas.



Figura 4. Riego manual, antes de la siembra.

A continuación se realizó la siembra de las semillas manualmente en condiciones de invernadero, utilizando un total de 20 semillas para espinaca y acelga, según distancia de siembra y 21 para col china; dispuestas a una profundidad de siembra de 2 a 3 mm y se cubrió con una fina capa de suelo según las recomendaciones de Martínez (2009), (Figura 5).



Figura 5. Pregerminación y siembra en sitio definitivo

### **3.5.3. Forma y dosis de aplicación de compost y biol en condiciones experimentales**

#### **3.5.3.1. Compost como abono orgánico**

Se realizó la aplicación del compost con una dosis de 50 kg para el área total de 70,84 m<sup>2</sup> antes de la siembra, para cada especie hortícola se aplicó una dosis de 0,2268 kg de compost alrededor de cada planta de forma manual, que totaliza 4,60 Kg por cada tratamiento, mezclándolo con el suelo. A continuación se ejecutó una labor de escarificación para la incorporación de los dos preparados.

#### **3.5.3.2. Aplicación del biol como biofertilizante**

El biol se aplicó a los 25 días después de la siembra, con una proporción de 10 %, se utilizó 2 litros de biol en 18 litros de agua para un total de 20 litros aplicados a los tres cultivos, una bomba de mochila manual para cubrir un área total de 23,76 m<sup>2</sup>, donde se aplicó 0,84 l/m<sup>2</sup> del producto por replica, sobre la superficie del suelo, y cerca de la raíz de cada planta según (Rojas, 2010), en el área de aquellas semillas que no germinaron, no se aplicó la dosis.

Se realizaron las labores culturales para estas especies según el instructivo técnico de hortalizas en condiciones de pequeños espacios (Baginsky, 2013).

### **3.6. Evaluaciones y observaciones en el desarrollo de la investigación**

La evaluación de los parámetros morfológicos se realizó después de la germinación de la semilla a intervalos de 10 días, para cada especie, realizando las siguientes determinaciones:

**3.6.1. Porcentaje de germinación:** se realizó el conteo de números de semillas germinadas en cada parcela, y se calculó el porcentaje de germinación proporcional a cien (INIAP, 2010).

**3.6.2. Altura (cm):** Una vez que la planta emitió las cuatro hojas verdaderas se procedió a medir en centímetros con una cinta métrica como instrumento de precisión  $\pm 1$ mm desde la base de inserción hasta el punto de crecimiento más alto de la hoja de la planta, (Figura 6).



Figura 6. Medición de altura de para cada especie hortícola.

**3.6.3. Diámetro de tallo (mm):** se utilizó un calibrador pie de rey para registrar el diámetro del tallo directamente, (Figura 7).



Figura 7. Medición del diámetro de tallo

**3.6.4. Número de hojas:** Se registró el número de hojas por el método de conteo a partir de la formación de las hojas verdaderas, (Figura 8).



Figura 8. Conteo de hojas

**3.6.5. Largo y ancho de hojas:** Se midió el largo y el ancho de hojas utilizando una regla graduada en (cm), (Figura 9).



Figura 9. Medición del largo y ancho de hojas.

**3.6.6. Parámetros de rendimiento:** se registró el peso de la masa verde al momento de la cosecha y el peso de la masa seca una vez expuesta a 65° C, por 48 horas, a continuación se incrementó la temperatura a 105°C por otro período de 48 horas, tiempo en el que se registró nuevamente el peso. Una vez estabilizado el peso de los tallos, hojas y raíces en gramos para una planta en cada una de las especies hortícolas estudiadas, se calculó el rendimiento

biológico: que no es más que la sumatoria de los pesos secos de las raíces, tallos y hojas a través de la fórmula:

$$R_b = \Sigma PSH + PSR + PST$$

R<sub>b</sub>- Rendimiento biológico

PSH- Peso seco de las hojas

PSR- peso seco de la raíz.

PST- Peso seco del tallo.

El rendimiento de producción por parcelas: se determinó registrando el peso seco de las hojas en Kg y el rendimiento agrícola por parcelas que corresponde al peso fresco del follaje en Kg/m<sup>2</sup>

### 3.7. Determinación de los minerales en el follaje de cada especie objeto de estudio

Para el muestreo se colectó el follaje de las especies en estudio, utilizando cuatro plantas para cada especie, luego se pesaron las plantas completas en una balanza analítica, y además se separaron y pesaron cada uno de los órgano de la plantas en forma individual. (Figura 10).



Figura 10. Balanza analítica utilizada en la investigación

Para el análisis se identificaron las muestras por separado y se colocaron sobre papel aluminio antes de proceder al secado en la estufa a una temperatura de 65 °C durante 48 horas (Figura 11), proceso en el que se realizaron diferentes pesajes, hasta alcanzar el peso constante de las muestras, seguidamente el material seco fue depositado bajo un desecador, realizando el pesado final correspondiente. Luego se trituraron y un molino hasta obtener un diámetro de partículas que pasen por un tamiz de 1 mm. Después de molidas, las muestras

se guardaron en fundas herméticas (tipo ziplock) hasta su posterior análisis, según la metodología de Yagodin, (1981).



Figura 11. Equipamientos utilizados en el secado del follaje

### 3.7.1. Determinación de humedad higroscópica, ceniza, grasas y fibras

Para determinar la humedad higroscópica, se utilizó el follaje de la muestra triturada de cada especie estudiada, se desecaron las muestras a una temperatura de 105 °C, hasta llegar a un peso constante.



Figura 12. Proceso de desecado y triturado de las muestras de hortalizas

### 3.7.2. Determinación de cenizas

El método utilizado para la determinación de ceniza fue de Weende, ver anexo 1, (Figura 13).

### Fórmula para el cálculo de ceniza

$$\%C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100$$

#### Donde

C = Contenido de ceniza en % de masa

m = Peso de crisol vacío, en g

m<sub>1</sub> = Peso de crisol más muestra en g

m<sub>2</sub> = Peso del crisol con la ceniza en g



Figura 13. Obtención de ceniza de las muestras

### 3.7.3. Determinación de grasa

En la determinación de grasa se aplicó el método de Soxhlet (2007), ver anexo 2, para realizar los cálculos correspondientes se utilizó la siguiente fórmula.

$$G = \frac{m_1 - m_2}{m} * 100$$

#### Donde

G = Contenido de grasa, en %

m<sub>1</sub> = Peso del balón + grasa extraída

m<sub>2</sub> = Peso del balón vacío

m = Peso de la muestra desengrasada

### 3.7.4. Determinación de fibra

Para la determinación de fibra se aplicó el método Weende (2007), para lo cual como reactivo se utilizó el ácido sulfúrico en una solución de 0,255 N, solución

0.313 N de hidróxido de sodio, Alcohol al 95 %, agua destilada y antiespumante. Una vez realizado el procedimiento en condiciones de laboratorio para la obtención de fibra, se realizó el cálculo por la fórmula:

$$F = \frac{m_1 - m_2}{m} * 100$$

**Donde**

F = Contenido de fibra en %

m<sub>1</sub> = Peso del crisol + muestra (estufa)

m<sub>2</sub> = Peso del crisol + muestra (mufla)

m = Peso de muestra desengrasada

### 3.8. Procesamiento estadístico

Se aplicó el análisis de varianza para las variables en estudio y con los parámetros que mostraron significación, se realizaron prueba de Tukey con diferentes niveles de significación (P>0,05; P< 0,01; P< 0,001). Para el análisis estadístico del número de hojas para las tres especies de hortalizas, fue necesario hacer la transformación de datos originales a través del cálculo de la  $\sqrt{x}$  para lograr los supuestos del análisis de varianza. Para el procesamiento estadísticos se utilizó el paquete estadístico SPSS ver. 22.

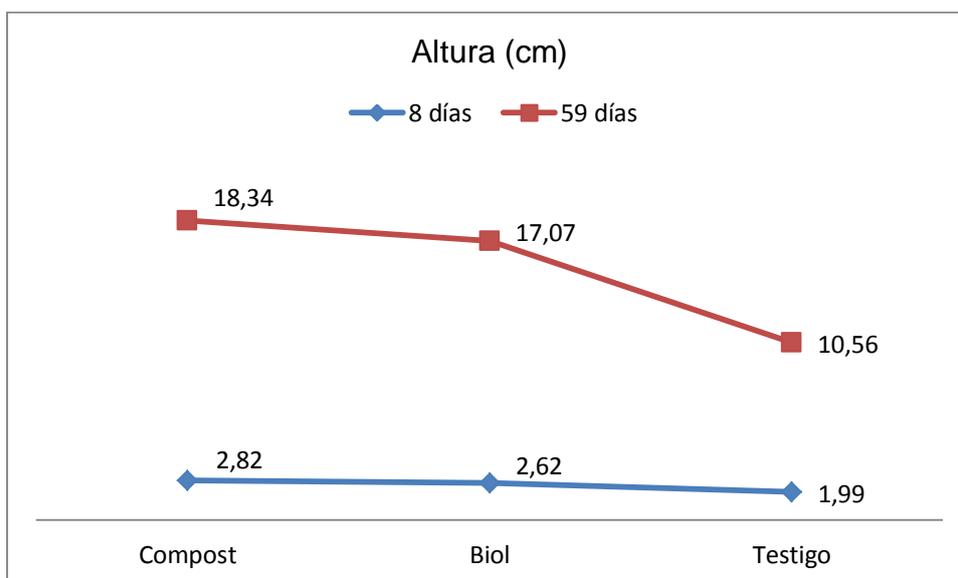
## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Efecto del compost y biol sobre el crecimiento del cultivo Acelga (*B. vulgaris*) bajo condiciones de invernadero

##### 4.1.1. Efecto sobre la altura de la planta

En la Figura 14 se observa que no existen diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), para la altura de las plantas de *B. vulgaris* en condiciones controladas a los 8 días de la germinación, mientras que a los 59 días, se presentó la mayor altura, en los tratamientos donde se utilizó el compost y biol, diferenciándose estadísticamente ( $P < 0,05$ ) con el testigo. (Anexo 1).



$\pm 0,08$   $P > 0,05$  a los 8 días y  $\pm 0,49$   $P < 0,05$  a los 59 días

Figura 14. Efecto del compost y biol sobre la altura de la planta de *Beta vulgaris* a los 8 y 59 días.

Se pudo comprobar que la altura promedio a los 8 días para los tres tratamientos osciló entre 2,82 y 1,99 cm de altura, esto pudo deberse a que en los primeros estadios de la planta, utilizó las reservas de la semilla para la emisión de la nueva plántula, no siendo aún efectiva la aplicación del compost y el biol. En cuanto la altura a los 59 días se pudo observar que los tratamientos donde las plantas tuvieron mayor altura fueron los tratamientos

con el compost, y biol lo que indica que las plantas a esa edad fueron capaces de utilizar los nutrientes del abono para su crecimiento, siendo este efectivo si se tiene en cuenta que las plantas más altas son mejores para la alimentación humana y animal.

En cuanto a la dinámica de crecimiento para esta especie se puede observar en la Figura 15, que los mejores tratamientos corresponden al compost y biol durante todo el ciclo vegetativo de la especie, con un incremento en altura de 15,52 cm, seguido del biol con 14,45 cm. El tratamiento con menor incremento en la altura fue el testigo con 8,57 cm.

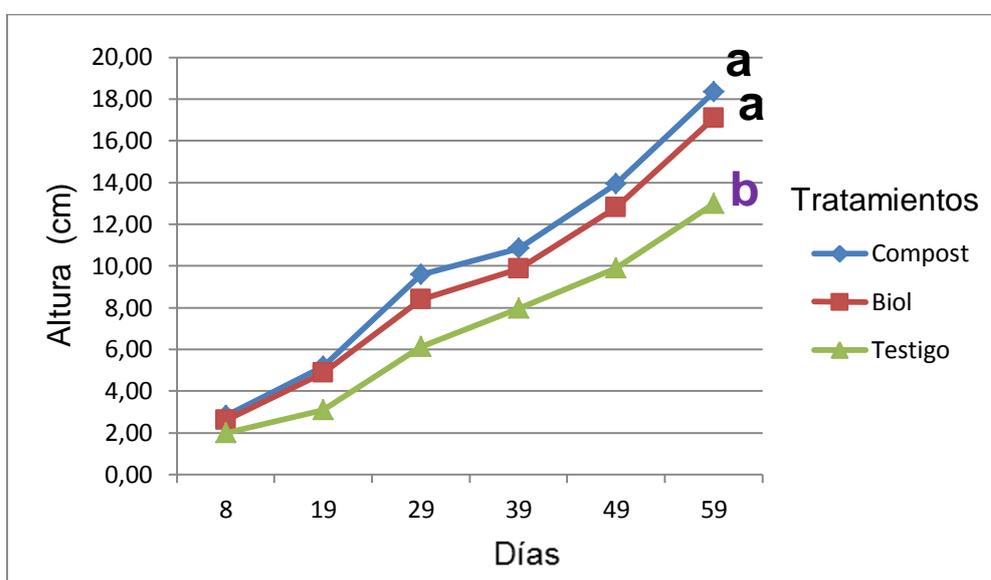


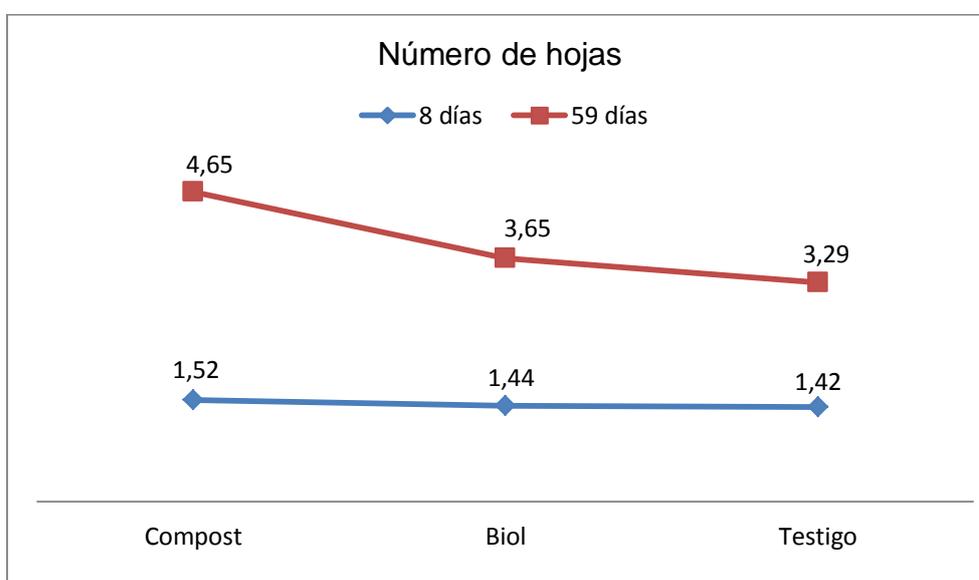
Figura 15. Efecto del compost y biol sobre el incremento de la altura de la planta de *B. vulgaris* durante su ciclo biológico.

Durante el primer período de crecimiento, es decir de los 8 hasta los 19 días después de la germinación, se observó un crecimiento lento de las plantas, que fue aumentando desde ese momento en forma ascendente según transcurrieron los días, lo que coincide con el criterio de Vásquez y Torres (2001), cuando explican que el crecimiento de las plantas es Sigmoideo.

Estos resultados coinciden también con lo planteado por Guayasamín (2013), que para especies hortícolas con la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus de lombriz y compost), mejora la disponibilidad de nutrientes para estas especies e inside en el desarrollo vegetativo obteniendo plántulas con mayor vigor.

#### 4.1.2. Efecto sobre el número de hojas de la planta

El número de hojas de las plantas no difiere estadísticamente ( $P>0,05$ ), para los tratamientos a los 8 días de la germinación y sí a los 59 días (Figura 16). En las plantas que recibieron compost y biol mostraron mayor número de hojas sin diferencias estadísticas entre ellos pero si con el testigo, es necesario indicar que se realizó una transformación a los datos originales para encontrar las diferencias entre tratamientos, lo cual indica que ya a los 59 días las plantas han utilizado los abonos orgánicos en función de su crecimiento y formación de nuevas hojas.



$\pm 0,01$   $P>0,05$  a los 59 días

Figura 16. Efecto del compost y biol sobre número de hojas de la planta de *B. vulgaris* a los 8 y 59 días.

En la Figura 17, se detallan la dinámica de crecimiento para la acelga desde los 8 hasta los 59 días después de la siembra, durante los 8 primeros días, se percibe un crecimiento lento y uniforme; sin embargo, a partir de los 19 y hasta los 55 días aproximadamente el crecimiento de las hojas es más rápido. Se apreció además que a partir de los 59 días las plantas alcanzaron promedios equitativos, en cuanto a este parámetro, destacándose como aquellos mejores tratamientos donde se utilizó el compost y el biol respectivamente con 14 hojas aproximadamente. El testigo fue el tratamiento que reportó el menor número de hojas (2).

