



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“EVALUACIÓN DE HUMUS Y COMPOST EN MEZCLAS CON
MATERIALES ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS ALTERNATIVOS
PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica
oleracea* L.) EN LA QUINTA EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA”**

Tesis de Grado previa a la
obtención del Título de Ingeniero
Agrónomo.

AUTOR:

CLAUDIO ALEXANDER ORDOÑEZ CABRERA

DIRECTOR:

Ing. FRANCISCO JAVIER GUAYLLAS GUAYLLAS Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2017

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

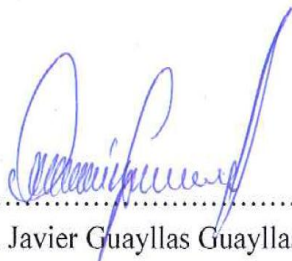
Ing. Javier Guayllas Guayllas Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que el presente trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE HUMUS Y COMPOST EN MEZCLAS CON MATERIALES ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA QUINTA EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA”** de la autoría del Egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica: **CLAUDIO ALEXANDER ORDOÑEZ CABRERA**, previo a optar el Grado de Ingeniero Agrónomo, ha sido dirigido y revisado minuciosamente dentro del cronograma aprobado, por lo que cumple con los requisitos reglamentarios, autorizando su presentación y defensa correspondiente para los fines legales pertinentes.

Loja, Enero del 2017



.....
Ing. Javier Guayllas Guayllas Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Una vez cumplida la reunión del tribunal de calificación del trabajo final de tesis titulada: “EVALUACIÓN DE HUMUS Y COMPOST EN MEZCLAS CON MATERIALES ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA QUINTA EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA”, de la autoría del Señor Claudio Alexander Ordoñez Cabrera, egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica, se propuso algunas correcciones de forma, las mismas que han sido incluidas en el documento final.

En virtud nos permitimos certificar el trabajo final consolidado de investigación está acorde a los requisitos de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por lo tanto se autoriza continuar con los trámites correspondientes.

Ing. Bolívar Cueva Cueva Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Max Encalada Córdova Mg. Sc

VOCAL

Ing. Klever Chamba Caillagua

VOCAL

AUTORÍA

Yo, Claudio Alexander Ordoñez Cabrera, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Claudio Alexander Ordoñez Cabrera

Firma:



Cedula: 0302013990

Fecha: Loja, Marzo de 2017

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLEMENTO.

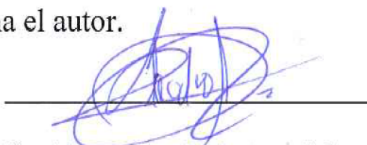
Yo, Claudio Alexander Ordoñez Cabrera, declaro ser autor de la tesis titulada "EVALUACIÓN DE HUMUS Y COMPOST EN MEZCLAS CON MATERIALES ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA QUINTA EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA", como requisito para optar al grado de; **INGENIERO AGRÓNOMO**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y tres días del mes de marzo del dos mil diecisiete, firma el autor.

Firma:



Autor:

Claudio Alexander Ordoñez Cabrera

Numero de cedula:

0302013990

Dirección:

Loja, Barrio Los Geranios.

Correo electrónico:

claudioal-ochotmail.com

Celular

0983859527

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis:

Ing. Javier Guayllas Guayllas Mg. Sc.

Tribunal de grado:

Ing. Bolívar Cueva Cueva Mg. Sc.

PRESIDENTE

Ing. Max Encalada Córdova Mg. Sc.

VOCAL

Ing. Klever Chamba Caillagua

VOCAL

AGRADECIMIENTO

Al terminar mi investigación quiero expresar mi agradecimiento a La Universidad Nacional de Loja, a la Carrera de Ingeniería Agronómica, así como a todos los docentes que depositaron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo en mi formación profesional.

De manera muy especial un sincero agradecimiento al Ingeniero Javier Guayllas Guayllas, quien en su calidad de Director de tesis me brindó su acertado asesoramiento durante el desarrollo de la investigación

De igual manera un agradecimiento cordial al Responsable de la Estación Experimental Docente “La Argelia” al Ingeniero Teodoro Feijoo y al personal técnico y trabajadores, por el apoyo logístico durante el proceso investigativo

EL AUTOR

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y estima dedico este trabajo a mis padres ELVIA CABRERA y ANIBAL ORDOÑEZ, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho por mí, por su sacrificio y apoyo incondicional.,

A mis hermanos MARIA, JESUS y JULIAN, que con su cariño, amor, comprensión y apoyo supieron darme fuerzas para seguir luchando por mis ideales, para así poder llegar a la culminación de mi carrera profesional; a mi sobrina LUPITA que desde su nacimiento ha sido una fuente de inspiración para seguir adelante para alcanzar esta meta tan anhelada.

A Dios por concederme salud y firmeza en cada paso que doy, a mis amigos y amigas, quienes a lo largo de todo este proceso compartieron conmigo todas esas aventuras durante nuestra estadía en la universidad.

Claudio Ordoñez

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	ii
APROBACIÓN.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN	xxi
ABSTRACT.....	xxii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 SUSTRATO	4
2.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS.....	6
2.2.1 Granulometría.....	7
2.2.2 Porosidad.....	7
2.2.3 Agua fácilmente disponible.....	8
2.2.4 Densidad.....	8
2.2.5 Estructura	8

2.3	PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUSTRATO	9
2.3.1	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	9
2.3.2	Salinidad.....	10
2.3.3	pH.....	11
2.3.4	Relación Carbono/Nitrógeno	13
2.4	MATERIALES UTILIZADOS COMO SUSTRATOS.....	13
2.4.1	Según el origen de los materiales.....	14
2.5	ORIGEN DEL CULTIVO DEL BRÓCOLI	15
2.6	CULTIVO DE BRÓCOLI EN EL ECUADOR.....	15
2.7	IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI EN LA ALIMENTACIÓN.	16
2.8	CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	17
2.9	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	17
2.9.1	Raíz	18
2.9.2	Hojas	18
2.9.3	Flor	18
2.9.4	Inflorescencia	18
2.9.5	Fruto	19
2.9.6	Semillas.....	19
2.10	CICLO VEGETATIVO	19
2.11	CLIMA.....	19
2.12	TIPOS DE SUELOS	20
2.13	RIEGO	20
2.14	FERTILIZACIÓN.....	20

2.15	SIEMBRA.....	21
2.16	GERMINACIÓN.....	21
2.16.1	Proceso de la germinación.....	22
2.17.1	Absorción de agua.....	24
2.17.2	Efecto de la temperatura.....	24
2.17.3	Luz.....	25
2.17.4	Latencia.....	26
2.18	FACTORES QUE INHIBEN LA GERMINACIÓN.....	28
2,15.1	Factores endógenos	28
2.15.2	Factores exógenos	29
2.19	TASA DE CRECIMIENTO.....	29
2.20	TRASPLANTE	30
2.21	COSECHA	30
2.22	PRINCIPALES PLAGAS EN SEMILLEROS DE HORTALIZAS.....	30
2.22.1	Cortadores, tierrero rosquilla (Agrotis spp.),	30
2.22.2	Gusano cachudo (Manduca sexta).	31
2.23.1	Damping off.	32
2.23.2	Enfermedades causadas por virus	33
2.24	PLANTA DE CALIDAD.....	33
2.25	ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON.....	34
2.26	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LOS SUSTRATOS	34
2.26.1	Turbas.....	34

2.26.2	Cascarilla de arroz.....	36
2.26.3	Cascarilla de maní.....	36
2.26.4	Bagazo de caña.....	37
2.26.5	Compost	38
2.26.6	Humus	39
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	41
3.1.1	MATERIALES	42
3.1.2	Materiales de campo	42
3.1.3	Insumos	43
3.1.4	Materiales de oficina.....	43
3.2	METODOLOGÍA	44
3.2.1	Diseño Experimental.....	44
3.2.2	Descripción de los tratamientos.....	45
3.2.3	Análisis.....	46
3.2.4	Características del ensayo.....	46
3.3.5	Metodología para el primer objetivo.....	51
3.3.5.1	VARIABLES EN ESTUDIO.....	51
3.3.6	Metodología para el segundo objetivo.....	54
4	RESULTADOS.....	55
4.1	RESULTADOS PARA EL PRIMER OBJETIVO	55
4.1.1	Porcentaje de Germinación (%).	55
4.1.2	Altura de la planta (cm).....	58

4.1.3	Longitud de la raíz.	60
4.1.4	Numero de Hojas.....	62
4.1.5	Diámetro del tallo.....	64
4.1.6	Materia seca parte aérea.....	66
4.1.7	Materia seca de Raíces.....	68
4.1.8	Materia seca total.	69
4.1.9	Índice de calidad	70
4.2	RESULTADOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO.....	71
4.2.1	Costos Variables.	71
4.2.2	Costos Fijos del ensayo.....	75
V.	DISCUSIÓN.....	76
VI.	CONCLUSIONES	80
VII.	RECOMENDACIONES.....	81
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	82
IX.	ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo; A, Mapa del Ecuador; B, Mapa de la provincia de Loja; C, Barrio la Argelia.	41
Figura 2. Distribución de las plántulas en la unidad experimental.	46
Figura 3. Materiales utilizados en el ensayo; A, Cascarilla de maní; B, Cascarilla de arroz; C, Bagazo de caña; D, Humus; E, Compost; F, Turba.	49
Figura 4. Preparación de los materiales: A, Picado del bagazo de caña; B, Tamizado del Compost.	87
Figura 5. Siembra de semillas de brócoli; A, Siembra en la cámara descontaminada; B, colocación de las 20 semillas en la caja Petri; C, semillas en la germinadora	87
Figura 6. Siembra en el T8; A, colocación de las semillas en las bandejas con la supervisión del director; B, Semillas colocadas en el sustrato.	88
Figura 7. Etiquetas colocadas en las bandejas del ensayo	88
Figura 8. Etiquetado de plántulas; A, tesista colocando la etiqueta en el T11; B, plántulas de brócoli etiquetadas en el T15.	89
Figura 9. Plántulas de brócoli a los 8 días después de la siembra; A, en el sustrato elaborado con cascarilla de arroz T9; B, en el sustrato elaborado con Humus T1.	89
Figura 10. Medición de las plántulas a los 10 días; A, Medición en un sustrato elaborado por cascarilla de arroz T9; B, Medición en un sustrato elaborado por compost T2.	90
Figura 11. Plántulas de brócoli a los 15 días después de la siembra.	90
Figura 12. Medición de las variables en estudio en el T8; A. medición de la plántula; B, medición de la longitud de la raíz.	91