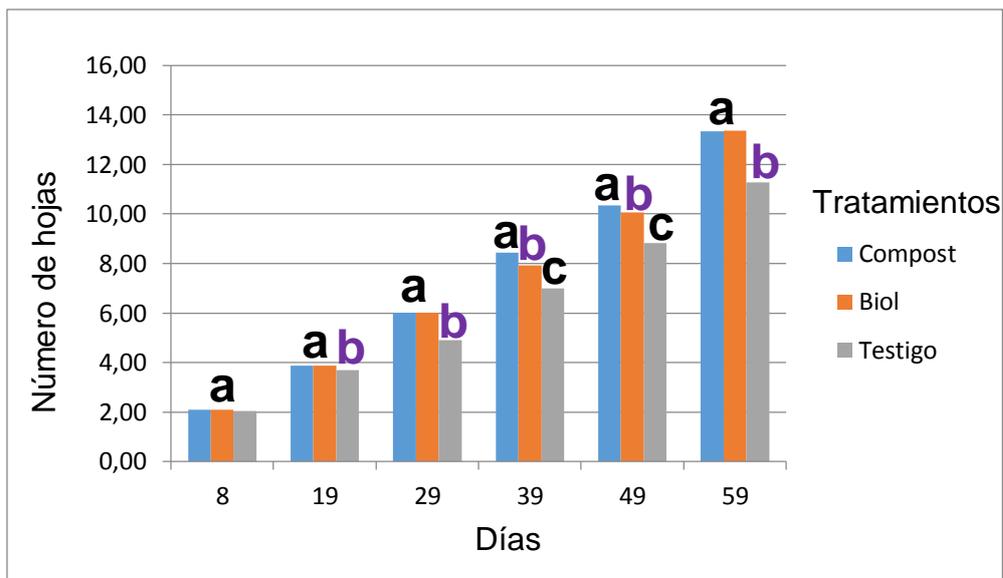


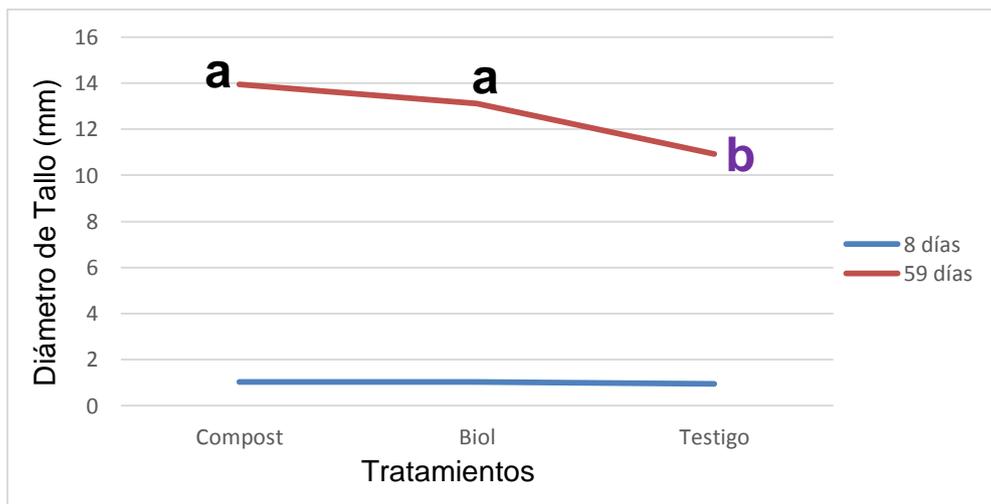
Figura 17. Efecto del compost y biol sobre el incremento del número de hojas de la planta de *B. vulgaris* durante su ciclo biológico.

Este indicador es muy importante tenerlo en cuenta para el cultivo de *B. vulgaris*, debido que las hojas son precisamente el producto agrícola y debe existir una proporción entre la altura de planta y el número de hojas en condiciones controladas, debido a que la planta se puede ahilar, pero el efecto de la aplicación de estos biofertilizantes, sugiere un equilibrio nutricional en el suelo, por la acción de los microorganismos como resultado del uso de la abonadura.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Martínez *et al.*, (1995) y Pastor, (2004), quienes sostienen que el uso de biofertilizantes puede favorecer la disponibilidad de diversos nutrientes y la producción de sustancias activadoras del crecimiento vegetal en determinados estados del desarrollo, estableciendo un equilibrio biológico en los suelos, capaz de potencializar la acción microbiana en la fijación simbiótica del nitrógeno, y la solubilización del fósforo que son elementos que intervienen en el desarrollo vegetativo.

#### 4.1.3. Efecto sobre el diámetro del tallo de las plantas

El diámetro del tallo de las plantas de *B. vulgaris* en condiciones de invernadero varía según los tratamientos (Figura 18).



$\pm 0,01 P < 0,05$  a los 8 días;  $\pm 0,16 P > 0,001$  a los 59 días

Figura 18. Efecto del compost y biol sobre el diámetro del tallo de la planta de *B. vulgaris* a los 8 y 59 días.

A los ocho días no se observaron diferencias entre los tratamientos diagramados en las figuras 18 y 19; sin embargo, el análisis estadístico reporta diferencias estadísticas para esta variable (Anexo 3). Con una tendencia similar en el comportamiento de esta especie hasta los 59 días, donde, existen diferencias altamente significativas ( $P > 0,001$ ) entre la aplicación de los dos biofertilizantes y el testigo, con una semejanza entre el compost y el biol para este parámetro cuyos valores oscilan, entre 13,13 - 13,95 mm respectivamente, mientras el testigo alcanzó un diámetro de 10,92 mm.

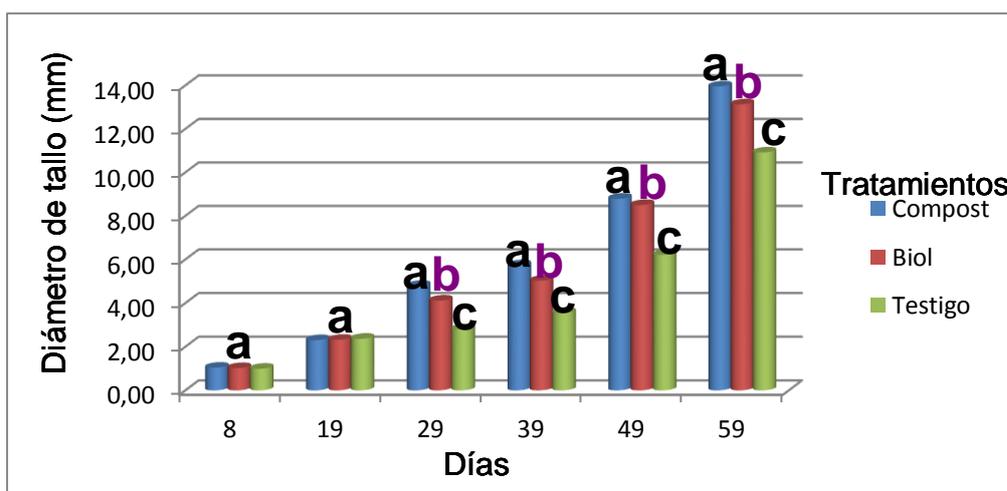


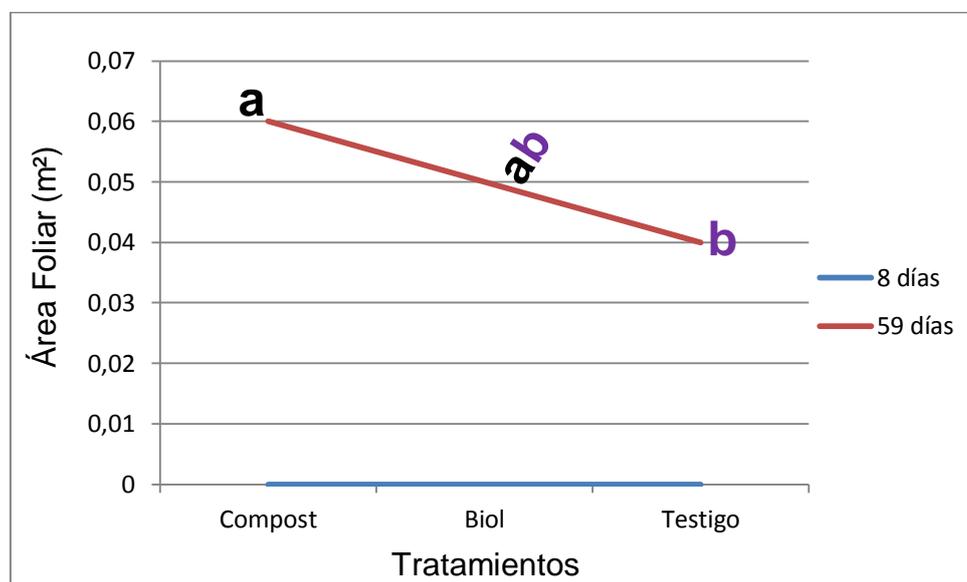
Figura 19. Efecto del compost y biol sobre el incremento del diámetro del tallo de la planta de *B. vulgaris* durante su ciclo biológico.

Se puede observar en la figura 19, que desde los 8 días hasta los 19 días, no existieron diferencias en cuanto al diámetro del tallo en los tratamientos estudiados, pero la diferenciación apareció a partir de los 29 días, valores que se incrementaron en forma proporcional hasta los 59 días. El testigo mantuvo un diámetro del tallo menor durante todo el ciclo del cultivo.

Dicho comportamiento se puede justificar si se tiene en cuenta que el momento de aplicación del biol que fue a los 25 días, favoreciendo la acción de los microorganismos del suelo, por la aplicación de compost, que fue incorporado antes de la siembra y mezclado con suelo, que pudo originar una activación fisiológica sobre esta especie y estimular el desarrollo del diámetro del tallo y el follaje (Rojas, 2010).

#### 4.1.4. Efecto sobre el área foliar (m<sup>2</sup>)

En la Figura 20 se observan los resultados en relación al área foliar de las plantas de *B. vulgaris* bajo condiciones de invernadero con respecto a los tratamientos estudiados, existiendo diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos.



$\pm 0 P < 0,05$  a los 8 días;  $\pm 0 P > 0,05$  a los 59 días

Figura 20. Efecto del compost y biol sobre el área foliar de *B. vulgaris* a los 8 y 59 días.

Los tratamientos suelo más compost y biol, no presentan diferencias entre ellos pero en el compost si existió diferenciación con el testigo para los 59 días

(Anexo 4), siendo el tratamiento que mostró una mayor área foliar (0,06 m<sup>2</sup>) frente al biol y el testigo.

Se puede observar en la Figura 21, que el comportamiento del área foliar para este cultivo según los tratamientos estudiados es similar a las otras variables en cuanto: altura, número de hojas y diámetro del tallo, existiendo una relación favorable entre ellas, dado que el follaje de este cultivo es el que se utiliza para la alimentación humana y animal, mientras más desarrollado sea, mayor es el rendimiento biológico, debido a la cantidad total de materia seca que la planta es capaz de acumular durante su desarrollo.

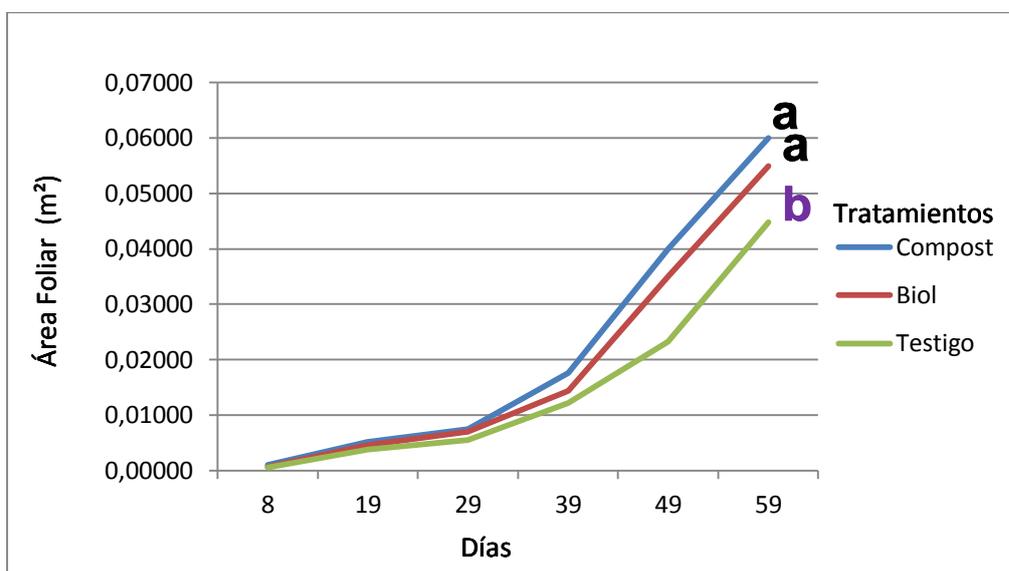


Figura 21. Efecto del compost y biol sobre el incremento del área foliar de la planta de *B. vulgaris* durante su ciclo biológico.

Se puede observar que el mejor comportamiento para el área foliar se encontró en la mezcla de compost más suelo hasta los 59 días. Para el caso del testigo es el tratamiento que reportó la menor área foliar, durante el ciclo del cultivo.

Este resultado puede deberse, a que durante los primeros estadíos del ciclo de cultivo, el desarrollo del área foliar estuvo influenciado por las condiciones climáticas y las características físico químicas del sustrato, que le permitieron desarrollar un adecuado sistema radical y preparar a la planta para su desarrollo foliar. Mirabal, *et al.*, (2009), plantea que la estructura del terreno o sustrato, es un factor de gran importancia para el desarrollo del sistema radicular, ya que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes, y de

este modo actúa como organizador de la fertilidad. Sánchez (2008), en cambio refiere que esta especie, dada sus características de ciclo corto, requiere una adecuada fertilización en cuanto a momento y forma, debido a que guarda una estrecha relación con los factores climáticos asociados con la intensidad luminosa y el tiempo efectivo de horas luz, el agua, la calidad del sustrato, el uso de compost y biol, teniendo factores que mejoran la productividad para esta hortaliza (Tejeiros, 2008).

#### 4.1.5. Efecto del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de acelga (*B. vulgaris*) cultivado bajo condiciones de invernadero

El porcentaje de materia seca en los diferentes órganos de la planta (raíz, tallo y hojas) fue mayor en el tratamiento con compost diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos, aunque no entre el compost y biol para las raíces (Tabla 3). En todos los casos el testigo presentó los menores porcentajes de materia seca. Estos resultados indican que las plantas de acelga aprovechan los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos para su desarrollo fisiológico, lo que determinó una mayor acumulación de materia seca en sus órganos.

Tabla 3. Influencia del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por tipo de órgano de la planta de acelga (*B. vulgaris*).

| Tratamientos | % Materia Seca de Hojas | % Materia Seca de Tallos | % Materia Seca de Raíces |
|--------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Compost      | 7,3 a                   | 4,97 a                   | 4,97a                    |
| Biol         | 4,84 b                  | 4,84 b                   | 4,84 a                   |
| Testigo      | 3,57 b                  | 2,86 c                   | 2,86 b                   |
| EE y Sign    | ±0,18 P>0,01            | ±0,16P<0,05              | ±0,16P<0,05              |

#### 4.1.6. Efecto del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la acelga (*B. vulgaris*) cultivada bajo condiciones de invernadero

Se puede observar en la (Tabla 4), que cuando se aplicaron abonos orgánicos las concentraciones de ceniza, grasa y fibra son superiores al testigo sin diferencias estadísticas entre los tratamientos con compost y biol y si entre estos y el testigo sin abono. Los porcentajes de grasa que se obtuvieron están dentro de los parámetros para esta especie según FAO, (2010), aunque con valores promedios superiores.

Tabla 4. Influencia del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la acelga (*B. vulgaris*).

| Tratamientos | Porcentaje de ceniza | Porcentaje de Grasa | Porcentaje de Fibra |
|--------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Compost      | 0,92a                | 0,63a               | 0,93a               |
| Biol         | 0,85a                | 0,58a               | 0,84a               |
| Testigo      | 0,6b                 | 0,43b               | 0,60b               |
| EE y Sign    | ±0,10P=0,001         | ±0,10P>0,001        | ±0,12P>0,001        |

Los porcentajes de ceniza, grasa y fibra pueden estar estrechamente relacionados con la especie, las condiciones climáticas en las cuales se desarrolló el cultivo y al contenido de humedad, presente en su follaje. Sin embargo, estos resultados difieren, si se compara con los estudios realizados por (Morales, 2005), para la especie *Plecthranthus amboinicus* L., que es de uso medicinal dada que la misma se comporta como una hortaliza, se demostró que a los 90 días de plantación puede alcanzar una humedad del diez % y un contenido de ceniza del 8,4 % lo que pone de manifiesto que la humedad difiere entre las distintas especies de plantas de hortalizas y medicinales.

En cuanto al contenido de ceniza, los valores obtenidos fueron de 0,92 a 0,60 % respectivamente esto se corresponden de forma general, con el porcentaje de muchos tejidos vegetales, los cuales pueden ser hasta de un diez por ciento. Las cenizas que quedan después de calcinar el tejido vegetal a 425 °C

están relacionadas positivamente por el contenido de K y N que la planta absorbe y acumula (Pedraza y Henao, 2008).

#### 4.1.7. Efecto del compost y biol sobre los rendimientos biológico, producción e Índice de cosecha del cultivo acelga (*B. vulgaris*) cultivada bajo condiciones de invernadero

El rendimiento biológico (Tabla 5), está dado por la cantidad total de materia seca que la planta es capaz de acumular durante su desarrollo fisiológico y significa la sumatoria de los valores de materia seca de los diferentes órganos de la planta (raíz, tallo y hojas). En el tratamiento con suelo más compost las plantas acumularon mayor cantidad de materia seca total con valores numéricos que duplican a los obtenidos en el testigo y con diferencia estadística para este indicador. Sin embargo no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos para el peso seco del órgano que constituye el producto agrícola de la planta, en este caso las hojas. Esto puede estar dado a un efecto compensatorio de la planta que otorga una mayor reserva a la elaboración de sustancias de lo que constituye su producto agrícola.

Tabla 5. Influencia del compost y biol sobre los rendimientos biológico, producción y índice de cosecha de la acelga (*B. vulgaris*).

| Tratamientos | Rendimiento biológico (g/planta) | Rendimiento producción (g/planta) | Índice de cosecha |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Compost      | 4,3 a                            | 1,7 a                             | 0,58 ab           |
| Biol         | 2,56 ab                          | 1,74 a                            | 0,68 a            |
| Testigo      | 1,76 b                           | 0,65 a                            | 0,38 b            |
| EE y Sign    | ±0,18P >0,05                     | ±0,11P >0,05                      | ±0,02P <0,05      |

Cuando analizamos el índice de cosecha, nos encontramos con un indicador que favorece al tratamiento con biol diferenciándose estadísticamente del testigo. El índice de cosecha nos expresa cuánto de la materia seca es capaz

de acumular la planta durante todo su ciclo biológico, y que corresponde al producto agrícola, es decir la relación entre producto agrícola y la producción total de materia seca formada por la planta. Puede observarse entonces que la aplicación de abonos orgánicos favorece este indicador, con índices de cosecha de 0,58 para el compost y 0,68 para el biol, y que fueron respectivamente superiores a los reportados por (Huerres, 2002).

#### 4.1.8. Efecto del compost y biol sobre el rendimiento agrícola del cultivo acelga (*B. vulgaris*) en condiciones de invernadero

La tabla 6 nos muestra que existe diferencia estadística para el rendimiento agrícola en los tratamientos compost, biol y testigo, siendo el de mayor el rendimiento del tratamiento con compost.

Tabla 6. Influencia del compost y biol sobre el rendimiento agrícola de la acelga (*B. vulgaris*) en condiciones de invernadero.

| Tratamientos | Rendimiento agrícola (kg/m <sup>2</sup> ) |
|--------------|---|
| Compost      | 1.645 a                                   |
| Biol         | 1.364 b                                   |
| Testigo      | 1.269 c                                   |
| EE y Sign    | ±24,04P<0,05                              |

Los valores de 1,645 kg/m<sup>2</sup> que se obtuvo con la aplicación de compost es aproximadamente de 300 gramos más por metro cuadrado que lo producido con el biol y 400 g/m<sup>2</sup> en relación al testigo, lo cual indica que la planta fue capaz de aprovechar los abonos orgánicos en función de su rendimiento. Estos resultados se corresponden con lo planteado por Huerres (2002), al reportar que el mayor rendimiento en acelga se alcanzó cuando se aplica de 2,5 – 3 kg/m<sup>2</sup> de estiércol o compost.

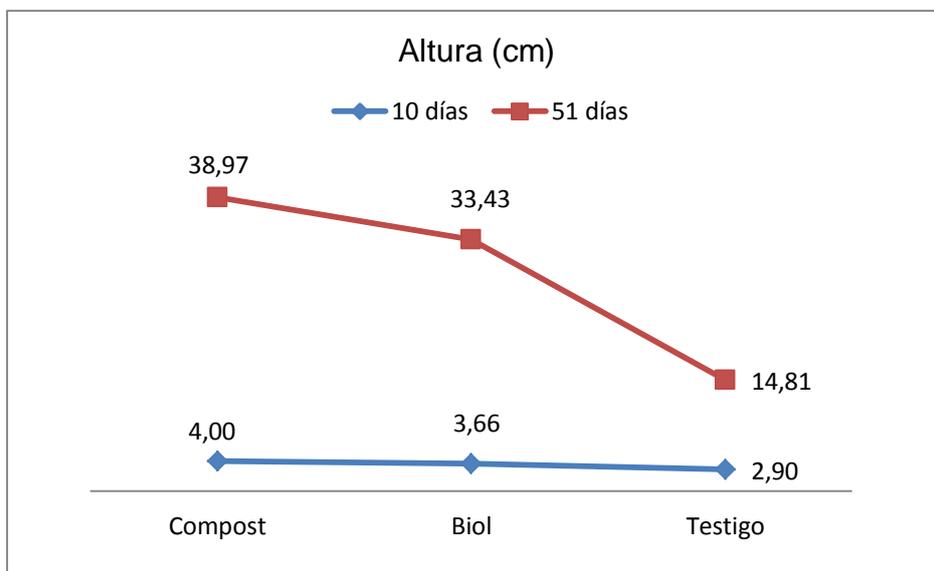
Agromática (2014), señala que conviene realizar una aplicación de abono, como compost, cada 40 - 50 días para obtener mayor rendimiento.

En todos los casos los rendimientos obtenidos son inferiores a los reportados por Fuentes y Saltos (2011), para las condiciones de Manabí, donde los rendimientos promedios en acelga superan los 2,73 kg/m<sup>2</sup>. Esto puede deberse a las condiciones de la Amazonía donde prevalecen los días nublados que afectan el proceso fotosintético de las plantas, aunque según FAO, (2011) ésta planta no requiere de alta intensidad luminosa.

## 4.2. Efecto del compost y biol sobre el cultivo de la col china (*B. campestris* var. *Pekinensis*) bajo condiciones de invernadero

### 4.2.1. Altura (cm) de plantas de *B. campestris* var. *Pekinensis*

En la Figura 22, se observan los resultados obtenidos para altura de planta en el cultivo de *B. campestris* var. *Pekinensis*, bajo condiciones de invernadero. A los 10 y 51 días se apreció que si existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre los tratamientos estudiados (Anexo 5), excepto para la combinación de suelo más compost y el biol, obteniéndose la mayor altura para el tratamiento de compost con valores de 38,97cm, seguido por el tratamiento que utilizó biol con 33,43 cm. La menor altura correspondió al testigo con una longitud de 14,81 cm.



$\pm 0,09$   $P < 0,05$  a los 10 días;  $\pm 1,44$   $P < 0,05$  a los 51 días

Figura 22. Efecto del compost y biol sobre la altura de la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* a los 10 y 51 días.

La curva de desarrollo del cultivo Figura 23, destaca para cada uno de los tratamientos la dinámica de crecimiento de estas especies desde los 10 hasta los 51 días después de la siembra. Durante los primeros 20 días, se percibe un crecimiento lento sin diferencia marcada entre los tratamientos estudiados; sin embargo, por sobre los 20 días se aprecia una diferenciación entre los tratamientos estudiados que va en aumento hasta los 51 días, registrándose una mayor altura en los tratamientos (S+C) y (B) respectivamente. El testigo alcanzó alturas promedios inferiores, asociadas a un menor desarrollo.

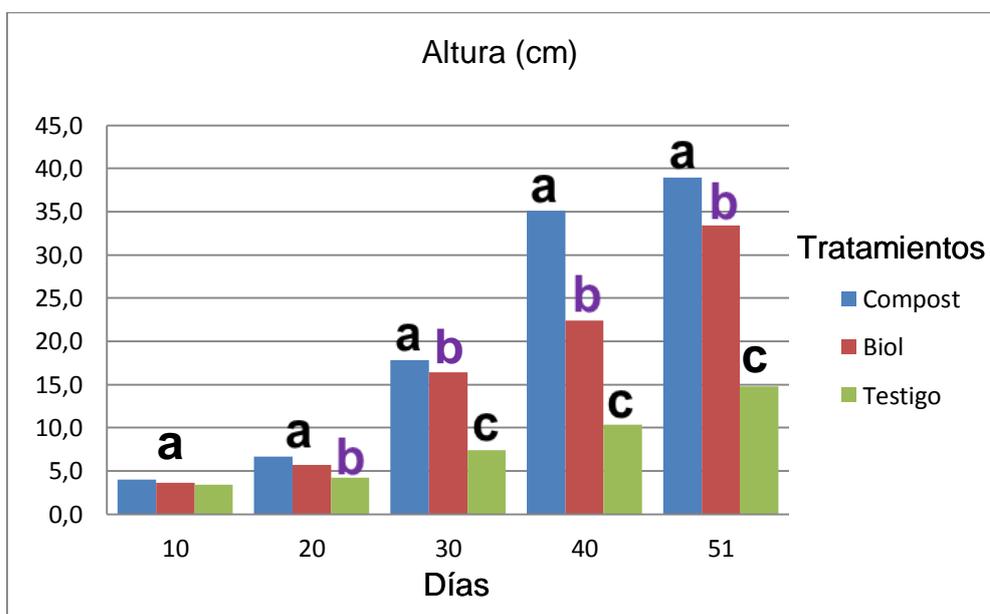


Figura 23. Efecto del compost y biol sobre el incremento de la altura de la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* durante su ciclo vegetativo.

Los resultados de altura y dinámica de crecimiento para *B. campestris* var. *Pekinensis*, pueden deberse a que el cultivo en ese momento para los tratamientos estudiados, llega a la fase lineal o rectilínea del desarrollo vegetativo, preparándose para la fase reproductiva, además que se puede encontrar, influenciados por la composición mineralógica del suelo y la mezcla con el compost, además de la aplicación de biol como biofertilizante a los 20 días, dada la capacidad de estos abonos orgánicos, de enriquecer el suelo con macro y microelementos preparando a esta hortaliza desde su primeros estadios, a un adecuado desarrollo de su follaje, en vista que el mismo es el producto agrícola y el que se comercializa y usa para la alimentación humana.

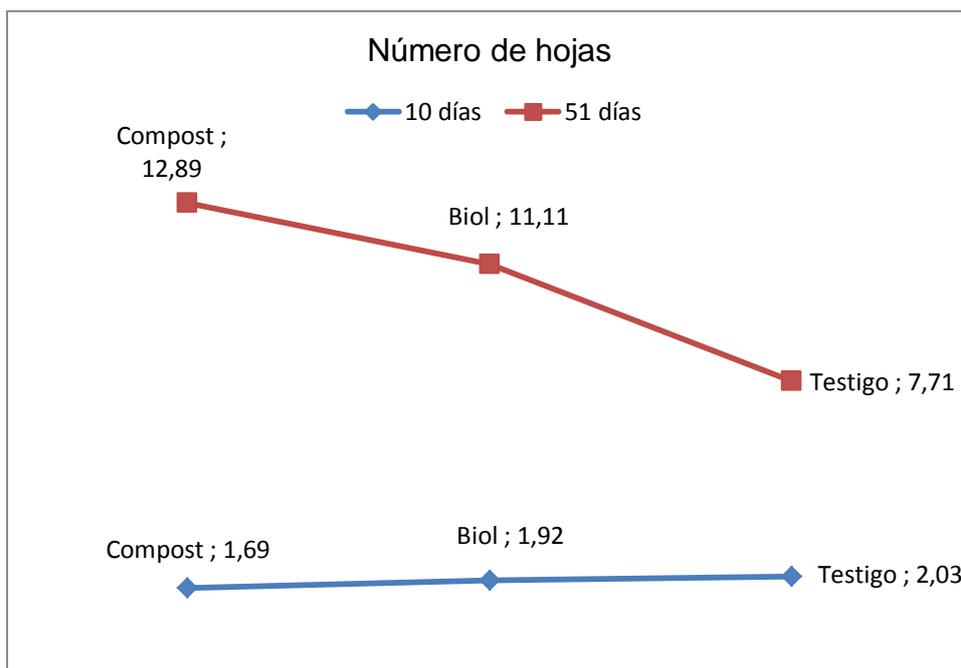
Sivori (2000), plantea que la fase denominada lineal o rectilínea de un cultivo se caracteriza por el aumento de longitud, volumen, peso y número de células de estructuras cilíndricas o filamentosas en las cuales las áreas meristemáticas se mantienen constantes en el tiempo, preparándose para la fase reproductiva.

Se demuestra la alta presencia de calcio (12,10 %) y magnesio (2,62 %) en el compost, lo pudiera estar asociado al alto contenido de estos elementos en el sustrato con 28,10 y 5,12 mg/100 g, respectivamente (Tabla 3). El comportamiento en la relación calcio magnesio es similar a las concentraciones del sustrato, lo que concuerda con lo expuesto por Vázquez y Torres (2001) quienes indican que el alto contenido de calcio puede estar dado por el pH del sustrato y puede favorecer la síntesis de la clorofila y el transporte de los azúcares por la membrana celular de la planta, contribuir al metabolismo del nitrógeno, la neutralización de ácidos orgánicos y la reducción de la permeabilidad celular. Le siguen N, K y P. En cuanto a los micronutrientes se pudo constatar mayor abundancia de B, Fe y Zn.

Estos resultados no corresponden con las investigaciones realizadas por Okwu y Josiah (2006), que demuestran la presencia en *Bryophyllum pinnatum* de dosis de 0,32 mg/100 g de calcio, 0,18 mg/100 g de fósforo, 5,38 mg/100 g de zinc y de 31,85 mg/100 g de hierro. Así como, la presencia de sodio en dosis de 0,02 mg/100 g, elemento que no se encontró en los análisis de ceniza realizado en la presente investigación.

#### **4.2.2. Efecto de los abonos orgánicos, sobre el número de hojas**

En la Figura 24, se observa el número de hojas verdaderas para el cultivo de *B. campestris* var. *Pekinensis*, hasta los 51 días. No existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), para este; en cambio a los 59 días, se detectó ( $P < 0,05$ ), una similitud para los tratamientos compost y biol con respecto al número de hojas, diferenciándose en el comportamiento del testigo (Anexos 6), y manteniendo la tendencia en cuanto a la variable.



$\pm 0,04 P > 0,05$  a los 10 días;  $\pm 0,07 P > 0,05$  a los 51 días

Figura 24. Efecto del compost y biol sobre el número de hojas de la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* a los 8 y 59 días.

En la Figura 25, se detalla la dinámica de crecimiento y formación de hojas verdaderas para acelga desde los 10 hasta los 51 días después de la siembra. Desde los 10 hasta los primeros 30 días, se percibe un crecimiento lento en cuanto a este parámetro, sin embargo a partir de los 32 días aproximadamente se comienza a observar una diferenciación en los tratamientos estudiados para esta variedad en condiciones controladas hasta los 51 días. Se apreció además a partir del día 41 y hasta la cosecha que las plantas alcanzaron promedios equitativos en cuanto a este parámetro, siendo los mejores tratamientos aquellos en los que se utilizó la mezcla (S+C) con 39 hojas aproximadamente, seguido del tratamiento donde se aplicó biol con 33 hojas. El testigo fue el tratamiento de menor rendimiento en cuanto a este parámetro.

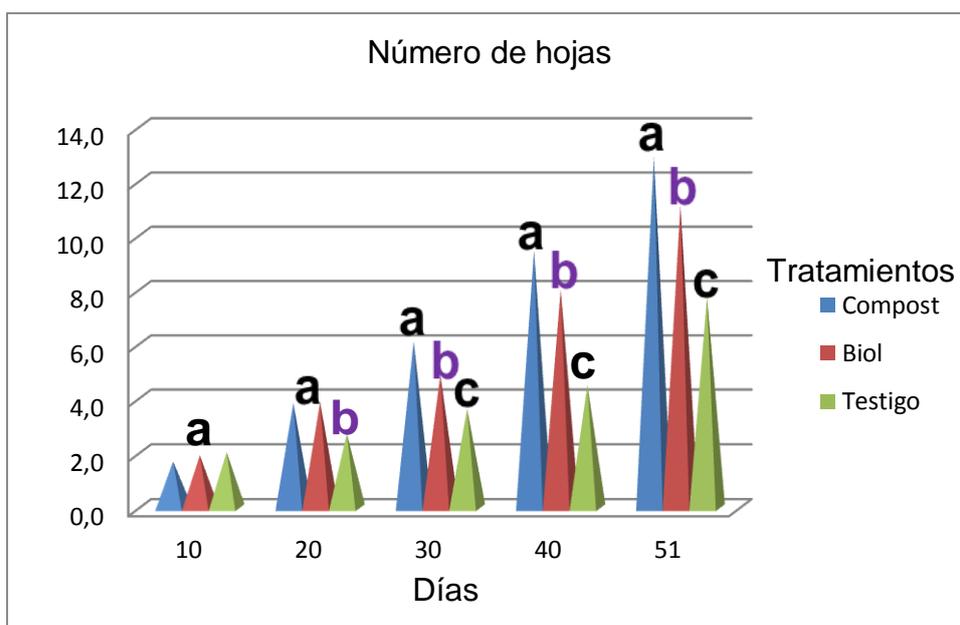


Figura 25. Efecto del compost y biol sobre el incremento del número de hojas de la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* durante su ciclo vegetativo.