Figura 13. Control fitosanitario para Damping of; A, Fumigación a las plántulas por parte del tesista; B, Producto químico utilizado para el control del Damping goff.....	91
Figura 14. Difusión de los resultados preliminares, con la presencia del director de tesis, alumnos del sexto ciclo de la Carrera de Ingeniería Agronómica y docentes de la Estación Experimental de la UNL; Noviembre 2016.	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Propiedades de la Turba.....	35
Cuadro 2. Propiedades de la Cascarilla de Arroz.....	36
Cuadro 3. Composición de la cascarilla de maní, análisis realizado en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja.....	37
Cuadro 4. Composición del bagazo de caña, análisis realizado en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja.....	38
Cuadro 5. Propiedades del compost.....	39
Cuadro 6. Propiedades del Humus.....	40
Cuadro 7. Conformación de los tratamientos (Sustratos) a evaluar.....	45
Cuadro 8. Descripción de la unidad experimental.....	47
Cuadro 9. Distribución de las bandejas en el invernadero.....	48
Cuadro 10. Porcentaje de germinación de semillas de brócoli en el laboratorio.....	55
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en el cultivo de brócoli a los 16 días después de la siembra.....	56
Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de germinación a los 16 días en el cultivo de brócoli.....	57
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable altura de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra.....	58
Cuadro 16. Prueba de medias de Tukey para la variable altura de la planta a los 30 días en el cultivo de brócoli.....	59
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz de brócoli a los 30 días después de la siembra.....	61

Cuadro 19. Prueba de medias de Tukey para la variable longitud de la raíz en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra.....	61
Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable número de hojas en el cultivo de brócoli a los 30 días de la siembra.....	63
Cuadro 22. Prueba de medias de Tukey para la variable número de hojas en el cultivo de brócoli a los 30 días de la siembra.	63
Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra.	64
Cuadro 25. Prueba de medias de Tukey para la variable diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra en el cultivo de brócoli.	65
Cuadro 27. Análisis de varianza para la variable materia seca de la parte aérea en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra.	66
Cuadro 28. Prueba de medias de Tukey para la variable materia seca de la parte aérea en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra.	67
Cuadro 30. Materia seca de raíces de plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra	68
Cuadro 31. Prueba de medias de Tukey al 5% para la variable materia seca de raíces a los 30 días después de la siembra.....	68
Cuadro 32. Materia seca total de plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra.....	69
Cuadro 33. Índice de calidad de Dickson en plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra.	70
Cuadro 34. Costos variables asociados a la producción de 100 plántulas de brócoli.....	72
Cuadro 35. Costos por kilogramo de cada sustrato utilizado en el ensayo.	74
Cuadro 36. Costos fijos del ensayo	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Porcentaje de germinación promedio en el cultivo de brócoli, a los 4, 8, 12 y 16 días después de siembra.	97
Grafico 2. Altura de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra para cada tratamiento evaluado,.....	98
Grafico 3. Longitud de la raíz en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra,	98
Grafico 4. Numero de hojas en la planta de brócoli a los 30 días después de la siembra,.....	99
Grafico 5. Diámetro del tallo de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra,.....	99
Grafico 6. Materia seca aérea de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra,.....	100
Grafico 7. Materia seca radicular de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra,	100

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de los sustratos.....	87
Anexo 2. Siembra de semillas en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de La Universidad Nacional de Loja.....	87
Anexo 3. Siembra de las semillas en los sustratos a evaluar.....	88
Anexo 4. Etiquetado de los tratamientos a evaluar.....	88
Anexo 5. Etiquetado de las 20 plan.....	89
Anexo 6. Plántulas de brócoli a los 8 días después de la siembra.....	89
Anexo 7. Medición de las plántulas de brócoli a los 10 días después de la siembra.....	90
Anexo 8. Plántulas de brócoli a los 15 días después de la siembra.....	90
Anexo 9. Medición de las variables en estudio a los 30 días después de la siembra.....	91
Anexo 10. Control de Damping off en plántulas de brócoli.....	91
Anexo 11. Socialización de los resultados, como medio de difusión de la importancia de la investigación.....	92
Anexo 12. Actividades realizadas durante la exposición de los resultados.....	92
Anexo 13. Tríptico de resultados entregado en la socialización.....	93
Anexo 14. Costos variables para los tratamientos.....	95
Anexo 15. Costos fijos del ensayo.....	97
Anexo 16. Gráficos de las variables agronómicas estudiadas.....	97
Anexo 17. Porcentaje de germinación a los 4 días después de la siembra.....	101
Anexo 18. Porcentaje de germinación a los 8 días después de la siembra.....	101
Anexo 19. Porcentaje de germinación a los 12 días después de la siembra.....	102
Anexo 20. Porcentaje de germinación a los 16 días después de la siembra.....	102

Anexo 21. Altura de la planta a los 5 días después de la siembra..	103
Anexo 22. Altura de la planta a los 20 días después de la siembra..	106
Anexo 23. Altura de la planta a los 30 días después de la siembra..	109
Anexo 24. Altura de la planta a los 30 días después de la siembra..	112
Anexo 25. Longitud de la raíz a los 30 días después de la siembra..	115
Anexo 26. Diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.....	118
Anexo 27. Peso seco de 20 plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra.....	121
Anexo 28. Peso seco de 20 raíces de brócoli a los 30 días después de la siembra.	123
Anexo 29. Temperatura diaria en el invernadero de la Estación Experimental “La Argelia” durante el periodo 26 de Octubre al 25 de Noviembre del 2016	125

“EVALUACIÓN DE HUMUS Y COMPOST EN MEZCLAS CON MATERIALES ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA QUINTA EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA”

RESUMEN

El trabajo de investigación se lo realizó en el invernadero de la Estación Experimental Docente “La Argelia” perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, el propósito fue evaluar el efecto de 14 sustratos orgánicos, a partir de la mezcla de materiales orgánicos (cascarilla de maní, cascarilla de arroz y bagazo de caña) con humus y compost, en el crecimiento de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.).

Para determinar el sustrato que ofrece un mayor beneficio económico se realizó la evaluación a través de costos parciales, tomando como base los costos por sustrato y el rendimiento en plántulas trasplantables por sustrato, obteniéndose así el costo de planta de brócoli.

El comportamiento de la turba (sustrato comercial) es inferior al resto de los sustratos utilizados en el ensayo por presentar bajo porcentaje de germinación y altura de la planta a los 30 días después de la siembra; mientras tanto, los sustratos orgánicos (cascarilla de maní y humus) se obtuvieron los mejores resultados.

Tomando en cuenta el desempeño vegetativo de las distintas variables evaluadas y el análisis financiero realizado, los sustratos T1, T8, T13 y T14, ofrecen los mejores resultados para la producción de plántulas de brócoli a nivel de invernadero. Los sustratos (Cascarilla de maní con compost y humus) brindaron los mejores resultados, son mucho más económicos y rentables (\$1.62 y \$1.95, respectivamente) en comparación al sustrato comercial (turba: \$6.0), lo que significa 75 % más económico frente a la turba.

Palabras clave:

Sustrato, orgánicos, plántulas, comportamiento, comparación.

ABSTRACT

The research work was carried out inside the Experimental Teaching Station "La Algeria" belonging to the Universidad Nacional de Loja, the purpose was to evaluate the effect of 14 organic substrates, from the mixture of organic materials (peanut shell, Rice husk and cane bagasse) with humus and compost, on the growth of broccoli seedlings (*Brassica oleracea* L.).

In order to determine the substrate that offers a greater economic benefit, the evaluation was done through partial costs, based on the costs for the substrate and the yield in transplantable seedlings per substrate, obtaining the cost of the broccoli plant.

The behavior of the peat (commercial substrate) is inferior to the rest of the substrates used in the test to be presented under germination percentage and plant height at 30 days after sowing; Meanwhile, the organic substrates (peanut shell and humus) obtained the best results.

Taking into account the vegetative performance of the variables evaluated and the financial analysis performed, the substrates T1, T8, T13 and T14, offer the best results for the production of broccoli seedlings at the greenhouse level. The substrates provided the best results, they are much more economical and profitable (\$ 1.62 and \$ 1.95, respectively) compared to the commercial substrate (peat: \$ 6.0), which means 75% cheaper compared to the Peat

Keywords:

Substrate, organic, seedlings, behavior, comparison.

I. INTRODUCCIÓN.

En la producción de cultivos hortícolas es estratégica la fase de crecimiento inicial de la planta, ya que es imprescindible una planta de calidad para obtener una buena producción al final del cultivo y el medio de crecimiento es un factor importante para lograr una planta de calidad (Picón, 2013).

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo (*Sphagnum peat moss*); sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible, ha comenzado a restringir su uso (Picón, 2013). En la provincia de Loja existe un enorme potencial para la producción de sustratos orgánicos con iguales o mejores condiciones que las turbas comerciales. El contexto de la investigación fue utilizar diferentes sustratos alternativos en la producción de plántulas de brócoli, utilizando diversos materiales disponibles en la provincia de Loja: cascarilla de arroz, cascarilla de maní, bagazo de caña, humus y compost.