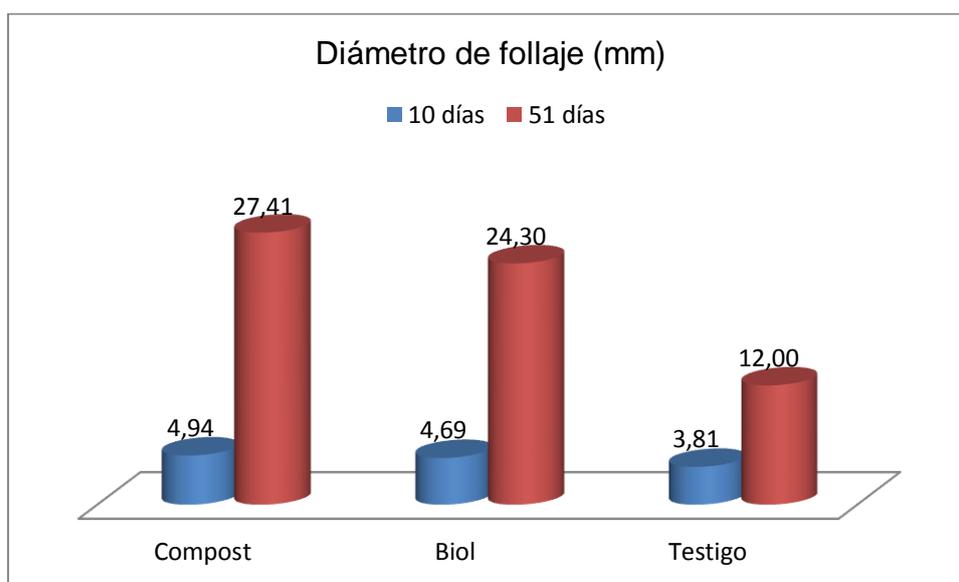
La formación y el incremento del número de hojas para este cultivo a partir de los 40 días no solo puede estar regulado por las sustancias minerales absorbidas por las raíces y por los hidratos de carbono sintetizados en el proceso de fotosíntesis por las hojas, sino también, por la calidad del sustrato en que se plantó esta variedad, el mismo posee un elevado contenido de materia orgánica (31,70%) que incidió favorablemente sobre la adecuada absorción de sustancias nutritivas, fitohormonas y minerales que favorecen el desarrollo de las plantas, así como el crecimiento y desarrollo del follaje de esta hortaliza.

Según Gonzáles (2002), en la materia orgánica presente en el compost se encuentran los compuestos necesarios para la vida del suelo como: nitrógeno total (1,95 - 2,2 %), fósforo (0,23 - 1,8 %) y potasio (1,07 - 1,5 %). Además protege al suelo de la erosión, aumenta su porosidad y la aireación, presenta ácidos húmicos y fúlvicos que por su estructura coloidal granular, mejoran las condiciones del suelo, con respecto a la estructura, retención de la humedad, absorción radicular, aumentó la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.

Es de destacar que diferentes autores plantean que las hortalizas por su ciclo biológico, se pueden adaptar muy bien a condiciones controladas y a pequeños espacios y dan muy buenas respuestas en cuanto al rendimiento, cuando se les aplica abonos orgánicos y biofertilizantes (Méndez *et al.*, 1992).

#### 4.2.3. Influencia del compost y el biol en el diámetro del follaje para el cultivo *B. campestris* var. *Pekinensis*, en condiciones de invernadero

En la Figura 26 se presenta el diámetro del follaje de la planta del cultivo de *B. campestris* var. *Pekinensis*. A los 10 días no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos estudiados. En cambio a los 51 días, si existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0,001$ ) obteniéndose una similitud entre los tratamientos con compost y biol con respecto a la variable diámetro del follaje, y diferenciándose del testigo, siendo este el que reportó el menor diámetro para este parámetro (Anexo 7).



$\pm 0,20$   $P > 0,05$  a los 10 días;  $\pm 0,57$   $P > 0,001$  a los 51 días

Figura 26. Efecto del compost y biol sobre el diámetro del follaje de la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* a los 8 y 59 días.

Se evidencia que el diámetro del follaje para este cultivo, posee un adecuado desarrollo para los tratamientos estudiados, observándose en la Figura 27, que de los 10 hasta los 20 días esta especie reportó una disminución en el diámetro del follaje, asociado probablemente con el incremento en cuanto a la altura. A

partir de los 25 días aproximadamente, comienza una diferenciación entre los tratamientos estudiados con respecto a este parámetro, que se magnifica hasta los 51 días, siendo el de mejor comportamiento el tratamiento donde se aplicó S+C, con un diámetro de 24,52 mm, mientras que el testigo se mantuvo muy por debajo en esta variable durante el ciclo del cultivo con 12,0 mm, de diámetro foliar.

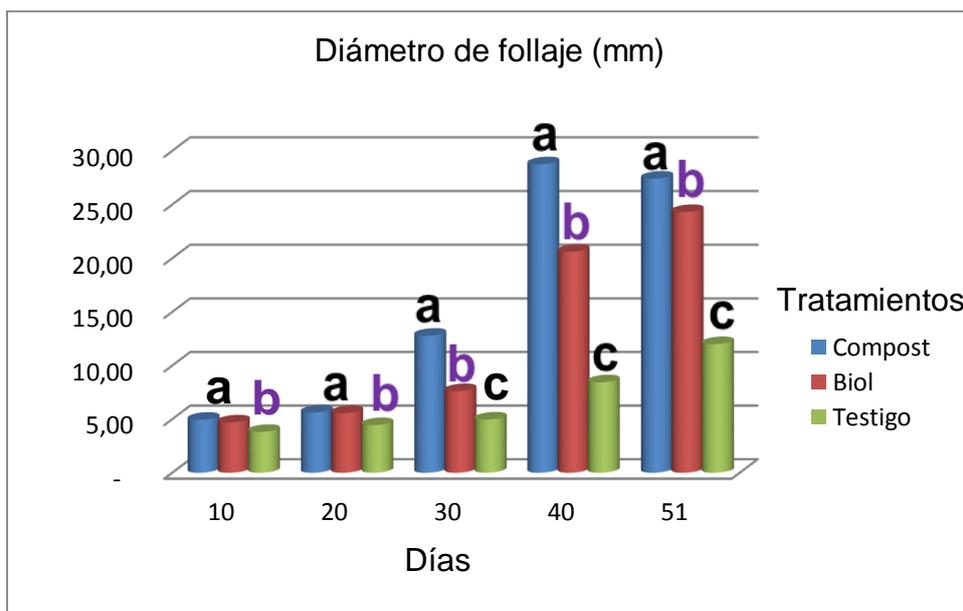
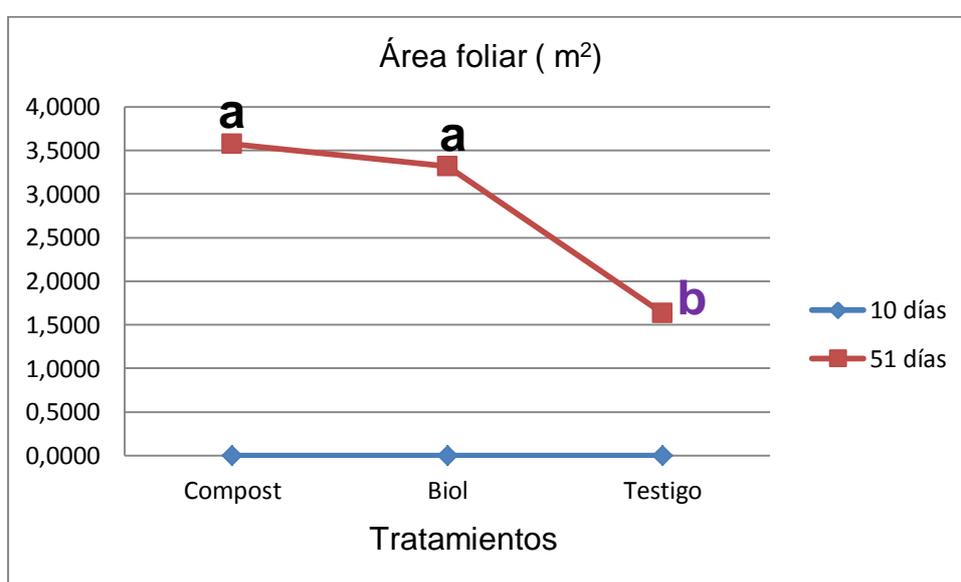


Figura 27. Efecto del compost y biol sobre el incremento del diámetro follaje de la planta de *B. campestris var. Pekinensis* durante su ciclo vegetativo.

Dicho comportamiento se puede justificar si se tiene en cuenta el momento de aplicación del biol que fue a los 25 días, lo que indica una adecuada incorporación de los nutrientes en el sustrato, y una eficiente absorción y asimilación por la planta, en la fotosíntesis, y su posterior traslado por el floema hasta el sistema radical, permitiendo buen anclaje y mayor desarrollo de sus raíces, al igual que la formación de repollo o parte aérea, con un balance adecuado entre la parte aérea, y la radicular por la mayor presencia de microorganismo cerca de la rizósfera. Coincidiendo esto, con lo planteado por Sivori (2000), y Jaramillo (2006), quienes señalan que con la presencia de microorganismos beneficiosos cerca de la rizósfera hay mayor desarrollo, en las hojas y el follaje en especies de hortalizas.

#### 4.2.4. Efecto sobre el área foliar de la planta

En relación al área foliar para el cultivo de *B. campestris* var. *Pekinensis* (Figura 28), se demuestra que no existe diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) a los 10 días para los tratamientos estudiados, si existiendo diferencias a los 51 días ( $P > 0,001$ ) observándose una similitud estadística entre los tratamientos con compost y biol en relación al área foliar, y demostrándose diferencias entre estos dos biofertilizantes frente al testigo, siendo éste el de menor desarrollo con relación a este parámetro (Anexo 8).



$\pm 0 P > 0,05$  a los 10 días;  $\pm 0,10 P > 0,001$

Figura 28. Efecto del compost y biol sobre el área foliar de la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* a los 10 y 51 días.

Se puede observar, que el comportamiento del área foliar para este cultivo según los tratamientos estudiados, es similar a las variables morfológicas estudiadas, existiendo relación entre ellas, dado que en este cultivo el repollo es el producto agrícola y mientras más desarrollado sea, mayor es el rendimiento biológico, debido a la cantidad total de materia seca que la planta es capaz de acumular durante su desarrollo. Se destaca también que el tratamiento de mejor comportamiento para el área foliar es la mezcla de compost más suelo hasta los 51 días con  $4,77 \text{ m}^2$ . El testigo es el de menor área foliar, con un diámetro de  $2,17 \text{ m}^2$ .

Este resultado puede deberse, (Figura 29), a que durante los primeros estadíos del cultivo hasta los 20 días las plantas se prepara para el desarrollo del follaje y formación del repollo, lo cual pudo estar favorecido por las condiciones climáticas y las características físico químicas del sustrato, que le permitieron formar un adecuado sistema radical e inducir a la planta para su desarrollo foliar y la formación del repollo, con una mayor área foliar para los tratamientos con compost y biol.

Estos resultados no difieren con lo planteado por Mirabal, *et al.*, (2010), con respecto que la estructura del terreno o sustrato, es un factor de gran importancia para el desarrollo del sistema radical, ya que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes, y que además actúa como organizador de la fertilidad. Sánchez (2003), refiere que esta especie, dada sus características de desarrollo, es una planta de ciclo corto y necesita un sustrato adecuado para el incremento del follaje.

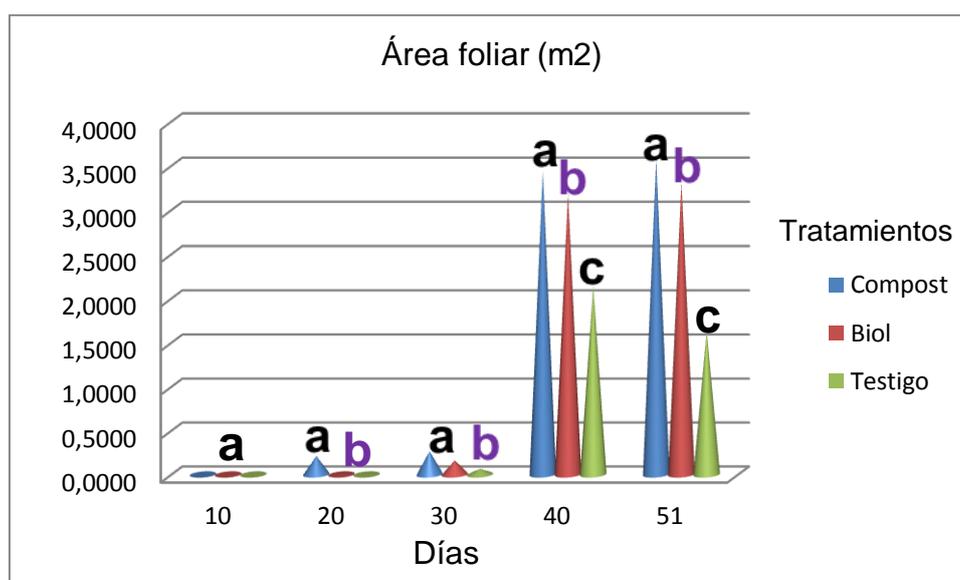


Figura 29. Efecto del compost y biol sobre el incremento del área foliar de la planta de *Brassica campestris* var. *Pekinensis* durante su ciclo vegetativo.

#### 4.2.5. Efecto del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* en condiciones de invernadero

Las hojas son los órganos que más materia seca acumulan en *B. campestris* var. *Pekinensis* (*Col china*) lo cual está dado por que son parte del repollo o producto agrícola de la planta y por no presentar un tallo visible como parte de

la morfología de la planta, sino que éste va junto con la envoltura foliar que constituye la parte del comestible vegetal (Tabla 7). Los tratamientos con abonos orgánicos muestran mayores porcentajes de materia seca en las hojas sin diferencia entre ellos pero sí con el testigo. De igual forma el porcentaje de materia seca en la raíz es mayor en el tratamiento de compost diferenciándose estadísticamente del testigo.

Tabla 7. Influencia del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta *B. campestris* var. *Pekinensis*.

| Tratamientos | % Materia Seca de | % Materia Seca |
|--------------|-------------------|----------------|
|              | Hojas             | de Raíces      |
| Compost      | 7,31a             | 5,68a          |
| Biol         | 6,27a             | 4,63ab         |
| Testigo      | 3,39b             | 1,82b          |
| EE y Sign    | ±0,39 P<0,05      | ± 0,30P<0,05   |

#### 4.2.6. Efecto del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la de *B. campestris* var. *Pekinensis* en condiciones de invernadero

Los tratamientos con compost y biol fueron los que reportaron mayores porcentajes de acumulación de ceniza, grasa y fibra por planta de *B. campestris* var. *Pekinensis* (Tabla 8), con diferencia estadística frente al testigo, lo que indica el efecto positivo de los abonos orgánicos sobre la constitución de la planta a través de una mayor disponibilidad de nutriente en el suelo.

Los resultados con relación al análisis foliar demuestran que es un indicador de la fertilidad del sustrato, pues se parte de la premisa de que la concentración del elemento en la planta es proporcional a la disponibilidad de nutrientes en el suelo y, por lo tanto, es un índice de fertilidad (Sims, 2011).

Tabla 8. Influencia del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la planta de *B. campestris* var. *Pekinensis*.

| Tratamientos     | Porcentaje de ceniza | Porcentaje de Grasa | Porcentaje de Fibra |
|------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Compost</b>   | 0,75a                | 0,68a               | 0,34a               |
| <b>Biol</b>      | 0,68ab               | 0,60a               | 0,22a               |
| <b>Testigo</b>   | 0,58b                | 0,52b               | 0,19b               |
| <b>EE y Sign</b> | ±0,41P<0,05          | ±0,07P>0,001        | ±0,13P=0,001        |

#### 4.2.7. Efecto del compost y biol sobre los rendimientos Biológico, producción e Índice de cosecha del cultivo *B. campestris* var. *Pekinensis* en condiciones de invernadero

En la (Tabla 9), se muestra exactamente el mismo comportamiento de los rendimientos biológico y económico para *B. campestris* var. *Pekinensis* en los tres tratamientos. En ambos casos las plantas que recibieron la mezcla de suelo más compost alcanzan mayor rendimiento diferenciándose estadísticamente del testigo y sin diferencias entre los tratamientos con el compost y el biol. Los índices de cosecha que se obtuvieron son muy buenos y superan el 0,9 en todos los casos, lo que indica que la planta dedica más del 90 % de sus reservas a la acumulación de materia seca en su cogollo y esto la convierte en una excelente productora de órganos comestibles.

Tabla 9. Influencia del compost y biol sobre los rendimientos biológico, económico y índice de cosecha de *B. campestris* var. *Pekinensis*.

| Tratamientos     | Rendimiento Biológico (g/planta) | Rendimiento Económico (g/planta) | Índice de Cosecha |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| <b>Compost</b>   | 8,1 a                            | 8,02 a                           | 0,99 a            |
| <b>Biol</b>      | 5,38 ab                          | 5,26 ab                          | 0,97 a            |
| <b>Testigo</b>   | 1,27 b                           | 1,19 b                           | 0,93 a            |
| <b>EE y Sign</b> | ± 0,26P>0,01                     | ± 0,26P>0,01                     | ± 0,01P>0,05      |

#### 4.2.8. Efecto del compost y biol sobre el rendimiento agrícola del cultivo de *B. campestris* var. *Pekinensis* en condiciones de invernadero

El rendimiento agrícola que se obtuvo en *B. campestris* var. *Pekinensis* con la mezcla de suelo más compost supera las 20000 Kg/ha, rendimiento que resultó ser inferior al que se obtiene en otras condiciones climáticas, seguramente dado por la influencia de menor luminosidad durante buena parte del ciclo del cultivo. El rendimiento agrícola fue inferior que al reportado por Saens (2011), para siembras al aire libre entre 3,5 kg/m<sup>2</sup> a 5 kg/m<sup>2</sup>, es decir de 35 a 50 t/ha respectivamente. En el tratamiento de compost se obtuvieron los mejores rendimientos sin diferencia estadística con el biol y si con el testigo. Entre los tratamientos con biol y testigo no existen diferencias estadísticas para este indicador (Tabla 10).