Mediante la divulgación de los resultados obtenidos, los productores podrán emprender la implementación de una nueva alternativa tecnológica en la producción agrícola en la región, porque beneficiará la producción de hortalizas, especialmente el cultivo de brócoli,

La sobreexplotación de los recursos naturales para la elaboración de turbas comerciales tipo Peat Moss, repercute en cambios drásticos en la ecología de los países productores de los mismos, los cuales se ven obligados a reducir el uso de los recursos naturales utilizados para la producción y utilizarlos para elaboración del sustrato comercial (García, 2006).

Cuando los almácigos se realizan en bandejas, el sustrato empleado cobra fundamental importancia, puesto que determina en gran parte la calidad de ese almácigo. No obstante, debido al alto costo de los sustratos importados, surge la necesidad de disponer de un material producido localmente, de permanente disponibilidad y de probada calidad e inocuidad que permita fortalecer e implementar el manejo agroecológico, en la producción de hortalizas de la región.

Las exigencias cada vez más acentuadas en oferta y calidad, ha llevado a que la producción de almácigos de hortalizas se desarrolle de tal forma que actualmente sea una actividad específica de un viverista. Un buen almácigo garantiza todo el cultivo posterior, por lo que la aplicación de la tecnología en su elaboración es un requerimiento importante (García, 2006).

En esta investigación se evaluó el desempeño de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.), utilizando catorce sustratos alternativos, conformados por diferentes mezclas de materiales orgánicos como humus y compost; en comparación al sustrato testigo (T0), conformado totalmente por peat moss.

Los materiales utilizados para la elaboración de los sustratos alternativos son los siguientes: cascarilla de maní, cascarilla de arroz, bagazo de caña y los abonos orgánicos humus y compost,

En la investigación se evaluaron las variables de respuesta: porcentaje de germinación y altura de la planta; cuando las plantas estuvieron listas para su trasplante, se determinó el diámetro del tallo, materia seca de parte aérea y de raíces, además se evaluó la longitud de la raíz.

Para contribuir al mejoramiento de los procesos de producción del cultivo de brócoli se propuso los siguientes objetivos:

- Evaluar el crecimiento y calidad de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en los diferentes sustratos elaborados a base de mezclas de humus y compost con diferentes materiales orgánicos a nivel de semillero.
- Evaluar costos de producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) por cada uno de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 SUSTRATO

García (2006), manifiesta, que el principal factor del que depende el éxito de un cultivo en contenedor es la calidad del sustrato elegido y la finalidad más importante de un sustrato es producir una planta de alta calidad en un tiempo menor, a bajo costo.

Para Calderón (2006), el término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno.

Calderón (2006), indica que un sustrato ideal para el buen desarrollo en la fase de semillero tiene que tener una proporción 1:1:1, es decir una tercera parte de tierra, otra de materia orgánica y otra de arena o cualquier medio que facilite una buena estructura del sustrato.

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta INFOAGRO (2010).

García (2006), indica, que en condiciones muy intensivas de producción hortícola en almácigo, el empleo de los sustratos se justifica por varias razones. Se tiende a sustituir el suelo natural para poder controlar mejor los parámetros de crecimiento y de desarrollo de los cultivos a través del:

- Tenor de aire en el sustrato,
- Control del tenor de agua y elementos minerales,
- Desinfección fácil de los sustratos, disminución de parásitos y fácil control,
- Extensión del período de producción,
- Desplazamiento más fácil de las plantas,
- Repique con alto grado de éxito, sin daño de las raíces.

García (2006), cita las siguientes ventajas de la siembra en almácigos frente a la siembra directa:

- Mayor stand de plantas.
- Posibilidad de selección de la plántula
- Cultivos con menos tiempo en el campo, hasta un 30 % más cortó el ciclo del cultivo.

A los sustratos se los puede clasificar según su origen como (Hernández, 2012):

Naturales:

- Grava
- Arena
- Tierra Volcánica
- Turba
- Corteza de árboles
- Fibra de Coco
- Cascarilla de arroz
- Composta de residuos agrícolas y urbanos, entre otros

Artificiales

- Lana de roca

- Perlita
- Vermiculita
- Arcilla expandida
- Poliestireno expandido

2.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS

Según Nuez (2001), las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primerísima importancia. Una vez que el medio esté en el contenedor, y la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho medio.

García (2006), indica que generalmente suele darse más importancia a las propiedades físicas de los sustratos, ya que una vez seleccionada una mezcla como medio de cultivo, apenas puede modificarse su estructura física, a diferencia de su composición química, que puede ser alterada durante el desarrollo de la planta, mediante el riego y el abonado. Las propiedades físicas más importantes que permiten evaluar la capacidad de un material como sustrato, o comparar diferentes materiales, son:

- Distribución del tamaño de partículas o granulometría
- Porosidad, y su reparto entre las fases líquida y gaseosa, es decir: capacidad de retención de agua y porosidad de aire.

Las características físicas de un sustrato que, generalmente son consideradas en un análisis de rutina, son densidad aparente, porosidad y curva de retención de agua.

Según García (2006), sugiere los valores “ideales” para un sustrato (como porcentaje del volumen total): el total de espacio poroso (PT) sería 85 %; porosidad del aire (PAI) 10-30 %;

agua fácilmente disponible (AFD) 20-30 %; y capacidad buffer del agua (agua de reserva) (AR) 4-10 %.

2.2.1 Granulometría.

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

De la naturaleza y del tamaño de partículas del sustrato dependerán principalmente sus propiedades físicas, como el reparto de aire y agua y la disponibilidad para las raíces Gallo y Viana (2005).

2.2.2 Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinada, así como lo indica INFOAGRO (2010).

Según Nuez (2001), el total de poros existentes en un sustrato se divide entre: 1) Poros capilares de pequeño tamaño (< 30 micrómetros), que son los que retienen el agua y 2) Poros no capilares o macro poros, de mayor tamaño (> 30 μm), que son los que se vacían después que el

sustrato ha drenado. Sin embargo, los poros no drenan completamente y una fina película de agua es retenida alrededor de las partículas del sustrato.

2.2.3 Agua fácilmente disponible.

Según Nuez (2001), el agua fácilmente disponible es la diferencia entre el volumen de agua retenido por el sustrato, después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión matricial y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de capacidad de absorción. El valor óptimo para el agua fácilmente disponible oscila entre el 20 y el 30% del volumen.

2.2.4 Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-0.1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura. (INFOAGRO, 2010).

2.2.5 Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta

facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas, así lo señala, INFOAGRO (2010).

2.3 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUSTRATO

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza.

Según Gallo y Viana (2005), mencionan que las propiedades químicas más importantes de los materiales para un medio de crecimiento son:

2.3.1 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Gallo y Viana (2005) indica que la capacidad de intercambio catiónico refleja la cantidad de cationes que pueden ser retenidos por los suelos, expresada en miliequivalentes (meq)/100 g de suelo, aunque en la actualidad se utiliza la unidad cmolc/kg. A medida que la CIC es más elevada la fertilidad del suelo aumenta. Sus valores pueden oscilar entre:

- Suelos arenosos.....5 meq/100
- Suelos francos5-15 meq/100
- Suelos arcillosos15-25 meq/100

Un exceso de calcio cambiante puede interferir la asimilación de magnesio y de potasio. La relación óptima Ca/Mg debe estar alrededor de 5. También, un exceso de potasio puede interferir la absorción de magnesio. La relación óptima K/Mg debe estar entre 0,2 y 0,3. Un elemento es asimilable cuando se encuentra en estado soluble en la solución del suelo o

cuando está incorporado al enjambre de iones fijados por el complejo de cambio; y no es asimilable cuando es inmóvil y está precipitado formando parte de una molécula sólida mineral u orgánica.

Según Nuez (2001), la CIC se define como la suma de los cationes cambiabiles que pueden ser adsorbidos por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para la planta.

Para Vifinex (2002) la capacidad de intercambio catiónico es una medida de la capacidad de un sustrato para contener los nutrientes que se encuentran en él. Estos nutrientes no son lavados por el agua, por lo que están disponibles para la planta. Esto significa que con un valor alto de CIC la fertilización de base tendrá mayor eficiencia por no ser tan sensibles a la lixiviación. Ese medio podrá almacenar más cantidades de K, Ca y Mg que en un medio con una CIC más baja. También hay menos riesgos de exceso de K, Ca y Mg, ya que el complejo de cambio puede absorber el exceso. Con un sustrato de baja CIC las fertilizaciones deben ser más pequeñas y frecuentes.

La capacidad de los sustratos orgánicos para adsorber cationes metálicos depende del pH: Cuando más alto es el pH, más elevada es la capacidad de intercambio catiónico. Para una turba rubia, la capacidad de intercambio catiónico se incrementa desde 50 hasta 100 meq/100 g cuando el pH aumenta desde 3.5 hasta 5.5.

2.3.2 Salinidad

La salinidad de una solución acuosa se mide por su contenido en sales disueltas (mg/l o ppm) o, más comúnmente, por su capacidad para conducir la corriente eléctrica o conductividad (en miliSiemens por cm, mS/cm, o microSiemens por cm, μ S/cm), Gallo y Viana (2005).

El efecto más común de la salinidad, es un retraso general en el crecimiento de la planta, aunque no todas las partes de la planta son afectadas igualmente, el crecimiento aéreo muy a menudo se suspende más que el crecimiento de la raíz.

2.3.3 pH.

Según Nuez (2001), la planta de una hortaliza puede sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desórdenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren en forma asimilable. No obstante el crecimiento y el desarrollo de las plantas se ven reducidos de modo marcado en condiciones de acidez o alcalinidad extremas. El factor de pH en el suelo afecta directamente a la disponibilidad de nutrientes y minerales. Niveles de pH extremas pueden afectar negativamente a las plantas; por ejemplo, el calcio, el fósforo y el magnesio son menos disponibles para las semillas en suelos de pH bajo, mientras que el aluminio y el manganeso se encuentran disponibles en niveles tóxicos en suelos de pH alto.