Tabla 10. Influencia del compost y biol sobre el rendimiento agrícola de *B. campestris* var. *Pekinensis*.

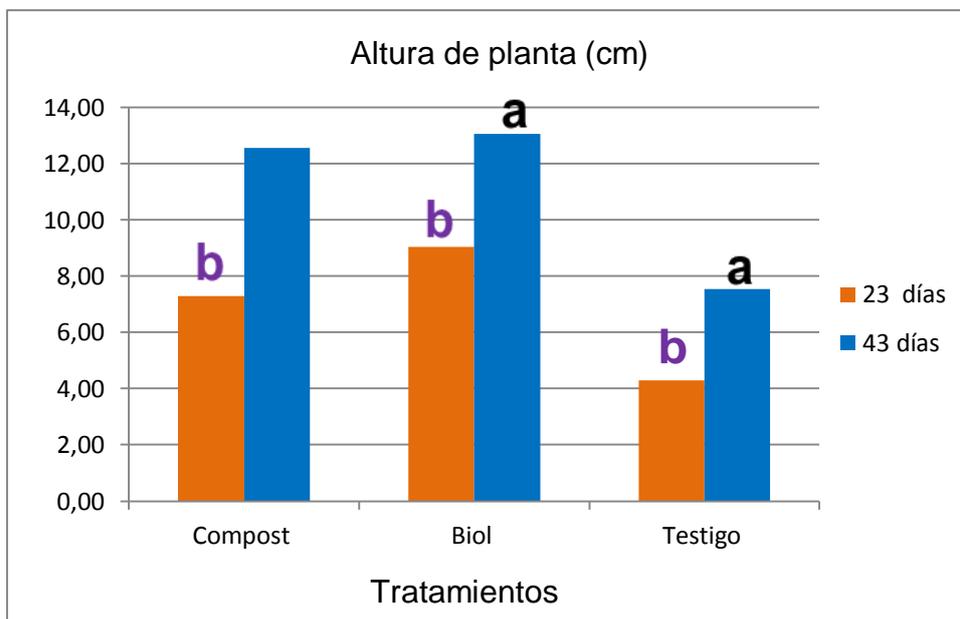
| Tratamientos | Rendimiento agrícola (kg/m <sup>2</sup> ) |
|--------------|---|
| Compost      | 2.173 a                                   |
| Biol         | 1.337 ab                                  |
| Testigo      | 0.475 b                                   |
| EE y Sign    | ±77,13P>0,001                             |

#### 4.3. Efecto del compost y biol sobre el crecimiento del cultivo de espinaca (*S. oleracea* L) en condiciones de invernadero

##### 4.3.1. Efecto sobre la altura de la planta

En la Figura 30 se muestra que existen diferencias estadísticas (P<0,001), para la altura de las plantas de *S. oleracea* L. en condiciones controladas a los 23 días de la germinación, igual comportamiento ocurre a los 43 días (P<0,05) para los tratamientos estudiados, se presentó la mayor altura cuando se utiliza el tratamiento con biol alcanzando una altura de 40,07 cm, seguida del tratamiento donde se utilizó la combinación de suelo más compost con 35,5

cm, sin diferencia estadística entre ellos. Se comprobó que el testigo fue el de menor altura con 7,55 cm (Anexo 9).



$\pm 0,12P < 0,001$  a los 23 días;  $\pm 0,47P < 0,05$  a los 43 días

Figura 30. Efecto del compost y biol sobre la altura de la planta de espinaca (*S. oleracea* L) a los 23 y 43 días.

La dinámica de crecimiento de las plantas para esta especie durante el ciclo biológico, se muestra en la (Figura 31), apreciándose diferencias en cuanto a este parámetro para los tres tratamientos estudiados, el que mejores resultados fue el tratamiento de biol con una diferencia marcada frente a los restantes tratamientos.

Estos resultado para esta especie hortícola pueden deberse a que con el empleo de este biofertilizante, durante la fase de crecimiento y hasta la aplicación del biol a los 25 días, el comportamiento en cuanto a la altura media es de aproximadamente 6 cm para los tres tratamientos estudiados, después de aplicar el biol se observa un crecimiento rápido para estas plantas hasta los 43 días con marcadas diferencia entre ellos de forma ascendente según transcurren los días, culminado su desarrollo vegetativo y preparando a este cultivo para la fase reproductiva, debido al efecto adecuado en cuanto al momento de aplicación de biol y a la acción de microorganismos del suelo en relación a la absorción de nutrientes para el adecuado desarrollo en altura,

coincide con lo expresado Vásquez y Torres (2001), cuando explican sobre crecimiento sigmoideo de las plantas.

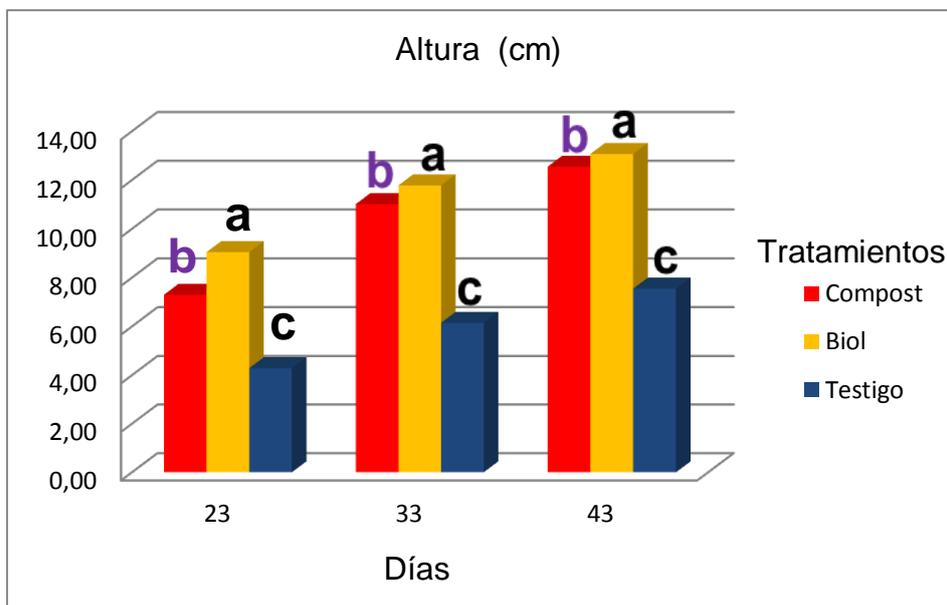
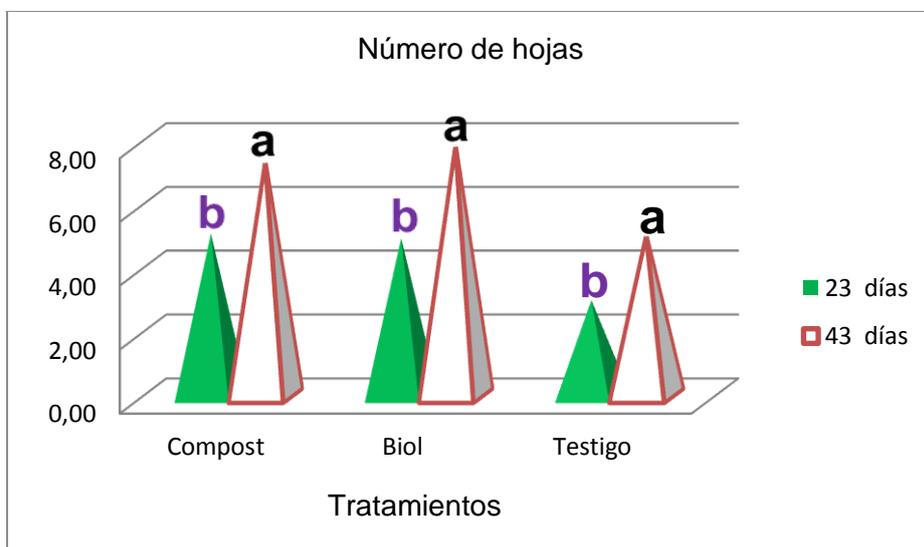


Figura 31. Efecto del compost y biol sobre el incremento de la altura de la planta de espinaca (*S. oleracea* L) durante su ciclo vegetativo.

#### 4.3.2 Efecto sobre el número de hojas de la planta



$\pm 0,05P > 0,05$  a los 23 días;  $\pm 0,05P = 0,05$  a los 43 días

Figura 32. Efecto del compost y biol sobre el número de hojas de la planta de espinaca (*S. oleracea* L) a los 23 y 43 días.

El número de hojas de las plantas no difiere estadísticamente ( $P > 0,05$ ), entre tratamientos a los 23 días y sí a los 43 días (Figura 32). En las plantas que

recibieron los tratamientos con compost y biol se observó mayor número de hojas sin diferencias estadísticas entre ellos, pero sí frente al testigo, lo cual indica que ya a los 43 días las plantas han utilizado los abonos orgánicos en función de su crecimiento y formación de nuevas hojas (Anexo10).

Se observa que las plantas de *S. oleracea*, tienen un desarrollo foliar lento hasta los 23 días después de la germinación, esto se debe a que la planta se encuentra en una fase de anclaje de sus raíces y adaptación al sustrato. A partir de los 23 días el desarrollo del follaje es más rápido hasta los 43 días, alcanzando un promedio de 13 hojas aproximadamente para los tratamientos con biol y compost (Figura 33). Además, se pudo observar la formación de brotes y hojas nuevas en cada medición, lo que indica que no es una limitante para el desarrollo foliar de esta especie hortícola.

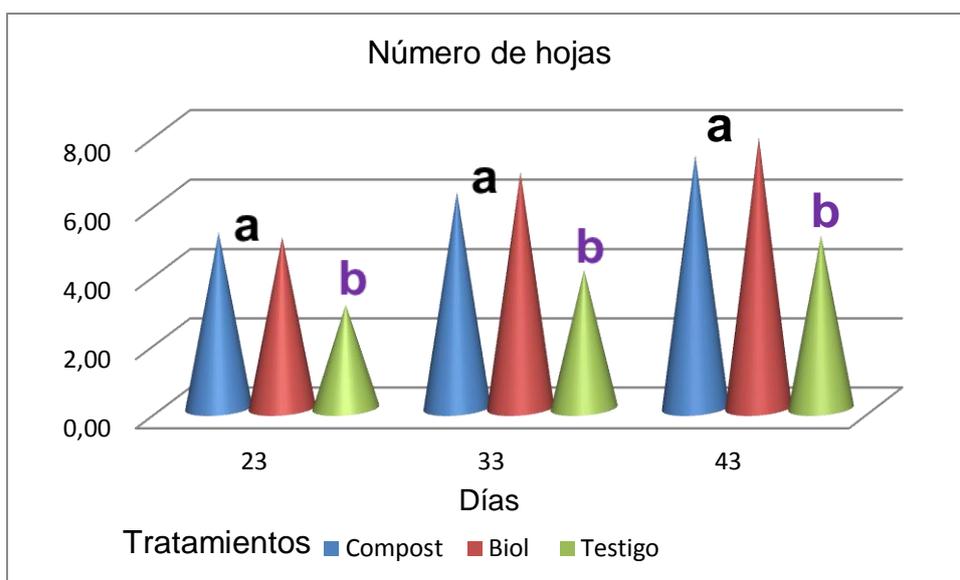


Figura 33. Efecto del compost y biol sobre el incremento del número de hojas de la planta de espinaca (*S. oleracea* L.) durante su ciclo vegetativo.

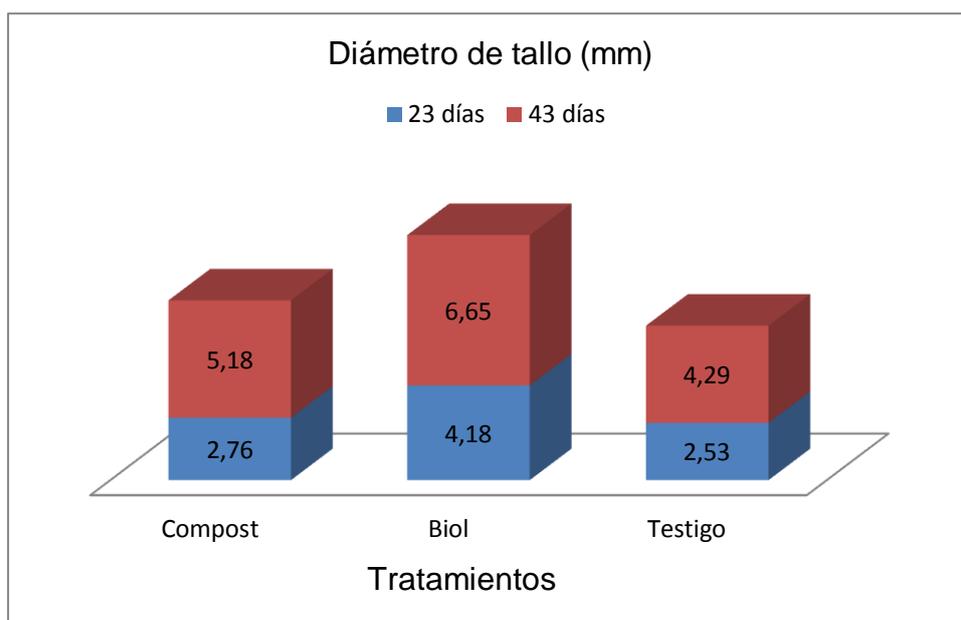
Para el tratamiento donde se aplicó el biol, se pudo observar que el ancho de las hojas fue aproximadamente de 10 a 15 cm, con un color verde brillante, esto pudo deberse a la acción benéfica de los microorganismos del compost o del suelo y la aplicación del biol, respuesta que corrobora lo indicado por la (FAO, 2011) para este cultivo, que bajo condiciones controladas esta especie puede desarrollar hojas con un largo de 10 a 20 cm y ancho de  $\pm 10$  cm. El

color de las hojas y pecíolos debe ser verde brillante, y además tener un aspecto fresco, turgentes y sin daño físico.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Martínez, (2011) quien plantea que para el cultivo de la espinaca, se debe abonar en el momento de la siembra con humus de lombriz el cual es un biofertilizante de más fácil absorción por las raíces, interviniendo en la altura para este cultivo.

#### 4.3.3. Efecto sobre el diámetro del tallo de las plantas

El diámetro del tallo para *S. oleracea*, de Figura 34, expresa diferencia significativa ( $P > 0,001$  y  $P < 0,001$ ), entre tratamientos a los 23 y 43 días. Los resultados indican que el mejor tratamiento corresponde a la aplicación de biol con un diámetro de 6,65 mm, seguido del compost con 5,18 mm, el menor valor correspondió con el testigo 4,29 mm, (Anexo 11).



$\pm 0,09P > 0,001$  a los 23 días;  $\pm 0,06P < 0,001$  a los 43 días

Figura 34. Efecto del compost y biol sobre el diámetro del tallo de la planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

Se puede observar en la figura 35, que desde los 23 días hasta los 33 días, existieron diferencias en cuanto al diámetro del tallo en los tratamientos estudiados, pero se apreció similitud entre los tratamientos con compost y biol

a los 43 días. El testigo mantuvo un diámetro del tallo menor durante todo el ciclo del cultivo.

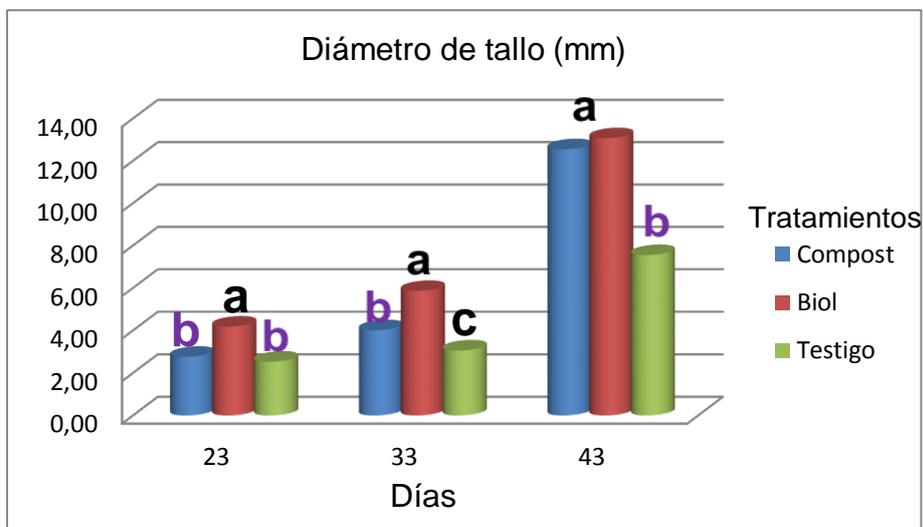
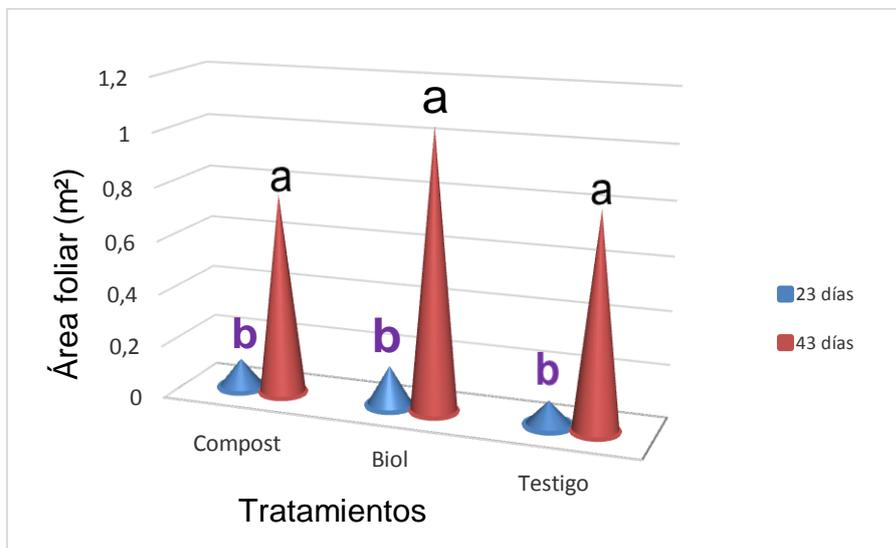


Figura 35. Efecto del compost y biol sobre el incremento del diámetro del tallo de la planta de espinaca (*S. oleracea* L.) durante su ciclo biológico.