Según Gallo y Viana (2005), en sustratos orgánicos, el rango óptimo de pH para el crecimiento de plantas está entre 5,0 y 6,5, lo que no excluye que no puedan crecer satisfactoriamente fuera de ese intervalo. El tipo de suelo y el contenido de materia orgánica también influyen en la cantidad de cal que se debe agregar. Los suelos con alto contenido de materia orgánica o arcilla requieren más cal que los arenosos para elevar el pH en una unidad.

Los fertilizantes tienen un efecto considerable sobre el pH del agua de irrigación, en la que se disuelven. El pH óptimo de la solución del suelo está entre 5,5 y 7. Valores demasiado altos de pH (<7,5) disminuyen la disponibilidad de fósforo, zinc y hierro para las plantas, y se

pueden formar precipitados de carbonatos y ortofosfatos de calcio y magnesio en tuberías y emisores, García (2006),

2.3.4 Giberelinas

Las giberelinas (GAs) son hormonas que estimulan la síntesis de enzimas hidrolíticas de α -amilasa, en la capa de aleurona (Davies, 2004), activando la transcripción de los genes que codifican para dichas proteínas (Sponsel y Hedden 2004). Las amilasas degradan el almidón y los productos de la digestión almacenados en la aleurona y el endospermo almidonoso, que luego son movilizados al escutelo para iniciar el crecimiento de las plántulas (Azcón-Bieto & Talón, 2000).

De igual forma, las GAs actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo de las plantas superiores, donde se han identificado aproximadamente 112 giberelinas diferentes, nombradas sucesivamente GA1 , GA2 , GA3 , etc. (Davies, 2004). La aplicación exógena de GAs produce una amplia variedad de respuestas en el crecimiento y desarrollo, donde la inducción del crecimiento del tallo y semillas es probablemente el efecto más evidente. Las GAs poseen más de un sitio de acción en la estructura de la semilla y están directamente relacionadas con la terminación de la latencia del embrión, así como con la reanudación del abastecimiento del endospermo, adicionalmente, existe evidencia de que altera la membrana celular incrementando su permeabilidad, debido a que esta hormona aumenta la extensibilidad y la tensión de relajación de la pared celular, lo que debilita la capa del endospermo y moviliza las reservas en el endospermo (Azcón-Bieto & Talón, 2000).

Son importantes también para inducir rompimiento de la latencia después de la imbibición de las semillas, permitiendo la germinación y crecimiento del embrión. Existen estudios sobre la estimulación de la germinación mediante el uso de giberelinas (GA3) en

semillas de hortalizas, no obstante, los resultados obtenidos en este estudio son contrarios a lo esperado, por tal razón es importante determinar la dosis exacta de esta hormona en variedades de tomate, ya que estos estudios se han realizado en híbridos (Sponsel y Hedden 2004).

2.3.5 Relación Carbono/Nitrógeno

Como lo afirma Gallo y Viana (2005), se usa tradicionalmente como un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y de su estabilidad. Los daños que aparecen sobre las plantas cultivadas en materiales orgánicos inmaduros son, en parte por una inmovilización del nitrógeno como a una baja disponibilidad de oxígeno en la rizosfera. Esta situación está provocada por la actividad de los microorganismos, que descomponen los materiales orgánicos crudos y utilizan el N para la síntesis de sus proteínas celulares.

Según Vifinex (2002) para cada medio o sustrato orgánico, el contenido de nitrógeno en relación con el carbón, es una característica muy importante que se debe considerar. La descomposición de la materia orgánica ocurre por la acción de los microbios. En un suelo el nitrógeno debe estar disponible a los microbios en una cantidad de al menos 1 a 30 de carbono. Cuando la relación C:N es mayor a 30, el nitrógeno disponible es utilizado primero por los microbios que por las raíces del cultivo, creándose deficiencias nutricionales por este elemento.

2.4 MATERIALES UTILIZADOS COMO SUSTRATOS.

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos utilizados en la producción de plántulas, los cuales se clasifican según el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, así lo indica INFOAGRO (2010).

A continuación se detallan los más utilizados, de acuerdo a sus propiedades.

- Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.

- Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato.

Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal, según INFOAGRO (2010).

2.4.1 Según el origen de los materiales.

2.4.1.1 Materiales orgánicos

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

2.4.1.2 Materiales inorgánicos.

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.).

2.5 ORIGEN DEL CULTIVO DEL BRÓCOLI.

Sea (2006), manifiesta que el brócoli es originario del Mediterráneo oriental y concretamente en Medio Oriente (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.). Los romanos ya cultivaban esta planta, pero hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementarse

Cáceres (1980), indica que el brócoli, tiene un ancestro común en el repollo original. Es una planta silvestre que llegó al Mediterráneo o Asia Menor.

2.6 CULTIVO DE BRÓCOLI EN EL ECUADOR

Debido al incremento en la demanda mundial, la producción del brócoli en el Ecuador, entre el año 2000 al 2016, registró un crecimiento del 41.88%, pasando de 14,989,000 toneladas producidas en el año 2000 a 21,266,789 toneladas en el 2016; presentando así, una tendencia positiva en este periodo, con una tasa de crecimiento anual promedio de 2.99%. Este aumento en la producción también está relacionado a una tendencia de crecimiento en los precios a nivel internacional. Así lo registró el precio del brócoli en el mercado terminal de Los Ángeles, el cual

tuvo un aumento de 30.81%, pasando de 1,046 USD/tm en el año 2000 a 1,368 USD/tm para el 2016, con una tasa de crecimiento promedio anual de 5.20%. El precio mínimo se presentó en el 2000, el cual fue 1,046 USD/tm y el máximo en el año 2010, 2,105 USD/tm (MAGAP, 2016).

2.7 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI EN LA ALIMENTACIÓN.

Este vegetal, pariente de la coliflor y originario de Italia, posee muchas propiedades que ayudan y nutren al organismo. El brócoli cuenta con gran cantidad de Vitamina C; una taza de brócoli picado tiene más Vitamina C que una naranja de tamaño grande. Esta vitamina nos brinda mucha ayuda para mejorar nuestra calidad de vida. Para darnos una idea podemos nombrar la importancia que tiene en la formación de huesos, dientes y tejidos. También en los procesos de cicatrización, digestión y en la curación de los comunes resfriados. El brócoli también contiene fibra y Vitamina B. Esta última, al igual que todas las vitaminas, ayuda enormemente al cuerpo humano. Para destacar sólo algunos de los aportes que nos da, podemos decir que asegura el equilibrio del sistema nervioso y vías cardiovasculares, se considera como un factor antiparalítico que puede contrarrestar los efectos que producen los derrames o parálisis de ciertas partes del cuerpo o bien, evitarlos. También interviene en la absorción de los carbohidratos y en el metabolismo de la grasas (Ilbay, 2012).

Para seguir sumando las ventajas y propiedades magníficas que este vegetal posee, debemos decir que la Vitamina K también está presente. Su función principal es formar la protombina para la coagulación de la sangre, por lo que contribuye a la curación de las hemorragias y elimina las dolencias que a menudo presentamos en ciertas partes del cuerpo que no tiene aparentemente origen alguno, pero son malestares que se asocian con la reducción de protombina en la sangre (Picon, 2013).

2.8 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.

La clasificación botánica del brócoli según Aguirre y Merino (2000), es la siguiente:

Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Magnollidae

Orden: Magnoliales

Familia: Brassicaceae

Genero: Brassica

Especie: oleracea

Nombre científico: *Brassica oleracea* L. Var. Itálica.

Nombre vulgar: Brócoli, Brécol o bróculi,

Planta del brócoli



2.9 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Limongelli (1979), manifiesta que el brócoli es una planta anual o perenne, generalmente de mayor tamaño que la coliflor. El brócoli es muy similar a la coliflor desde el punto de vista botánico, con la diferencia que en su caso, la parte comestible resulta ser la inflorescencia no madura de color verde, mientras que el caso de la coliflor, la parte comestible es la inflorescencia de color blanco, en su estado primordio.

Las características morfológicas son las siguientes:

2.9.1 Raíz

Según Valadez (1994), la raíz principal es pivotante, puede llegar a penetrar hasta 1.20 metros de profundidad en la etapa final del cultivo, mientras que en la fase de semillero la longitud óptima para su trasplante definitivo puede variar entre los 5 y 6 centímetros, el sistema de raíces secundario es muy profuso y abundante

2.9.2 Hojas

Limongelli (1979), manifiesta que las hojas son de color verde oscuro, con espículas largas, limbo hendido, en la base de las hojas puede dejar a lo largo del nervio central que es muy pronunciado, pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de foliolos, tienen hojas de 40 a 50 cm de largo.

2.9.3 Flor

Valadez (1994), señala que las flores son pequeñas, notables debido a su gran número, son completas, regulares e hipóginas, tienen cuatro sépalos y cuatro pétalos de color amarillo, por lo general en ángulo agudo, cerca de la línea mediana y doblada hacia atrás. Existen seis estambres, cuatro más largos que los otros dos, el pistilo simple se compone de dos carpelos y tienen dos lóbulos. La disposición de los pétalos es en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenece.

2.9.4 Inflorescencia

Gordón y Barden, (1992), manifiesta que a diferencia de la coliflor, en el Brócoli se forma una cabeza principal y otras laterales de un color verde oscuro, no tan compactas, sobre un tallo floral menos corto y en un estado de desarrollo más avanzado. La parte comestible está formada por las yemas florales, el tallo y alguna porción de la hoja.

2.9.5 Fruto

García (1952), señala que el fruto es una silicua de color verde oscuro cenizo que mide en promedio de 3 a 4 cm de largo, y que contiene las semillas.

2.9.6 Semillas

Valadez (1994), indica que la semilla tiene forma de una munición y miden de 2 a 3 mm, de diámetro.

2.10 CICLO VEGETATIVO

Rizzo (s/f), manifiesta que ésta hortaliza se trasplanta después de 3 ó 4 semanas de estar en el semillero y el ciclo de cultivo es de 90 a 100 días después del trasplante realizado.

2.11 CLIMA

Limongelli (1979), señala que el brócoli tiene los mismos requerimientos climáticos que la coliflor, aunque es mucho menos sensible al calor. A pesar de que los primeros estadios de crecimiento pueden darse en temperaturas elevadas, la calidad es mejor si las inflorescencias maduran en tiempo frío.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA (1997), menciona que el brócoli se desarrolla bien en los valles interandinos de la sierra, prospera en climas moderados, frescos y húmedos; con una adaptación climática muy amplia lo que hace posible su cultivo durante todo el año. La temperatura media anual a la que el crecimiento y el empellamiento responden bien es de 13 a 15 °C. Proexant, (1992), manifiesta que el brócoli se desarrolla bien en lugares templados y fríos, cuya humedad relativa óptima es del 80% y mínima del 70%. La precipitación anual requerida está comprendida entre 800 a 1200 mm.

2.12 TIPOS DE SUELOS

Las hortalizas crecen en diferentes tipos de suelos, pero su mejor desarrollo y producción se obtiene cuando se cultivan en suelos francos y profundos. Se requiere que los suelos tengan un alto porcentaje de materia orgánica, puesto que cuando carecen de esta, existen problemas en el desarrollo radicular de la planta Knott, et al., (1998).

2.13 RIEGO

Krarpur (1992), señala que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. Se realiza riego al momento del trasplante y los dos días posteriores, no se debe permitírsele sufrir por necesidad de agua, ya que puede alterar el desarrollo fisiológico de la planta y causar formación prematura de cabezas pequeñas. En ambiente meridional con trasplante de mediados de verano el consumo hídrico total para los tres meses hasta la cosecha es de más o menos 4000 m³ /ha (400 mm). La humedad del suelo debe oscilar entre 60% de la capacidad de campo como mínimo, y el 80% como máximo, si la humedad desciende del 50% de la capacidad de campo, la producción puede reducirse entre el 25 y el 30%. En la fase de inducción floral y formación de pella conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, así lo manifiesta Cásseres (1980).

2.14 FERTILIZACIÓN

Cartagena (1998), afirma que el brócoli responde a la aplicación de nitrógeno en dosis de 120 a 240 kg/ha, principalmente cuando se aplica también fósforo de 50 a 210 kg/ha. Sólo durante el primer mes de trasplante se asimila entre el 5 y 10% del total de nutrientes y la asimilación máxima tiene lugar durante la formación de la cabeza. El brócoli es muy sensible a las deficiencias de nutrientes minerales principalmente.

2.15 SIEMBRA

El brócoli se propaga por semilla, para establecer una hectárea, se hace un semillero de aproximadamente 150 m² y se utilizan entre 250 y 300 gramos de semilla.

De acuerdo a Elola (2005), la distancia de siembra utilizada es de 0.30 m a 0.40 m entre plantas y 0.60 m a 0.80 m entre filas.

2.16 GERMINACIÓN.

Se requieren entre seis y ocho días en promedio para que las semillas de brócoli germinen plenamente. Fuera de la buena calidad de la semilla, la velocidad de germinación está influenciada por la temperatura óptima y la humedad del suelo, el cual debe estar a capacidad de campo. La temperatura óptima para la germinación está entre 16 y 28° C; temperaturas menores de 10° C y superiores a 35° C inhiben la germinación, a 15° C se presenta una germinación del 75% y a 35° C germina un 70% de la semilla. Respecto al porcentaje de germinación de las semillas, es importante tener en cuenta su longevidad, la cual depende de las condiciones de conservación que se les proporcionen. Es importante mencionar que las casas distribuidoras de semillas garantizan un porcentaje de germinación que está entre un 85 a un 95%, el cual se indica en la etiqueta del empaque. (Sáenz y Lindig, 2004).

La germinación es el conjunto de procesos metabólicos que se presentan cuando las semillas cuentan con condiciones favorables. Esto les permite transformarse biológica y morfológicamente. Esta etapa culmina cuando la nueva planta es capaz de realizar sus funciones fisiológicas como: la fotosíntesis y la transformación de sustancias orgánicas (Universidad Politécnica de Valencia, 2003).

Desde el punto de vista agronómico, la germinación se completa cuando una plántula puede establecerse en condiciones de campo, alcanzando su autotrofia; es decir, que puede producir todas las sustancias orgánicas que requiere para su crecimiento y desarrollo (Lallana, Elizalde, y García, 2005)

Según la Universidad Politécnica de Valencia (2003), las principales estructuras de la semilla que sufren cambios cuando se inicia el proceso de germinación son:

- Un embrión formado por un eje embrionario y uno, dos o varios cotiledones
- Un endospermo formado por reservas nutritivas, que pueden almacenarse en un tejido especializado o en el propio embrión.
- Una cubierta seminal que recubre y protege a las estructuras antes mencionadas.

Aunque la semilla no sea la única alternativa para la propagación de material genético, se considera una de las formas más antiguas y eficientes, para tal fin. En efecto ya que tiene la capacidad de distribuirse tanto espacial como temporalmente, gracias a su habilidad fisiológica de la dormancia (Lallana, Elizalde, y García, 2005).

2.16.1 Proceso de la germinación.

Para que el proceso de germinación de inicio, es necesario que existan ciertas condiciones ambientales favorables para las semillas y así estas puedan desarrollarse de manera adecuada. Este estado fisiológico lo podemos dividir en tres etapas (Lallana, Elizalde, y García, 2005):

Fase de hidratación: Durante toda esta fase la semilla absorbe cantidades importantes de agua en sus distintas partes, provocando un aumento en su volumen. La rehidratación de las reservas alimenticias, hace que los nutrientes se encuentren disponibles y con esto que se inicien nuevos procesos metabólicos, aumentando así la actividad respiratoria dentro de la semilla.

Fase de germinación: Con las semillas ya hidratadas lo suficiente, se da inicio el transporte de las reservas alimenticias, la activación de enzimas y la movilización de estas últimas hacia el embrión de la semilla, donde se producen los primeros cambios metabólicos, necesarios para el correcto desarrollo de la plántula. Durante esta fase la absorción de agua es mínima o nula.

Fase de crecimiento: Esta última fase se caracteriza por el crecimiento de la radícula, la cual marca el primer cambio morfológico de las semillas. Una vez que la radícula crece y se pone en contacto con el suelo se producen raíces laterales y pelos absorventes, dando inicio así al proceso de absorción de agua y nutrientes.

El inicio de cada una de estas etapas es variable e incluso se presentan de manera simultánea. Esto dependerá del tipo de semilla y de las condiciones ambientales, por lo que el tiempo de germinación es muy variable, incluso entre semillas de la misma especie.

La duración de cada una de las fases antes descritas depende de ciertas propiedades de las semillas, como su contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Estas fases también están influenciadas por las condiciones del medio, como el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, entre otros. (Universidad Politécnica de Valencia, 2003).

2.17 REQUISITOS PARA QUE OCURRA LA GERMINACIÓN

Elena (2011), indica que asumiendo que no existen mecanismos de latencia que impidan germinación, se requiere de la concurrencia de varios factores para que el embrión contenido en la semilla reinicie su desarrollo.

2.17.1 Absorción de agua

Imbibición: Es un caso especial de un fenómeno físico denominado difusión, y como tal, se da sí existe una gradiente de difusión. Se caracteriza por un aumento de volumen de la sustancia o cuerpo que embibe y está íntimamente relacionada con las propiedades de materiales coloidales.

Las partículas coloidales en la semilla forman una red miscelar, medianamente rígida, en la que cargas eléctricas de signos opuestos están orientadas en una manera definida. Cuando el agua penetra en la semilla, una fracción ocupa los espacios libres y otra se une químicamente a las sustancias de que están compuestas las semillas.

El volumen de las semillas aumenta con la embibición, pero el volumen final del sistema (semilla + agua) es menor que la suma de los volúmenes individuales iniciales de semillas y agua; esta contracción del sistema es prueba de la ocupación de los espacios libres dentro de la semilla y de la absorción de agua en la matriz coloidal.

2.17.2 Efecto de la temperatura

El proceso de germinación, como todos los procesos fisiológicos está afectado por la temperatura. Para cada clase de semillas existe una temperatura mínima y una máxima en la que ocurre la germinación. Además, dentro del rango temperatura mínima-máxima, existe un punto en el que se obtiene máxima germinación y ésta ocurre más rápidamente; este punto corresponde a la temperatura óptima. Estas temperaturas se conocen como las temperaturas cardinales de germinación.

Rango de temperaturas de germinación

Temperatura mínima. Por debajo de esta temperatura los procesos de germinación no se pueden detectar visualmente, dentro de un período razonable de tiempo. Bajas temperaturas pero por encima del punto de congelación no son letales a las semillas.

Temperatura máxima. Es la temperatura por encima de la cual los mecanismos de germinación no operan y por lo tanto no se da crecimiento del embrión. En contraste con la temperatura mínima, la máxima es fácil de determinar ya que temperaturas superiores a la máxima causan daños irreversibles a las semillas (excepción a esta regla son las semillas que entran en latencia a altas temperaturas).

Temperatura óptima. Esta se puede definir como la temperatura a la cual se da el porcentaje máximo de germinación en un mínimo de tiempo.