#### 4.3.4. Efecto sobre el área foliar de la planta



$\pm 0,02P > 0,05$  a los 23 días;  $\pm 0,03P > 0,05$

Figura 36. Efecto del compost y biol sobre el área foliar de la planta de espinaca (*S. oleracea* L.) a los 23 y 43 días.

En la figura 36, se muestran los resultados obtenidos para los tratamientos estudiados en el cultivo de *S. oleracea*, observándose diferencias significativas

con respecto al área foliar ( $P > 0,05$ ) a los 43 días, la misma comienza a producir mayor cantidad de follaje (12 – 13 hojas por planta) a partir de los 33 días de plantación. Los menores resultados corresponden al testigo sin la aplicación de los biofertilizantes, no existiendo una marcada diferencia estadística con el tratamiento en el que se aplicó compost (Anexo12).

En la figura 37 se aprecia que las plantas para esta especie de hortaliza, a los 33 días, comienzan a diferenciarse entre los tratamientos estudiados, siendo notable que con la aplicación del biol se obtuvo, el mejor comportamiento con un área foliar de  $1,5 \text{ m}^2$ , mientras que no existieron diferencias en cuanto al tratamiento con compost y el testigo con un área foliar de  $0,76$  y  $0,80 \text{ m}^2$  respectivamente en cuanto a este indicador.

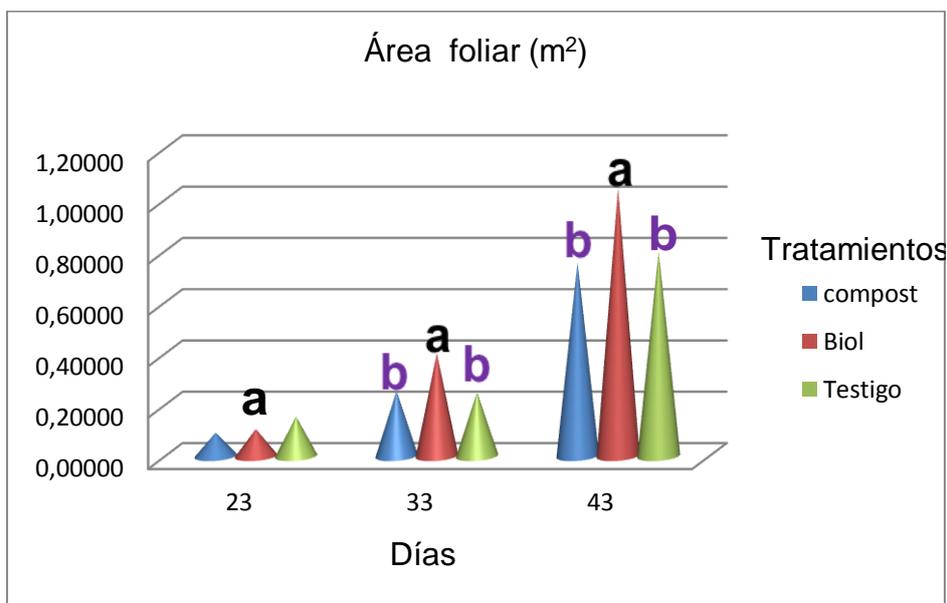


Figura 37. Efecto del compost y biol sobre el incremento del área foliar de la planta de espinaca (*S. oleracea* L) durante su ciclo vegetativo.

Se observa que el tratamiento con biol en condiciones de invernadero, fue el de mejor comportamiento hasta los 43 días, lo cual puede deberse a la acción de los microorganismos de este biofertilizante con los del suelo, en cuanto a dosis y momento de aplicación, influyeron positivamente en el incremento de área foliar de esta especie, lo cual pudo influir positivamente en excretar enzimas en el suelo que hidrolizan la materia orgánica, aumentan el potencial enzimático y aceleran el incremento del área foliar. Estos resultados se pueden comparar

con la aplicación del compost donde los resultados fueron más bajos, este fertilizante orgánico posee un contenido de materia orgánica de 31,70 %, lo cual posiblemente permitió que se crearan las condiciones favorables para un mayor número de hojas.

Lo expuesto, resulta de gran importancia por cuanto incide directamente en el rendimiento en masa verde para dicha especie, ya que las hojas representa el componente mayoritario de biomasa vegetal y es la parte más utilizada de la planta en el campo de la alimentación, lo que concuerda con Zhu *et al.*, (2009), quien reporta haber alcanzado excelentes resultados en el cultivo de pepino.

Resultados similares son obtenidos por Primavesi (2008), quien señala que los microorganismos presentes en los sustratos con base orgánica, son capaces de excretar enzimas en el suelo que hidrolizan la materia orgánica, aumentan el potencial enzimático y solubilizan muchas sustancias que las plantas pueden aprovechar directamente como las fenólicas que contribuyen no solo a la respiración de las plantas sino a una mayor desarrollo foliar. También hay un aumento de las posibilidades de vida de los microorganismos, especialmente los fijadores de nitrógeno, que producen sustancias de crecimiento como triterpenos y ácido indolacético, que tienen un efecto muy positivo sobre el desarrollo de la planta.

Núñez y Mazorra (2001), refieren que el compost, biol y mezcla de biorreguladores, puede influir en la respuesta del crecimiento de las células, órganos o plantas para alcanzar su máximo desarrollo vegetativo.

#### **4.3.5. Efecto del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de la espinaca (*S. oleracea* L.) en condiciones de invernadero**

Los porcentajes de materia seca de las hojas y raíces de la espinaca no tienen diferencias estadísticas entre los tratamientos (Tabla 11). Pero si se observa diferencia entre las plantas desarrolladas con la enmienda de suelo más compost y el testigo para el porcentaje de materia seca de los tallos.

Tabla 11. Influencia del compost y biol sobre la acumulación de materia seca por órganos de la planta de *Espinaca* (*S. oleracea* L.)

| Tratamientos     | % Materia Seca de Hojas | % Materia Seca de Tallos | % Materia Seca de Raíces |
|------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Compost</b>   | 6 a                     | 2,88 a                   | 3,77 a                   |
| <b>Biol</b>      | 8,73 a                  | 2,4 ab                   | 2,73 a                   |
| <b>Testigo</b>   | 4,86 a                  | 1,39 b                   | 1,29 a                   |
| <b>EE y Sign</b> | ±0,40 P>0,05            | ±0,12P>0,05              | ±0,23P>0,05              |

#### 4.3.6. Efecto del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en espinaca (*S. oleracea* L.) en condiciones de invernadero

En el tratamiento con biol se obtuvo los mayores porcentajes de ceniza, grasa y fibra de la planta de espinaca y mostrando diferencias estadísticas frente al tratamiento con compost y el testigo (Tabla 12), a su vez el compost difiere estadísticamente del testigo para los porcentajes de ceniza y grasa y no para los de fibra. Estos porcentajes de grasa son ligeramente inferiores a los reportados por Peel, (2007) que fue de 0.8 % y los porcentajes de fibra muy superiores a estos reportes.

Tabla 12. Influencia del compost y biol sobre los porcentajes de ceniza, grasa y fibra en la espinaca (*S. oleracea* L.).

| Tratamientos     | Porcentaje de ceniza | Porcentaje de Grasa | Porcentaje de Fibra |
|------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Compost</b>   | 0,38b                | 0,62b               | 2,57b               |
| <b>Biol</b>      | 0,83a                | 0,73a               | 3,33a               |
| <b>Testigo</b>   | 0,27c                | 0,48c               | 1,7b                |
| <b>EE y Sign</b> | ±0,16P<0,001         | ±0,05P<0,001        | ±0,11P>0,001        |

#### 4.3.7. Efecto del compost y biol sobre los rendimientos Biológico, producción de materia seca e índice de cosecha del cultivo de espinaca (*S. oleracea* L) en condiciones de invernadero

No se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos para los rendimientos biológicos, producción e índice de cosecha de la planta de espinaca (Tabla 13); sin embargo, los mayores valores numéricos se obtienen en el tratamiento con biol, lo que demuestra el buen uso que hace esta planta de este fertilizante orgánico. Los valores de índices de cosecha son favorables en todos los casos, pero mejores para los tratamientos con biol y compost respecto al testigo.

Tabla 13. Influencia del compost y biol sobre los rendimientos biológico, económico e índice de cosecha de la espinaca (*S. oleracea* L.).

| Tratamientos | Rendimiento Biológico | Rendimiento económico | Índice de Cosecha |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| Compost      | 0,58 a                | 0,42 a                | 0,73 a            |
| Biol         | 0,93 a                | 0,83 a                | 0,88 a            |
| Testigo      | 0,79 a                | 0,45 a                | 0,43 a            |
| EE y Sign    | ±0,08P>0,05           | ±0,14P>0,05           | ±0,05P>0,05       |

#### 4.3.8. Efecto del compost y biol sobre el rendimiento agrícola del cultivo de espinaca (*S. oleracea* L) bajo condiciones de invernadero

Las plantas que recibieron los abonos orgánicos de mezcla suelo más compost y biol tienen mayor rendimiento por metro cuadrado sin diferencia significativa entre ellos pero sí con el testigo (Tabla 14). Los rendimientos agrícolas para los tratamientos de compost y biol oscilaron entre (1,47 kg/m<sup>2</sup> y 2,22 kg/m<sup>2</sup>) respectivamente, estos son ligeramente inferiores a los reportados por Galmariño *et al.*, (2014) para las condiciones de Argentina, donde reportan rendimientos entre 2 kg/m<sup>2</sup> y 2,5 kg/m<sup>2</sup>. Estos resultados confirman lo expuesto

por (FAO, 2011), al referirse a que el rendimiento de la espinaca se ve influenciado por la intensidad de luz que recibe el cultivo entre otros factores.

Tabla 14. Influencia del compost y biol sobre el rendimiento agrícola de la espinaca (*S. oleracea* L.).

| <b>Tratamientos</b> | <b>Rendimiento agrícola (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------------|--|
| <b>Compost</b>      | 1.47 a   |
| <b>Biol</b>         | 2.22 a   |
| <b>Testigo</b>      | 1.10 b   |
| <b>EE y Sign</b>    | ±3,50P=0,001                                   |

## 5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, es posible arribar a las siguientes conclusiones:

1. Combinación suelo más compost, resultó el mejor tratamiento para los indicadores morfológicos: altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, número de brotes y área foliar en los cultivos de *Beta vulgaris*, *Brassica campestris var. Pekinensis*.
2. Para el cultivo *Spinacia oleracea* L. en los indicadores morfológicos: altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, número de brotes y área foliar, se obtuvo un mejor comportamiento con la aplicación de biol sin diferencia estadística con el tratamiento formado por la combinación suelo más compost, quizá por la capacidad propia de la espinaca para sintetizar giberelinas
3. Para el contenido de materia seca, ceniza, grasa y fibra del follaje de los cultivos *Beta vulgaris*, *Brassica campestris var. Pekinensis* y *Spinacia oleracea*, los tratamientos con la combinación de suelo más compost y biol mostraron mejores resultados sin diferencia estadísticas entre ellos. El testigo fue el que reportó resultados comparativamente inferiores para estos indicadores.
4. Los tratamientos asociados con el compost y el biol también fueron los que reportaron mejores resultados para los indicadores de: rendimiento biológico, producción, índice de cosecha y rendimiento agrícola para los cultivos *Beta vulgaris*, *Brassica campestris var. Pekinensis* y *Spinacia oleracea*.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio fenológico de los cultivo de *Beta vulgaris*, *Brassica campestris var. Pekinensis* y *Spinacia oleracea* L. dada las perspectivas de desarrollo para estas especies en la Amazonía a través de técnicas agroecológicas con aplicaciones de otros biofertilizantes.
2. Ejecutar estudios para la producción a gran escala, con y sin la aplicación de compost y biol para comprobar el comportamiento fisiológico y rendimiento de las especies en condiciones Amazónicas.
3. Realizar análisis foliares de las especies en diferentes estadios del ciclo biológico de los cultivos objeto de estudio.
4. Continuar con las investigaciones y difundir los resultados de esta investigación a productores de la provincia de Pastaza con la finalidad de promover e intensificar la producción de estas hortalizas en condiciones de pequeños espacios en la Amazonía.
5. Utilizar el material para consulta en pre-grado en los temas relacionados con el uso de abonos orgánicos y biofertilizante en especies hortícolas.

## 7. RESUMEN

La producción de hortalizas en pequeños espacios tiene gran importancia en Ecuador y en la Amazonía, debido a las potencialidades alimenticias que las verduras poseen. Además que un consumo balanceado de ellas en la dieta diaria, se encuentra como aspecto clave, dentro del Programa de Buen Vivir que impulsa el Gobierno Ecuatoriano. Las especies *Beta vulgaris*, *Brassica campestris var. Pekinensis* y *Spinacia oleracea* L fueron estudiadas en bajo condiciones de invernadero en el Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica durante el período de abril 2013 y mayo 2014. Los tratamientos utilizados en la presente investigación fueron: combinaciones de abonos orgánicos con biofertilizantes (compost y biol). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamiento y tres repeticiones y fueron evaluados los parámetros morfológicos: altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, número de brotes y área foliar para los tres cultivos; además se determinó en el laboratorio el contenido de: materia seca, ceniza, grasa y fibra del follaje, así como los rendimientos: biológico, agrícola, económico, y el índice de cosecha. Los resultados demostraron los efectos beneficiosos de las mezclas de compost más suelo, como lo demuestran los resultados para los indicadores analizados; sin embargo, en algunos casos no se encontraron diferencias significativas con el empleo del biol para estos parámetros.

## 8. SUMMARY

Vegetables production in reduced spaces has a remarkable importance in Ecuador and the Amazon región due to the alimentary potencial they contain. Besides their balanced consumption in the daily intake, it is found as a main aspect, within the Good Living Program promoted by the Ecuadorian government. *Beta vulgaris*, *Brassica campestris* var. *Pekinensis* and *Spinacia oleracea* L species were studied under greenhouse conditions in the Postgraduate and Amazon Conservation Investigation Centre (CIPCA in Spanish) Part of Universidad Estatal Amazónica during the april 2013 and may 2014 period. Treatments used in the current research were organic fertilizer combinations including biofertilizers (compost and biol). A random block experimental design was used including three treatments and three repetitions, futhermore, their morphological parameters were evaluated: plant`s height, leave`s number, stem`s diameter, shoot number and foliar área for the three cultivations; moreover, the content of dry matter, ash, fat and foliage fiber, as well as bioñological, farming, economic, and harvest index content was determined in the laboratory. The final results showed the beneficial effects of the samples in addition to soil as the analized results for the indicators are shown; however, some significative differences with the use of biol for these parameters were not found.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. ACCRI, (asociación de cooperación cristiana internacionales) 2011. Hortalizas. Recuperado de [www.crate.cl/2011/.../hortalizas.pdf](http://www.crate.cl/2011/.../hortalizas.pdf). (consultado febrero 2013).
2. Ágora. N. 2013. Col china - Información general – Frutas y Hortalizas. Disponible en la web: <http://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Col-china.html>. Consultado enero, 2013.
3. Agromática, J. 2013. Cultivo de Acelgas, claves y consejos para tener acelgas en tu huerto ecológico. Recuperado de [www.agromatica.es/cultivo-de-acelgas/](http://www.agromatica.es/cultivo-de-acelgas/). (Consultado febrero 2013).
4. Alcázar, J. 2010. Manual básico producción de hortalizas 4 -30 pág.
5. Argentina, M. 2011. Cosecha de la acelga – hojas – y tallos tiernos. Disponible en [www.made-in-argentina.com](http://www.made-in-argentina.com). (Consultado mayo 2013)
6. Arguiñano, K. 2014. Revista digital gastronomía mediterránea. Recuperado de [www.hogarutil.com](http://www.hogarutil.com). (Consultado marzo 2014).
7. Arias, J. 2012. Alternativa ecológica: cultivo de Col China. Disponible en web. <http://ecosiembra.blogspot.com/2012/01/cultivo-de-col-china.html>. Consultado diciembre, 2013.
8. Aron, A. 2014. Verduras y legumbres, alimentos para curar. Disponible en la web. [www. Colchina. alimentosparacurar.com](http://www.colchina.alimentosparacurar.com). (Consultado mayo 2014).
9. Baginsky, C. 2013, Boletín informativo N° 7 – cepoc. Disponible en la web. [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Boletin\\_Preparacion\\_suelo.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Boletin_Preparacion_suelo.pdf)
10. Borrero, C. (2006). Aplicación del compost. P. 7.
11. Brechelt. A. 2008. Manual1 pdf-RAP-AL. Disponible en la web: [www.rap-al.org/articulos\\_files/Manual%201%20Andrea%20Brechelt.pdf](http://www.rap-al.org/articulos_files/Manual%201%20Andrea%20Brechelt.pdf). (Consultado enero 2014).
12. Caiza, D. 2011. 109 AG1.Pdf. Disponible en la web: [www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/1624/.../109%20AG%201.p](http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/1624/.../109%20AG%201.p). (Consultado abril 2013).