2.17.3 Luz

La exposición a la luz estimula la germinación de semillas de muchas especies silvestres y agrícolas. En la gran mayoría de los casos se estimula la germinación mediante exposición a luz roja (660 nm = 6600 Å) y se inhibe con luz de 730 nm de longitud de onda. En esta reacción a condiciones luminícas está involucrado el fitocromo. Ya habíamos mencionado que en la respuesta a la luz influye también la temperatura de germinación. Aunque está fuera del límite de esta charla discutir más profundamente las relaciones entre luz y germinación, vale la pena mencionar algunas observaciones que pueden revestir carácter práctico. Algunas semillas que normalmente no requieren de luz para germinar, ejemplo, tomate y pepino, pueden tornarse fotosensibles si se exponen a luz de 730 nm. Una vez que la germinación haya sido inhibida por exposición a esa calidad de luz, el efecto inhibitorio puede revertirse mediante exposición a luz de 660 nm.

2.17.4 Latencia

Hasta el momento hemos descrito las condiciones ambientales necesarias para que ocurra la germinación de las semillas. A menudo sucede que algunas semillas rodeadas de lo que podría llamarse un ambiente óptimo para germinación, temperatura y agua favorables, buena disponibilidad de oxígeno, no logran germinar. Este fenómeno se denomina latencia. Debe distinguirse este término del que se utiliza para describir semillas que no germinan por carencia de condiciones ambientales adecuadas; estas semillas se denominan quiescentes.

TIPOS DE LATENCIA

Inmadurez del embrión: Este tipo de latencia comprende casos que van desde semillas con embriones totalmente indiferenciados hasta otras con embriones diferenciados pero que continúan su desarrollo después de que la semilla se desprende de la planta madre. De modo que en algunos casos es difícil determinar si el desarrollo posterior del embrión corresponde a etapas finales de maduración de la semilla o a la fase inicial de germinación. Por ejemplo, las semillas del fresno (*Fraxinus* spp.) están morfológicamente maduras al desprenderse de la planta original, y sin embargo continúa su desarrollo hasta aumentar al doble su tamaño antes de que sea capaz de embibir agua.

Impermeabilidad de la cubierta seminal: En la jerga de los analistas, las semillas con cubierta seminal impermeable al agua se denominan "semillas duras". Este tipo de latencia es muy común en la familia Leguminosae, pero se da también en Malvaceae, Chenopodiaceae, Liliaceae y Solanaceae.

La testa actúa como barrera al agua; la simple ruptura de cubierta permite la penetración del agua y la germinación ocurre sin contratiempos. Esto se puede lograr manualmente o por medio mecánicos o químicos.

Resistencia mecánica al desarrollo del embrión: El origen de este tipo de latencia, impuesta por resistencia mecánica de la cubierta seminal al crecimiento del embrión, hoy día se considera casi obsoleto. En algunas especies de Rosaceae se ha encontrado que aunque es cierto que se requiere de grandes presiones para romper el duro endocarpo que envuelve a la semilla, también contribuye a imponer el estado de latencia la presencia de algunos inhibidores endógenos.

Baja permeabilidad a gases de la cubierta seminal. La germinación de muchas especies de Gramíneae se favorece dañando la cubierta seminal mediante tratamiento con ácido o escarificación mecánica. Este tipo de latencia es frecuente en arroz y en semilla de muchas gramíneas forrajeras.

Latencia del embrión

Necesidad de luz. Ya hemos mencionado que las semillas algunas especies necesitan luz para germinar. Entre estas se cuentan las semillas de tabaco y lechuga. Estas semillas sólo responden al estímulo lumínico cuando están embebidas de agua, y la respuesta está afectada por la presencia de la cubierta seminal y de la temperatura de germinación. Se ha encontrado que si los embriones se remueven de la semilla, sin causarles daño pueden germinar en la oscuridad.

Necesidad de enfriamiento: las semillas de algunas especies requieren de tratamientos a bajas temperaturas (5-10°C) para poder germinar. En algunas especies la necesidad de tratamientos a baja temperatura se puede sustituir con tratamientos con ácido giberélico.

Este tipo de latencia está asociado con la presencia de inhibidores de germinación y/o con niveles endógenos insuficientes para promover germinación de ácido giberélico. El inhibidor de germinación más poderoso que se conoce es el ácido abscísico, pero existen otros como la cumarina, el ácido cafeico, el ácido ferálico, etc.. La inhibición establecida por el ácido abscísico

solo puede revestirse con la aplicación de citoquininas tales como la Kinetina y la zeatina. El bloqueo establecido por los otros inhibidores se puede neutralizar con la aplicación de ácido giberálico. La aplicación de auxinas como ácido indolacético son inefectivas para neutralizar el efecto de los inhibidores de germinación.

Los tipos de latencia mencionados no son mutuamente excluyentes; algunas especies presentan dos o más tipos de latencia. Afortunadamente estos casos no se dan en las especies de valor agrícola.

Latencia secundaria: Algunos tipos de semillas no latentes, si se colocan en un ambiente de germinación desfavorable, pueden entrar en una fase de latencia o inducida. Por ejemplo, algunas variedades de lechuga que requieren luz para germinar, entran en estado de latencia y se convierten en fotosensibles si se les coloca a embiber agua a 35°C. Esta latencia inducida puede revertirse mediante aplicación de ácido giberélico.

2.18 FACTORES QUE INHIBEN LA GERMINACIÓN.

2,15.1 Factores endógenos Son todos aquellos factores propios de las semillas, que afectan directamente a la germinación. Siendo los más importantes (Universidad Politécnica de Valencia, 2003).

- Madurez de la semilla.
- Estados de latencia.
- Presencia de hormonas inhibitorias.
- Humedad de la semilla.
- Testas impermeables o duras.

2.15.2 Factores exógenos Son todos los factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación y son (Universidad Politecnica de Valencia, 2003).

- Temperatura.
- Humedad.
- Luz.
- Mantener el semillero en temperatura entre 25 y 27° C durante el proceso de germinación.
- Mantener la humedad del suelo constante.
- Mantener una adecuada iluminación.
- Proteger de vientos fríos.
- Realizar tratamientos pregerminación (imbibición en agua, etc.).

2.19 TASA DE CRECIMIENTO.

Picón, (2013) indica que la tasa de crecimiento es un indicador importante de la estrategia de la planta con respecto a la productividad y los regímenes de disturbio del ambiente. La TC es el incremento (exponencial) en tamaño en relación al tamaño de la planta tal como era al principio de un intervalo de tiempo dado. Expresada de esta manera, la tasa de crecimiento puede ser comparada entre especies e individuos que difieren ampliamente en tamaño. Midiendo por separado la masa de hojas, tallos y raíces, junto con el área foliar, se puede obtener, de forma relativamente simple, una buena idea de los componentes subyacentes a estas variaciones en la tasa de crecimiento. Estos componentes subyacentes están relacionados con la asignación de biomasa (fracción de masa foliar, la fracción de la biomasa de la planta asignado a hojas), la morfología foliar, y la fisiología (Tasa por unidad foliar (TUF), que es la tasa de incremento en la biomasa de la planta por unidad de área foliar; ésta es una variable íntimamente relacionada

con la tasa diaria de fotosíntesis por unidad de área foliar; también conocido como Tasa de asimilación neta)

2.20 TRASPLANTE

Bussard (2004), señala que el trasplante se realiza a raíz desnuda cuando las plántulas tienen de 4 a 5 hojas verdaderas que nos indica una buena firmeza del tallo, es decir de 0,15 a 0,20 m de altura o de 35 a 42 días de siembra. Además se debe tomar en cuenta que el tallo se encuentre robusto con un diámetro que este entre los 3 y 4 milímetros. De una forma más tecnificada la plántula se lleva al campo con pan de tierra, para evitar el stress producido por el "saque" de la misma. Se deberá tomar en cuenta que la edad de la plántula no debe sobrepasar la sexta semana.

2.21 COSECHA

Junovich y Alvear (2004), manifiesta que la cosecha es de tipo manual, con cuchillos comunes, cuando la inflorescencia está completamente formada, y se escogen tallos de 2 cm, que se depositan en jabas plásticas. Después de la recepción se preparan y clasifican los floretes y tallos para comenzar el proceso industrial.

2.22 PRINCIPALES PLAGAS EN SEMILLEROS DE HORTALIZAS.

2.22.1 Cortadores, tierrero rosquilla (*Agrotis spp.*),

Son un género de polillas perteneciente a la familia Noctuidae orden Lepidoptera, que causan mayor daño de los cultivos en su etapa larval (Morales y Valenzuela, 2002),

Descripción Morfológica:

Morales y Valenzuela (2002), indican que los huevos son esféricos, algo achatados, de color blanquecino y algo estriados. Las hembras los depositan en el envés de las hojas o en el suelo, al pie de las plantas. Las larvas pasan por 6 a 7 estadíos, son cilíndricas y bastante gruesas,

de coloración gris con franjas longitudinales más claras. Poseen 5 pares de falsas patas abdominales poco desarrolladas. Las pupas son de color rojo oscuro a amarillento y un tamaño aproximado de 2 cm. Los adultos presentan las alas posteriores blanquecinas con un borde de color gris. Las alas anteriores son de color gris o marrón, forma triangular y dos manchas, lo que caracteriza a cada especie

Descripción del daño:

Las larvas, que son las responsables del daño más importante, por su alimentación, provocan daños en el follaje y cuello de los cultivos .

Ciclo Biológico:

El adulto realiza las posturas de huevos en primavera, sobre hojas de los cultivos, malezas o en el suelo. La larva mide alrededor de 4 mm de longitud, se alimenta por la noche, destruyendo la zona del tallo, y como consecuencia la planta muere rápidamente. Puede tener una única generación en climas templados, aunque a veces pueden aparecer dos. El período de incubación de los depende de la temperatura variando de 2 días a 2 semanas. El tiempo de desarrollo larvario se estima en 25 a 30 días. Pupan en el suelo, variando su tiempo de 1 a 8 semanas según la temperatura (Morales y Valenzuela, 2002).