13. Caldari, P. 2007. I Simposio Internacional de Invernaderos – México. 1/5. Manejo de la luz en invernaderos. Los beneficios de la luz de calidad en el cultivo de hortalizas. Recuperado de [www.delsantek.cl/pdf/Manejo\\_de\\_la\\_luz\\_en\\_Invernaderos.pdf](http://www.delsantek.cl/pdf/Manejo_de_la_luz_en_Invernaderos.pdf). (Consultado enero 2013).
14. Cevallos, D. 2011. AG1.pdf. Recuperado de [www.biblioteca.ueb.edu.ec](http://www.biblioteca.ueb.edu.ec). (Consultado mayo 2013).
15. Clemente, V. 2008. La espinaca. Disponible en [http://blog.clementeviven.com/?page\\_id=137](http://blog.clementeviven.com/?page_id=137). Consultado junio, 2013.
16. Cruz, M. 2011. Acelga – Scrubd. Disponible en web: <http://es.scribd.com>. Consultado mayo, 2013.
17. Cuenca, F. 2012. Como cultivar la acelga. Recuperado de [www.elhuertourbano.net](http://www.elhuertourbano.net). (Consultado mayo 2013).
18. Cuerda, S. 2013. Cultivo de acelga. Disponible en la web: [www.huertoscompartidos.com](http://www.huertoscompartidos.com). (Consultado agosto 2013).
19. Dorislida, A. 2009. El cultivo de la Acelga en condiciones de invernadero. Recuperado de [www.cultivodeacelga.blogspot.com](http://www.cultivodeacelga.blogspot.com). (Consultado mayo 2013).
20. FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura) 2012. La Horticultura Y La Fruticultura en el Ecuador. Recuperado de [www.fao.org/ag/agn/pflreporten/Ecuador/Importancereport.doc](http://www.fao.org/ag/agn/pflreporten/Ecuador/Importancereport.doc). (Consultado enero 2013).
21. FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura) 2005. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina.
22. FAO, 2011. Fisiología (crecimiento, desarrollo, semillas). Análisis económico de espinaca para las distintas regiones. 470-503 pág.
23. Fernández, J. 2012. Producción de hortalizas en Argentina. Recuperado de [www.mercadocentral.gob.ar/](http://www.mercadocentral.gob.ar/). (Consultado diciembre 2013).
24. Ferrato, A., y Mondino, M. 2009. Producción, Consumo y Comercialización de hortalizas en el Mundo. Disponible en [www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/4AM24.htm](http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/4AM24.htm). (Consultado diciembre 2012).

25. García, M. 2012. El cultivo de la acelga. Disponible en [https://www5.uva.es/guia\\_docente/uploads/2012/446/.../Documento.pdf](https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/.../Documento.pdf). Consultado mayo, 2013.
26. García, M. 2013. El cultivo de Acelga The chard growing. Pág. 10 Disponible en web: [https://www5.uva.es/guia\\_docente/uploads/2012/446/.../Documento.pdf](https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/.../Documento.pdf). Consultado abril, 2013.
27. Garza, M., y Velázquez, M. 2008. Manual de Producción de Tomate Bajo Invernadero. Disponible en la web: [www.nl.gob.mx/pics/pages/da\\_publicaciones.../manual-invernaderos.pdf](http://www.nl.gob.mx/pics/pages/da_publicaciones.../manual-invernaderos.pdf). (Consultado diciembre 2012).
28. GEA, 2011. Biohuerto manual. Disponible en [consultorias.minam.gob.pe:8080/bitstream/.../156/.../CD000102-A10.pdf](http://consultorias.minam.gob.pe:8080/bitstream/.../156/.../CD000102-A10.pdf)
29. Gebhardt et al., 1988; Matthews, S. 2004. Acelga – uc.cl. Disponible en [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/hort0498/HTML/p167.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p167.html). Consultado mayo, 2013.
30. González, A. 2002. Beneficios del Humus de Lombriz. San José Costa Rica. p.15-21
31. Guayasamín, R. 2013, comportamiento agronómico de la acelga. Disponible en la web: <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/2642/1/COMPORTAMIENTO%20AGRONOMICO%20DE%20LA%20ACELGA%20WHIT%20REBBET%20BETA%20VULGARIS%20VAR%20CICLA%20PERS%20A%20NUEVE%20DISTANCIAMIENTOS%20DE%20SIEMBRA%20BAJO%20ORIEGO%20POR%20GOTEO.pdf>. Consultado mayo, 2013.
32. Hogares juveniles campesinos. 2010. Cultivo ecológico de hortalizas 57 – 58 pág.
33. Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica: (Colección Libros y Materiales Educativos/IICA; N° 83. Disponible en la web. [http://www.inbio.ac.cr/bims/ko3/p13/co46/00\\_159/fo1382/g00\\_868615027467.htm](http://www.inbio.ac.cr/bims/ko3/p13/co46/00_159/fo1382/g00_868615027467.htm). Consultado noviembre, 2013.
34. Hortach, P. 2014. Cultivo de col china. Disponible en web: <http://www.hortach.com>. Consultado agosto, 2013.

35. INIAP, 2008. El Biol. Recuperado de la web: [www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Biol.pdf](http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Biol.pdf). (Consultado abril 2013).
36. Jaramillo, J. 2006, libro crucíferas.pmd. Disponible en la web. <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/webbac/documentos/elcultivocruciferas.pdf>. Consultado febrero, 2013.
37. Jorge, J. 2014. Beneficios para la salud. Disponible en <http://www.innatia.com>. Consultado marzo, 2014.
38. Lazo *et al.*, 1999; Ricaurte 2008. Sostenibilidad. Recuperado de [books.google.com.ec](http://books.google.com.ec). (Consultado diciembre 2013).
39. Licata, M. 2009. La espinaca: beneficios, propiedades y nutrientes. Disponible en <http://www.zonadiet.com/comida/espinaca.htm>. Consultado junio, 2013.
40. Madaula *et al.*, 1996. La col china (*Brassica pekinensis*) cultivada ecológicamente. Disponible en la web: [www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones.../col.htm](http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones.../col.htm). (Consultado abril 2013).
41. Martínez *et al.*, 1995 y Márquez, E. 2011. Validación de los Biofertilizantes Azotobacter, Rhizobium. Disponible en <https://www.yumpu.com/.../validación-de-los-biofertilizantes-azotobacter>. Consultado diciembre, 2013.
42. Martínez, J. 2009. Cultivo de hortalizas. Recuperado de <http://ecosiembra.blogspot.com/search/label/hortalizas>. Consultado enero, 2013.
43. Méndez, J., Aguila, O., Martínez, A., Curi, W. y Vásquez, B., 1992. Uso de la fosforina y Biol en dos tipos de suelo diferentes de la Isla de la Juventud plantado de tomate. Var Campbell – 28. I Taller Internacional sobre biofertilizantes en los trópicos. Libro programas y resúmenes, La Habana, Cuba. Edición INCA, p 128
44. Merino, S. (2012,4 de mayo). Que es el compost. Recuperado de [www.veoverde.com](http://www.veoverde.com). Consultado junio, 2013.
45. Mirabal, A. 2009. Fertilización de origen biológico. Centro de información y documentación agropecuaria. CIDA p-43.
46. Mirabal, A. 2010. Fertilización de origen biológico. Centro de información y documentación agropecuaria. CIDA p-43.

47. Morales, V., Acosta, S. y Bergmann, R. 2005. Immunomodulatory activity of Brazilian medicinal plants . Dept. of Biochemistry, ICB, URFJ, 21944, Rio de Janeiro. TRAMIL VI, Guadeloupe, U.A.G/enda-caribe.
48. Mosquera, B. 2010. Abono orgánicos Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Disponible en [www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf). (Consultado diciembre, 2013).
49. Nakamura, A. 2009. Col China, taxonomía y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico o agronómico. Disponible en [www.agroes.es](http://www.agroes.es). (Consultado febrero 2013).
50. Nuez, F. 2010. Colección de semillas de acelga del centro de conservación y mejora de la agro diversidad valenciana. (Tesis previo a la obtención de título agropecuario, Universidad Tecnológica Equinoccial). Disponible en [repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5327/1/40774\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5327/1/40774_1.pdf)
51. Núñez, M., y Mazorra, L. 2001. Los brasinosteroides y la respuesta de las plantas al stress.p.24.
52. Obando, L. 2010. Cultivo de hortalizas en Magallanes – Dirección de Innovación y Calidad. Disponible en [www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/.../Boletin205.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/.../Boletin205.pdf). (Consultado abril 2013).
53. Okwu. D. y Okwu, M. 2006. Chemical composition of Spondias mombin linn plant parts. J. Sustain Agric. Environ. 6(2): 140-147.
54. Palacios, R. 2013. Principales características de las hortalizas de hojas. Recuperado de [www.monografias.com](http://www.monografias.com). (consultado abril 2013).
55. Pastor, J., 2004. Utilización de sustratos en vivero. Disponible en: <http://www.chapingo-.mx/terra-/contenido/17/3/art>. Consultado abril, 2014.
56. Pedraza, R. y Henao, M. 2008. Composición del tejido vegetal y su relación con variables de crecimiento y niveles de nutrientes en el suelo en cultivos comerciales de menta (*Mentha spicata* L.) Agronomía Colombiana. Agron. Colomb. vol. 26, No. 2 Bogotá. July/Dec. 2013. Print version ISSN 0120-9965.

57. Pérez, N. 2014. El consumo de hortalizas y su influencia en la nutrición escolar. Recuperado de [www.monografias.com](http://www.monografias.com) › Educación. (Consultado diciembre 2013).
58. Primavesi, A. 2008. Agricultura en regiones tropicales. Manejo ecológico del suelo. Sao Paulo, Brasil.
59. Ramírez, C; Nienhuis, J. (2012). Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica – TEC Di. Vol.25, N°2, pág. 10 – 18.
60. Rodríguez, M. 2014. La acelga y sus beneficios nutricionales saludables. Recuperado de <http://comobajardepesoymas.com/la-acelga-y-sus-beneficios-nutricionales-saludables/>. Consultado mayo, 2013.
61. Rojas. 2010. Manual de violas rina.46-53 pág. Disponible en [www.slideshare.net/ocelotlunam/manual-de-biolesrina](http://www.slideshare.net/ocelotlunam/manual-de-biolesrina). (Consultado abril 2013).
62. Saens, P. 2011. La col china. Origen. Propiedades. Ensalada. Disponible en web. <http://vidaok.com/la-col-china-origen-propiedades-ensalada/>. Consultado junio, 2013.
63. Sánchez, J. 2008. Las especies del género *Kalanchoe* cultivadas en España. Localizado en: <http://www.arbolesornamentales.com/Kalanchoe.htm>. Consultado noviembre, 2013.
64. Sánchez, L. 2001. *Brassica campestris* L. var. *Pekinensis*. Disponible en web: [http://www.unicolmayor.edu.co/invest\\_nova/NOVA/NOVA14\\_ARTORIG3.pdf](http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA14_ARTORIG3.pdf). Consultado agosto, 2013.
65. Sánchez, P. 2013. Como cultivar acelgas en nuestro huerto. Recuperado de [www.planetahuerto.es](http://www.planetahuerto.es). (Consultado octubre 2013).
66. Sims, J. (2011). Soil fertility evaluation. En: Sumner, M.E. (ed.). Handbook in soil science. First ed. CRC Press, Boca Raton, FL. 2148 p.
67. Sivori, E. M. 2000. Fisiología Vegetal. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires; Argentina, p 402-405.
68. Smith, C. 2014.Cuál es la nutrición de la col china, salud. Disponible en [www.ehowenespanol.com](http://www.ehowenespanol.com). (Consultado mayo 2013).

69. Suquilanda, M. 2014. La Agricultura Orgánica en Ecuador - Radio Turismo Ecuador recuperado de: <http://radioturismoecuador.com/index.php>. Consultado febrero, 2013.
70. Tejeiros, L. 2008, El Kalanchoe daigremontiana y sus propiedades curativas. serendipity. 19 abril 2014. <http://luistejeiro.blogspot.com>
71. Vabvilov et al., 1951; Ramírez, E. (2009). Producción de hortalizas manual. P28
72. Vargas, C. 2012, 25 de abril). Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica – TEC Digital. Recuperado de
73. Vásquez, E. y Torres, S. 2001. Fisiología Vegetal. Editorial Félix Valera. La Habana. Tomo I y II.
74. Yagodin, V. 1981. Merceología grasa y aceites. Disponible en la web. [www.clasev.net/v2/mod/resource/view.php?id=5718](http://www.clasev.net/v2/mod/resource/view.php?id=5718). (Consultado Diciembre 2013).
75. Zhu, C., Zeng, G. y Y Liu, F. 2011. Effect of epibrassinolide on the heat shock tolerance and antioxidant metabolism in cucumber seedling. J. Zhejiang Agric. Univ., vol. 22, no. , p. 281-288.

## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Determinación de ceniza

| NORELCO<br>S.A   | DETERMINACIÓN DE CENIZA          |                  | CÓDIGO<br>INST # 2   |
|--|----------------------------------|------------------|--|
| <p><b>FUNDAMENTO</b></p> <p>Cuando los alimentos se calientan a temperaturas de 500–600°C, el agua y otros constituyentes volátiles se eliminan como vapores y los constituyentes orgánicos se queman en presencia del oxígeno del aire a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno que se eliminan junto con el hidrógeno y el agua. El azufre y fósforo presente se convierte a sus óxidos y si no hay suficientes elementos alcalinotérreos, se pueden perder por volatilización. Los <b>constituyentes minerales</b> permanecen en el residuo como <b>óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos y cloruros</b>, dependiendo de las condiciones de incineración y la composición del producto incinerado. <b>Este residuo inorgánico es lo que constituye las cenizas.</b></p> <p><b>INSTRUMENTAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1- Mufla con regulador de temperatura ajustada a 600 °C</li><li>2- Estufa con regulador de temperatura</li><li>3- Balanza analítica, sensible al 0.1 mg</li><li>4- Hornilla eléctrica</li><li>5- Desecador</li><li>6- Pinzas, espátulas y crisoles de porcelana de fondo plano</li></ol> <p><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1- Pesar el crisol y anotar su peso</li><li>2- Sobre el mismo pesar 2 gr de muestra molida</li><li>3- Transferir a una hornilla para quemar la muestra hasta carbonización</li><li>4- Colocar el crisol en la mufla e incinerar a 600 °C durante 2 horas</li><li>5- Colocar en el desecador para que se enfríe</li><li>6- Pesar</li><li>7- Realizar los cálculos</li></ol> |                                  |                  |  |
| ELABORADO POR:<br>ING. DERWIN VIAFARA  | REVISADO POR:<br>ING. AIDA PONCE | PAGINA<br>1 de 2 | Fecha de Implementación:<br>Febrero 16/07<br>Fecha de Revisión |

Prohibida su reproducción y/o distribución sin previa autorización

NORELCO S.A.

## Anexo 1.1. Descripción de la fórmula para la determinación de ceniza

| N O R E L C O<br>S.A  | DETERMINACION DE CENIZA          |                  | CÓDIGO<br>INST # 2                        |
|---|----------------------------------|------------------|---|
| <p><b>FORMULA</b></p> $\% C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100$ <p><b>DONDE:</b></p> <p>C = Contenido de ceniza en % de masa<br/> m = Peso del crisol vacío, en gr<br/> m<sub>1</sub> = Peso de crisol mas muestra en gr<br/> m<sub>2</sub> = peso del crisol con la ceniza en gr</p> <p><b>NOTA:</b> El objeto de carbonizar la muestra antes de colocarla en la mufla es agílizar el proceso de calcinación evitando con ello la formación de olores desagradables y de humo dentro de la mufla.</p> <p><b>ERROR</b></p> <p>La diferencia entre los resultados de este Análisis efectuado por duplicado no debe exceder del 0.3%</p> |                                  |                  |   |
| ELABORADO POR:<br>ING. DERWIN VIAFARA   | REVISADO POR:<br>ING. AIDA PONCE | PAGINA<br>2 de 2 | Fecha de Implementación:<br>Febrero 16/07 |
|   |                                  |                  | Fecha de Revisión                         |

Prohibida su reproducción y/o distribución sin previa autorización

NORELCO S.A.