2.22.2 Gusano cachudo (*Manduca sexta*).

Es una especie de la familia Lepidoptera, familia Sphingidae; conocida también como gusano del tabaco. Durante su estadio larval se alimenta de la parte más tierna de las plantas de la familia Solanaceae y durante su estadio adulto consume néctar de algunas flores. Es un insecto holometábolo comúnmente usado como organismo modelo en la neurobiología, debido a su sistema nervioso asequible, su corto ciclo de vida y a que es

relativamente fácil de mantener en laboratorio. El estadio larval es uno de los más usados debido a la facilidad para extirpar y observar sus órganos (Morales y Valenzuela, 2002).

CICLO DE VIDA

Su historia de vida dura en total 30 a 50 días y comprende 5 estadios principales: huevo, larva, pre-pupa, pupa y adulto. En el tránsito hacia el estadio de pupa, la larva sufre 5 mudas, con estadios intermedios cada uno conocido como un instar. La larva pasa por un estadio conocido como pre-pupa en donde el insecto disminuye de tamaño, para posteriormente hacer metamorfosis en pupa, estadio en el que se mantendrá por 18 días aproximadamente, y en donde se formarán las principales estructuras que se encuentran en el adulto. Finalmente la pupa emerge como una polilla adulta

2.23 PRINCIPALES ENFERMEDADES EN SEMILLEROS DE HORTALIZAS.

2.23.1 Damping off.

La enfermedad más frecuente en los almácigos tradicionales, es la conocida como “damping off”, dormidera, ahogadera o secadera de los almácigos. Una semilla puede ser infectada por un hongo, causando su oscurecimiento y ablandamiento. Esto puede matarla antes de germinar la semilla, o causar que la siembra sea débil, a veces teniendo parches "húmedos", decayendo hasta morir. También, una siembra puede infectarse después de brotar, pero antes de emerger de la tierra, o aún después de aparecer bien desarrollada...lo último puede resultar en que la planta misteriosamente se adelgaza, se dobla, y al fin se quiebra (García et al., 2011).

La enfermedad es provocada por varios géneros de hongos que son habitantes naturales del suelo y algunos de estos pueden ser también localizados como contaminantes externos o dentro de la semilla. Los más comunes son *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp.,

Phytophthora spp., aunque también se ha reportado la presencia de otros patógenos como Alternaria spp., incluyendo bacterias como Pseudomonas spp. (Morales y Valenzuela, 2002).

Sintomatología y Daños

- Las semillas infectadas no germinan y llegan a pudrirse.
- Se producen fallos de emergencia.
- En las plántulas afectadas se observan manchas marrones justo por encima y por debajo de la línea del suelo. La parte basal del tallo se estrecha y ablanda, no pudiendo soportar la plántula, la cual cae, se marchita y muere. El sistema radicular se reduce y se pudre, con muy pocas o ninguna raíz secundaria.
- Los daños pueden observarse tanto en rodales como en puntos dispersos del semillero.

2.23.2 Enfermedades causadas por virus

El follaje de las plántulas infectadas por virus puede mostrar un aspecto clorótico o amarillo que contrasta con el verde oscuro de las plántulas aparentemente sanas; además se pueden presentar enanismo o deformaciones en las hojas; algunas hojas pueden expresar áreas amarillas o cloróticas combinadas con zonas de color verde normal; estos síntomas pueden afectar plántulas aisladas o pequeños grupos y es frecuente encontrarlas en los bordes de las camas del almácigo, (García et al., 2011).

2.24 PLANTA DE CALIDAD

Duryea (1985) la define como aquella que es capaz de alcanzar un desarrollo (supervivencia y crecimiento) óptimo en un medio determinado y, por tanto, cumplir los objetivos establecidos en un plan de restauración. No existe un único modelo de calidad ideal para cada especie. Una calidad de planta determinada puede ser válida para ciertos objetivos de restauración pero no para otros.

La calidad de una planta cambia en el tiempo, variando con su estado fenológico y, probablemente, con su edad. Así, la resistencia a situaciones de estrés de una planta no es la misma durante el periodo de reposo vegetativo que al producirse la elongación de los tallos (Burr, 1990).

2.25 ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON

Dickson et al., (1960) desarrollaron un índice de calidad que permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y predecir el comportamiento en campo de plántulas. Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar planta de menor altura pero con mayor vigor.

$$ICD = \frac{\text{Peso total en gramos}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aereo (g)}}{\text{Peso seco radical (g)}}}$$

2.26 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LOS SUSTRATOS

2.26.1 Turbas

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido de materia orgánica y están menos descompuestas. Las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido de materia orgánica, Clavijo (2008).

Las turbas son los sustratos orgánicos naturales de uso más general en horticultura. Es el resultado de la descomposición completa de árboles (especialmente del género *Sphagnum*) y se produce en países de las zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza, Irlanda, Rusia, etc. Se encuentran dos tipos de turbas: las poco descompuestas, que son materiales de

reacción ácida, pobres en minerales por estar muy lavados, debido a su origen de zonas altas de precipitaciones abundantes, y que conservan parcialmente su estructura y un buen equilibrio entre agua y aire después del riego. Es más frecuente el uso de turbas rubias en el cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados de sales solubles, Fernández *et al.*, (1998).

Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 5 y 7. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semillero Clavijo (2008).

En el cuadro 1, se muestra las propiedades de la turba, según Fernández *et al.*, (1998).

Cuadro 1. Propiedades de la Turba.

Propiedades	Turbas
Densidad aparente (g/cm ³)	0,3 - 0,5
Densidad real (g/cm ³)	1,65 – 1,85
Espacio poroso (%)	80 – 84
Capacidad de absorción de agua (g/100 g m s)	287
Aire (% volumen)	7,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	24
Agua de reserva (% volumen)	4,7
Agua difícilmente disponible	47,7
C.I.C (meq/100g)	250 o más.
Ph	6
Nitrógeno (%)	0,5- 2
Fosforo (%)	0,008 – 0,025
Potasio (%)	0,36
Materia orgánica (%)	26

2.26.2 Cascarilla de arroz

Sustrato orgánico de baja descomposición por su alto contenido de sílice que, además, aumenta la tolerancia de las plantas contra insectos y organismos patógenos. Se debe usar en mezcla y hasta en un 30%, favorece el buen drenaje y la aireación, presenta baja retención de la humedad y baja capilaridad. Para evitar el “enmalezamiento” del semillero, es necesario humedecer previamente la cascarilla para hacer germinar las semillas de arroz y otras plantas que siempre contiene; además, se requiere realizar pruebas previas de germinación de semillas para verificar que no haya presencia de residuos de herbicidas en ella, (INFOAGRO 2010).

En el cuadro 2, se muestra las propiedades de la cascarilla de arroz, según Pérez et al., (2008).

Cuadro 2. Propiedades de la Cascarilla de Arroz.

Propiedades	Turbas
Espacio poroso (%)	75 – 78
Agua fácilmente disponible (% volumen)	12
Agua de reserva (% volumen)	2,3
Agua difícilmente disponible	67,1
Ph	5,8
Nitrógeno (%)	0,62
Fosforo (%)	0,17
Potasio (%)	0,24
Materia orgánica (%)	2,0

2.26.3 Cascarilla de maní

Su geometría cóncava le permite la incorporación de importante cantidad de aire en su interior. Eso hace que su aporte en volumen sea significativo. El peso específico de las cáscara de maní es aproximadamente de 45-50 gr/L, así lo indica, (INFOAGRO, 2010).

Cuadro 3. Composición de la cascarilla de maní, análisis realizado en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja.

Composición	Cantidad (%)
Materia seca	90,00
Proteína	8,46
Calcio	0,31
Fosforo total	0,05
Ceniza	1,13
Fibra	63,63
Extracto etéreo	0,49

2.26.4 Bagazo de caña

Es la principal fuente energética para la fermentación, favorece y multiplica la actividad microbológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro. Se refiere a dos tipos de subproductos de la industria azucarera; a la porción fibrosa de la caña, después de la extracción del jugo, se la conoce como bagazo de caña y a los lodos de los filtros, la torta remanente conocida como cachaza. El desecho primario de la molienda y prensado, es rico en fibra relativamente grande y suelto. Se produce en grandes cantidades, es muy poroso y liviano. Debe compostarse para eliminar los azúcares remanentes que producen ácidos acéticos al oxidarse, (INFOAGRO 2010).

Cuadro 4. Composición del bagazo de caña, análisis realizado en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja.

Característica	% masa (bagazo seco)
Carbono fijo	41,9
Volátiles	46,36
Cenizas	11,74
Carbono	42,54
Hidrogeno	5,17
Nitrógeno	0,63
Azufre	0,30
Oxigeno	39,62

2.26.5 Compost

Es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición del estiércol, mezclado con residuos vegetales y otros ingredientes orgánicos. Los microorganismos como bacterias, hongos y lombrices descomponen los tejidos de las plantas muertas. Para una buena descomposición debe haber circulación de oxígeno (aeróbica), y se debe controlar la humedad y la temperatura del material, Pérez et al., (2008).

Los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico. Este uso adecuado del compost, contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciendo más porosos a los suelos compactos y mejorando su manejabilidad, Picón, (2013).

En el cuadro 5, se muestra las propiedades del compost, según Pérez et al., (2008).

Cuadro 5. Propiedades del compost.

Propiedades	Turbas
Densidad aparente (g/cm ³)	0,5803 - 0,61
Espacio poroso (%)	47 – 55
Agua fácilmente disponible (% volumen)	32
Agua de reserva (% volumen)	5,3
Agua difícilmente disponible	47,1
C.I.C (meq/100g)	201.
pH	7,6
Nitrógeno (%)	1,47
Fosforo (%)	0,84
Potasio (%)	0,92
Materia orgánica (%)	30,20

2.26.6 Humus

El humus de lombriz es el resultado de la digestión de materia orgánica (compost, estiércol descompuesto, vegetales, etc.) por las lombrices, obteniéndose uno de los abonos orgánicos de mejor calidad. Se puede producir desde el nivel del mar hasta los 3800 m.s.n.m, Picón, (2013).