## Anexo 2. Determinación de grasa

| N O R E L C O<br>S.A   | DETERMINACION DE GRASA           |                  | CÓDIGO<br>INST # 5                        |
|--|----------------------------------|------------------|---|
| <p><b>FUNDAMENTO</b></p> <p>El contenido de grasa llamado también extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda, consiste en grasas neutras y ácidos grasos libres que se determinan por extracción del material seco y molido con éter de petróleo, éter etílico, hexano u otro solvente adecuado en un aparato de extracción continua.</p> <p>El residuo obtenido no esta constituido únicamente por lípidos; sino que incluye además fosfatos, lecitina, esteroides, ceras, clorofila, carotenos, pigmentos y otros en cantidades relativamente pequeñas que no llegan a constituir una diferencia significativa en los resultados.</p> <p><b>REACTIVOS</b></p> <p>1- Eter de petróleo</p> <p><b>INSTRUMENTAL</b></p> <p>1- Aparato de extracción soxhelt de 6 hornillas<br/>                 2- Balanza analítica sensible de 3. 1 mg<br/>                 3- Estufa regulada a 105 °C<br/>                 4- Desecador<br/>                 5- Balón de extracción de 125 ml<br/>                 6- Papel filtro cualitativo libre de grasa</p> |                                  |                  |   |
| ELABORADO POR:<br>ING. DERWIN VIAFARA  | REVISADO POR:<br>ING. AIDA PONCE | PAGINA<br>1 de 2 | Fecha de Implementación:<br>Febrero 16/07 |
|  |                                  |                  | Fecha de Revisión                         |

Prohibida su reproducción y/o distribución sin previa autorización

N O R E L C O S. A.

## Anexo 2.1. Procedimiento para determinar grasa

| N O R E L C O<br>S.A  | DETERMINACION DE GRASA           |                  | CÓDIGO<br>INST # 5                        |
|---|----------------------------------|------------------|---|
| <p><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Pesar 2 gr de muestra seca (libre de humedad) en papel filtro y formar un paquetico</li> <li>2- Pesar el balón de extracción de cuello esmerilado</li> <li>3- Colocar el paquete de muestra en la cámara central con sifón del aparato extractor labconco</li> <li>4- Colocar en el balón 70 - 80 ml de éter de petróleo y adaptar el mismo al aparato extractor</li> <li>5- Encender el equipo en escala de temperatura de 6.5</li> <li>6- Mantener constante el volumen de éter y efectuar la extracción a reflujo por <u>2</u> - 4 horas dependiendo el contenido de grasa de la muestra</li> <li>7- Una vez terminada la extracción, retirar el paquete de muestra y colocar en la estufa por 3 - 5 minutos (<b>esta muestra sirve para determinar el contenido de Fibra</b>)</li> <li>8- Destilar el solvente en el mismo equipo y colocar el balón y su contenido en la estufa a 100 - 110 °C por media hora</li> <li>9- Enfriar en el desecador y pesar</li> <li>10- Realizar cálculos</li> </ol> <p><b>FORMULA</b></p> $G = \frac{m_1 - m_2}{m}$ <p><b>DONDE</b></p> <p>G = Contenido de grasa, en %<br/> m<sub>1</sub> = Peso del balón + grasa extraída<br/> m<sub>2</sub> = Peso del balón vacío<br/> m = Peso de muestra desengrasada</p> <p><b>ERROR</b></p> <p>La diferencia entre los resultados de este Análisis efectuado por duplicado no debe exceder del 0.2%</p> |                                  |                  |   |
| ELABORADO POR:<br>ING. DERWIN VIAFARA   | REVISADO POR:<br>ING. AIDA PONCE | PAGINA<br>2 de 2 | Fecha de Implementación:<br>Febrero 16/07 |
|   |                                  |                  | Fecha de Revisión                         |

Prohibida su reproducción y/o distribución sin previa autorización

N O R E L C O S. A.

### Anexo 3. Determinación de fibra

| <b>N O R E L C O<br/>S.A</b>   | <b>DETERMINACION DE FIBRA</b>           | <b>CÓDIGO<br/>INST # 4</b> |  |
|--|---|----------------------------|--|
| <p><b>METODO WEENDE</b></p> <p><b>OBJETIVO</b><br/>Esta técnica establece el método para determinar el contenido de fibra cruda en todo tipo de alimentos.</p> <p><b>FUNDAMENTO</b><br/>Se entiende por fibra cruda el residuo lavado, secado y pesado que queda luego de la digestión de la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluido sucesivamente.<br/>Este tratamiento proporciona una fibra cruda que consiste en celulosa, lignina, hemicelulosa y otros contenidos en la muestra original.</p> <p><b>REACTIVOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1- Solución 0.255N de ácido sulfúrico</li><li>2- Solución 0.313N de hidróxido de sodio</li><li>3- Alcohol potable</li><li>4- Agua destilada</li><li>5- Antiespumante (OCTYL alcohol)</li></ol> <p><b>INSTRUMENTAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Crisol de porcelana pequeño</li><li>2- Vaso de Precipitación de 500 ml</li><li>3- Desecador</li><li>4- Mufla ajustada a 600 °C</li><li>6- Balanza analítica sensible de 0.1 mg</li><li>7- Estufa ajustada a 105 °C</li><li>8- Espátula de acero Inoxidable</li></ol> |   |                            |  |
| <b>ELABORADO POR:</b><br>ING. DERWIN VIAFARA   | <b>REVISADO POR:</b><br>ING. AIDA PONCE | <b>PAGINA</b><br>1 de 3    | <b>Fecha de Implementación:</b><br>Febrero 16/07<br><b>Fecha de Revisión</b> |

**NORELCO S.A.**

### Anexo 3.1. Procedimiento para la determinación de fibra

| N O R E L C O<br>S.A   | DETERMINACION DE FIBRA           |                  | CÓDIGO<br>INST # 4   |
|--|----------------------------------|------------------|--|
| <p>9- Pinza de crisoles<br/>10- Franela blanca</p> <p><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <p>1- Pesar 1 gr de muestra previamente desengrasada<br/>2- Colocar en el vaso de precipitación<br/>3- Adicionar 150 ml de ácido sulfúrico 0.255N<br/>4- Hervir durante 30 minutos (contados a partir desde el momento que empieza la ebullición)<br/>5- Filtrar en caliente<br/>6- Lavar con agua destilada hasta que todo el ácido se halla eliminado<br/>7- Colocar la residuo en el mismo vaso de precipitación<br/>8- Adicionar 150 ml de hidróxido de sodio 0.313N<br/>9- Repetir los pasos 4,5, y 6<br/>10- Después del ultimo lavado, enjuague 3 veces el residuo con 10 ml de alcohol potable<br/>11- Colocar el residuo en un crisol y meter a la estufa hasta sequedad<br/>12- Colocar en desecador y pesar<br/>13- Colocar en la mufla durante 30 minutos<br/>14- Repetir paso 12<br/>15- Realizar los cálculos</p> <p><b>FORMULA</b></p> $F = \frac{m_1 - m_2 * 100}{m}$ |                                  |                  |  |
| ELABORADO POR:<br>ING. DERWIN VIAFARA  | REVISADO POR:<br>ING. AIDA PONCE | PAGINA<br>2 de 3 | Fecha de Implementación:<br>Febrero 16/07<br>Fecha de Revisión |

Prohibida su reproducción y/o distribución sin previa autorización

**N O R E L C O S.A**

### Anexo 3.2. Descripción de la fórmula para la determinación de fibra

| N O R E L C O<br>S.A   | DETERMINACION DE FIBRA           |                  | CÓDIGO<br>INST # 4   |
|--|----------------------------------|------------------|--|
| <p>DONDE</p> <p>F = Contenido de fibra en %</p> <p><math>m_1</math> = Peso del crisol + muestra (estufa)</p> <p><math>m_2</math> = Peso del crisol + muestra (mufla)</p> <p>m = Peso de muestra desengrasada</p> <p>NOTA:</p> <p>La fibra bruta se pierde en la incineración del residuo seco obtenido tras la digestión, ácido-alcalina bajo condiciones específicas.</p> <p>En el paso 6 Se confirma que se ha realizado un buen lavado, es decir que no hay exceso de ácido en la muestra agregando 1 gota de <b>anaranjado de metilo al 0.5%</b> al filtrado el cual debe dar un color ligeramente rosado o incoloro, el mismo caso se aplica con el hidróxido pero utilizando <b>fenoltaleina al 0.5 %</b></p> <p>ERROR</p> <p>La diferencia entre los resultados de este Análisis efectuado por duplicado no debe exceder del 0.5%</p> |                                  |                  |  |
| ELABORADO POR:<br>ING. DERWIN VIAFARA  | REVISADO POR:<br>ING. AIDA PONCE | PAGINA<br>3 de 3 | Fecha de Implementación:<br>Febrero 16/07<br>Fecha de Revisión |

Prohibida su reproducción y/o distribución sin previa autorización

N O R E L C O S. A.

**Anexo 4. Análisis estadístico para altura de planta (cm) en el cultivo *B. vulgaris* (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero.**

| Altura(cm)          | Días         | Altura(cm)          | Días        |
|---------------------|--------------|---------------------|-------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>8</b>     | <b>Tratamientos</b> | <b>59</b>   |
| Compost             | 2,82         | Compost             | 18,34a      |
| Biol                | 2,62         | Biol                | 17,07a      |
| Testigo             | 1,99         | Testigo             | 10,56b      |
| EE y Sign           | ±0,08 P>0,05 | EE y Sign           | ±0,49P<0,05 |

**Anexo 5. Análisis estadístico para número de hojas en el cultivo *B. vulgaris* (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero.**

| Número de hojas     | Días         | Medias<br>Originales |
|---------------------|--------------|----------------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>8</b>     |                      |
| Compost             | 1,52         | 2,31                 |
| Biol                | 1,44         | 2,08                 |
| Testigo             | 1,42         | 2,03                 |
| EE y Sign           | ±0,01 P>0,05 |                      |

| Número de hojas     | Días         | Medias<br>Originales |
|---------------------|--------------|----------------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>59</b>    |                      |
| Compost             | 4,65a        | 13,37                |
| Biol                | 3,65a        | 13,33                |
| Testigo             | 3,35b        | 11,27                |
| EE y Sign           | ±0,02 P<0,05 |                      |

**Anexo 6. Análisis estadístico para el diámetro de tallo (mm) en el cultivo *B. vulgaris* (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero.**

| Diámetro de Tallo<br>(mm) | Días         | Diámetro de Tallo<br>(mm) | Días          |
|---------------------------|--------------|---------------------------|---------------|
| <b>Tratamientos</b>       | <b>8</b>     | <b>Tratamientos</b>       | <b>59</b>     |
| Compost                   | 1,04a        | Compost                   | 13,95a        |
| Biol                      | 1,02a        | Biol                      | 13,13a        |
| Testigo                   | 0,93b        | Testigo                   | 10,92b        |
| EE y Sign                 | ±0,01 P<0,05 | EE y Sign                 | ±0,16 P>0,001 |

**Anexo 7. Análisis estadístico para área foliar (m<sup>2</sup>) en el cultivo *B. vulgaris* (acelga), a los 8 y 59 días en condiciones de invernadero.**

| Área Foliar (m <sup>2</sup> ) | Días      |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Tratamientos</b>           | <b>8</b>  |
| Compost                       | 0,00100a  |
| Biol                          | 0,00067ab |
| Testigo                       | 0,00052b  |
| EE y Sign                     | ±0 P<0,05 |

| Área Foliar (m <sup>2</sup> ) | Días      |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Tratamientos</b>           | <b>59</b> |
| Compost                       | 0,06      |
| Biol                          | 0,05      |
| Testigo                       | 0,04      |
| EE y Sign                     | ±0 P>0,05 |

**Anexo 8. Análisis estadístico para altura de planta (cm) en el cultivo *B. campestris* var. *Pekinensis* (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero.**

| Altura (cm)         | Días         |
|---------------------|--------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>10</b>    |
| Compost             | 4a           |
| Biol                | 3,66a        |
| Testigo             | 2,9b         |
| EE y Sign           | ±0,09 P<0,05 |

| Altura (cm)         | Días         |
|---------------------|--------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>51</b>    |
| Compost             | 38,97a       |
| Biol                | 33,43a       |
| Testigo             | 14,81b       |
| EE y Sign           | ±1,44 P<0,05 |

**Anexo 9. Análisis estadístico para número de hojas en el cultivo *B. campestris* var. *Pekinensis* (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero.**

| Número de hojas     | Días          | Medias Originales |
|---------------------|---------------|-------------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>10</b>     |                   |
| Compost             | 1,41          | 1,92              |
| Biol                | 1,38          | 1,69              |
| Testigo             | 1,41          | 2,03              |
| EE y Sign           | ±0,04 P >0,05 |                   |

| Número de hojas     | Días          | Medias Originales |
|---------------------|---------------|-------------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>51</b>     |                   |
| Compost             | 3,58          | 12,89             |
| Biol                | 3,33          | 11,11             |
| Testigo             | 2,77          | 7,71              |
| EE y Sign           | ±0,07 P >0,05 |                   |

Anexo 10. Análisis estadístico para el diámetro de follaje (mm) en el cultivo *B. campestris* var. *Pekinensis* (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero.

| Diámetro de Follaje (mm) | Días          | Diámetro de Follaje (mm) | Días           |
|--------------------------|---------------|--------------------------|----------------|
| Tratamientos             | 10            | Tratamientos             | 51             |
| Compost                  | 5,95          | Compost                  | 27,42a         |
| Biol                     | 4,69          | Biol                     | 24,3a          |
| Testigo                  | 3,8           | Testigo                  | 12b            |
| EE y Sign                | ±0,20 P >0,05 | EE y Sign                | ±0,57 P >0,001 |

Anexo 11. Análisis estadístico para área foliar (m<sup>2</sup>) en el cultivo *B. campestris* var. *Pekinensis* (Col China), a los 10 y 51 días en condiciones de invernadero.

| Área Foliar (m <sup>2</sup> ) | Días       | Área Foliar (m <sup>2</sup> ) | Días          |
|-------------------------------|------------|-------------------------------|---------------|
| Tratamientos                  | 10         | tratamientos                  | 51            |
| Compost                       | 0,00100    | Compost                       | 4,77a         |
| Biol                          | 0,00082    | Biol                          | 4,42a         |
| Testigo                       | 0,00053    | Testigo                       | 2,17b         |
| EE y Sign                     | ±0 P >0,05 | EE y Sign                     | ±0,10P >0,001 |

Anexo 12. Análisis estadístico para la altura de planta (cm) en el cultivo *S. oleracea* L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero.

| Altura(cm)   | Días          | Altura(cm)   | Días        |
|--------------|---------------|--------------|-------------|
| Tratamientos | 23            | Tratamientos | 43          |
| Compost      | 7,3b          | Compost      | 12,55a      |
| Biol         | 9,05a         | Biol         | 13,07a      |
| Testigo      | 4,29c         | Testigo      | 7,55b       |
| EE y Sign    | ±0,12P <0,001 | EE y Sign    | ±0,47P<0,05 |

**Anexo 13. Análisis estadístico para número de hojas en el cultivo *Spinacia oleracea* L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero.**

| Número de hojas     | Días         | Medias Originales |
|---------------------|--------------|-------------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>23</b>    |                   |
| Compost             | 2,22         | 4,94              |
| Biol                | 2,24         | 5,09              |
| Testigo             | 1,73         | 3,00              |
| EE y Sign           | ±0,05P >0,05 |                   |

| Número de hojas     | Días        | Medias Originales |
|---------------------|-------------|-------------------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>43</b>   |                   |
| Compost             | 2,38ab      | 7,31              |
| Biol                | 2,69a       | 7,82              |
| Testigo             | 2,23b       | 5,00              |
| EE y Sign           | ±0,05P=0,05 |                   |

**Anexo 14. Análisis estadístico para el diámetro de tallo (mm) en el cultivo *S. oleracea* L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero.**

| Diámetro de Tallo (mm) | Días         |
|------------------------|--------------|
| <b>Tratamientos</b>    | <b>23</b>    |
| Compost                | 2,76b        |
| Biol                   | 4,18a        |
| Testigo                | 2,53c        |
| EE y Sign              | ±0,09P>0,001 |

| Diámetro de Tallo (mm) | Días          |
|------------------------|---------------|
| <b>Tratamientos</b>    | <b>43</b>     |
| Compost                | 5,18b         |
| Biol                   | 6,65a         |
| Testigo                | 4,29c         |
| EE y Sign              | ±0,06P <0,001 |

**Anexo 15. Análisis estadístico para área foliar (m<sup>2</sup>) en el cultivo *S. oleracea* L. (Espinaca), a los 23 y 43 días en condiciones de invernadero.**

| Área Foliar (m <sup>2</sup> ) | Días         |
|-------------------------------|--------------|
| <b>Tratamientos</b>           | <b>23</b>    |
| Compost                       | 0,11         |
| Biol                          | 0,15         |
| Testigo                       | 0,09         |
| EE y Sign                     | ±0,02P >0,05 |

| Área Foliar (m <sup>2</sup> ) | Días         |
|-------------------------------|--------------|
| <b>Tratamientos</b>           | <b>43</b>    |
| Compost                       | 0,76b        |
| Biol                          | 1,05a        |
| Testigo                       | 0,8b         |
| EE y Sign                     | ±0,03P >0,05 |