Este abono orgánico tipo humus es un material altamente descompuesto y estable. Posee un buen balance de nutrientes de rápida y lenta liberación para las plantas. La riqueza de nutrientes dependerá tanto de las características del material inicial como de la forma en que se lleva a cabo el proceso; por ejemplo, la producción de abono expuesto a mucha lluvia, provoca la pérdida por lavado de nutrientes y otros compuestos. El humus posee también una alta población microbiana benéfica, por lo que el material final debe mantenerse necesariamente entre 50 y 60% de humedad; además tiene algunas sustancias llamadas fitohormonas, las cuales estimulan el crecimiento vegetal, Delgado (2013).

En el cuadro 4, se muestra las propiedades del humus, según Delgado (2013).

Cuadro 6. Propiedades del Humus.

Propiedades	Turbas
Densidad aparente (g/cm ³)	0,603 - 0,67
Espacio poroso (%)	50 – 64
Capacidad de absorción de agua (g/100 g m s)	325
Aire (% volumen)	4,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	35
Agua de reserva (% volumen)	6,1
Agua difícilmente disponible	52,1
C.I.C (meq/100g)	150- 300
pH	6,8 – 7,2
Nitrógeno (%)	1,5 – 3,35
Fosforo (%)	0,23
Potasio (%)	0,35
Materia orgánica (%)	33,21

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se desarrolló en un invernadero de la Estación Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, barrio La Argelia, parroquia San Sebastián, cantón Loja, provincia de Loja.

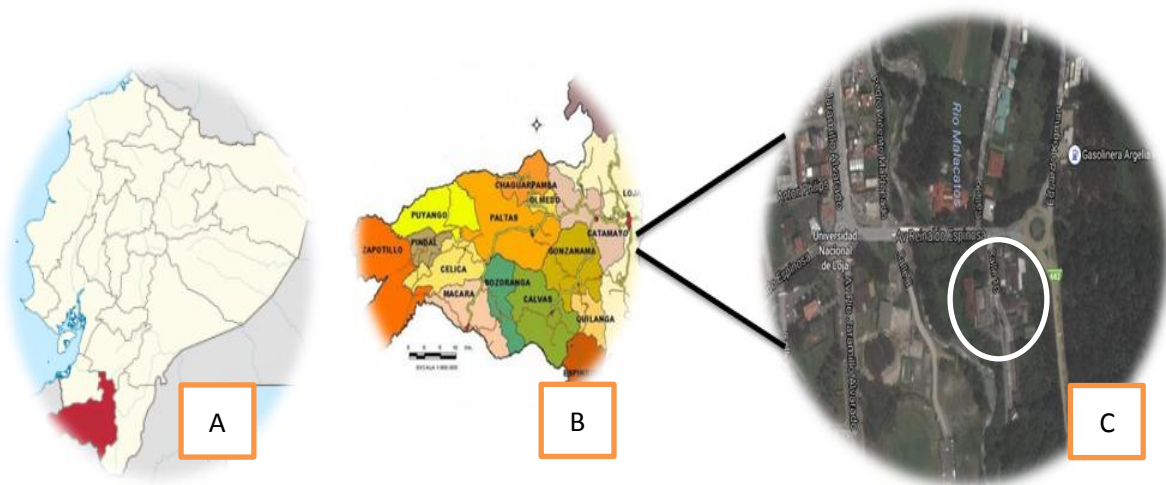


Figura 1. Ubicación del ensayo; A, Mapa del Ecuador; B, Mapa de la provincia de Loja; C, Barrio la Argelia. Diciembre del 2016

- **Ubicación geográfica**

La Argelia, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas.

Latitud: 04° 02' 47" S

Humedad relativa: 80 al 85%

Longitud: 79° 12' 59" W

Temperatura: 9 a 28 °C

Altitud: 2 135 m.s.n.m.

- **Ubicación ecológica**

Zona de vida: Según L. R. Holdridge, de acuerdo a la clasificación de las Zonas de Vida Natural del Mundo, Loja pertenece a la zona de Bosque Seco-Montano Bajo (bs-MB).

Temperatura promedio: 16,3°C

Precipitación: 913,5 mm por año

Humedad relativa ambiental: 65%

Heliófila: 1546,1 horas

3.1.1 MATERIALES

3.1.2 Materiales de campo

- Fundas de papel de 12 x 18 cm.
- Gps marca Motorola.
- Ficha técnica realizada por el tesista.
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Cinta masky
- Azadones
- Rastrillo
- Lampas
- Letreros
- Regaderas

- Flexómetro
- Piola
- Bandejas de espuma flex
- Termómetro
- Mangueras
- Bomba de fumigar
- Carretilla
- Estacas
- Plástico
- Balanza marca Mettler
- Saquillo de yute
- Equipo de bioseguridad (overol, guantes botas y mascarilla)

3.1.3 Insumos

- Turba
- Humus
- Compost
- Cascarilla de arroz
- Cascarilla de maní
- Bagazo de caña
- Fegadazin

3.1.4 Materiales de oficina

- Computador
- Libro de campo

- Calculadora
- Papel
- Lápiz
- Carpetas

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con 15 tratamientos (sustratos), con cuatro repeticiones cada uno. El modelo estadístico que se utilizó es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij -ésima unidad.

U = La media General

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14$ y 15 tratamientos

$j = 1, 2, 3, 4$ repeticiones

3.2.2 Descripción de los tratamientos.

Un tratamiento está conformado por la mezcla homogénea de uno o más materiales, como se muestra en el cuadro 7; donde se puede observar los diversos porcentajes de cada uno de los materiales que constituyeron cada uno de los sustratos o tratamientos.

Calderón (2006), indica que un sustrato ideal debe tener una relación 1:1:1, entre tierra, arena y materia orgánica, para lo cual partiendo de aquí en el ensayo se utilizó una parte de materia orgánica y dos de materiales orgánicos (cascarilla de maní, cascarilla de arroz y bagazo de caña), y viceversa.

Cuadro 7. Conformación de los tratamientos (Sustratos) a evaluar.

Código	Tratamiento	Materiales	Porcentajes
T0	T0	Turba	100%
T1	T1	Humus	100%
T2	T2	Compost	100%
T3	T3	Cascarilla de arroz	67%
		Humus	33%
T4	T4	Cascarilla de arroz	33%
		Humus	67%
T5	T5	Bagazo de caña	67%
		Humus	33%
T6	T6	Bagazo de caña	33%
		Humus	67%
T7	T7	Cascarilla de maní	67%
		Humus	33%
T8	T8	Cascarilla de maní	33%
		Humus	67%
T9	T9	Cascarilla de arroz	67%
		Compost	33%
T10	T10	Cascarilla de arroz	33%
		Compost	67%
T11	T11	Bagazo de caña	67%
		Compost	33%
T12	T12	Bagazo de caña	33%
		Compost	67%
T13	T13	Cascarilla de maní	67%
		Compost	33%
T14	T14	Cascarilla de maní	33%
		Compost	67%

Para determinar el comportamiento de los tratamientos (sustratos) sobre el desarrollo de las plántulas de brócoli, se evaluaron las variables del porcentaje de germinación cada 4 días hasta los 16 días y las demás cada 5 días por un periodo de 30 días después de la siembra.

3.2.3 Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA) de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos.

3.2.4 Características del ensayo.

3.2.4.1 Características de la unidad experimental

La bandeja que se utilizó para realizar el ensayo es de espuma flex, tiene 60 centímetros de ancho por 80 cm de largo, y una altura de 10 centímetros.

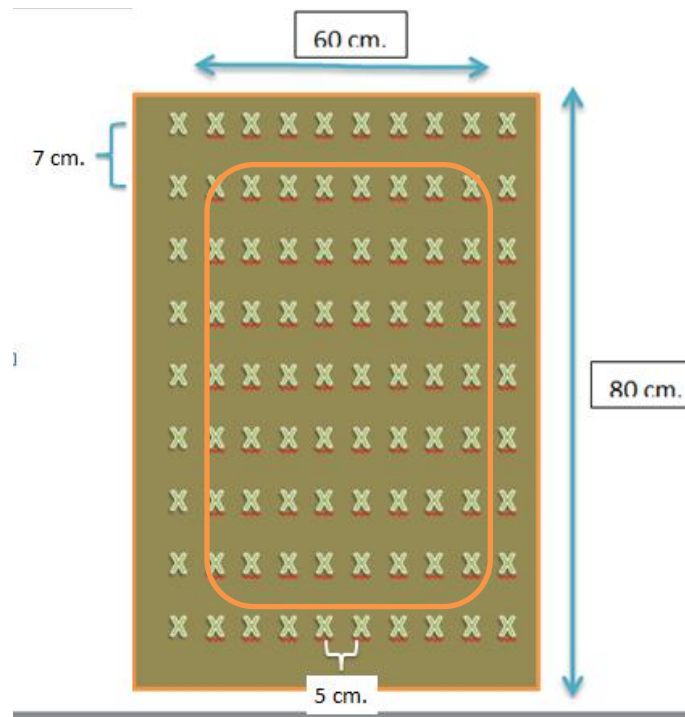


Figura 2. Distribución de las plántulas en la unidad experimental.

Cuadro 8. Descripción de la unidad experimental

En el cuadro 8 se presenta la descripción de una unidad experimental.

Descripción	Característica	Unidad de medida
Número de repeticiones	4	
Número de tratamientos	15	
Número total de tratamientos	60	
Ancho del tratamiento	0,6	m
Longitud del tratamiento	0,8	m
Área por tratamiento	0.48	m ²
Número de plantas por tratamiento	100	
Número total de plantas	6000	
Distancia entre hileras	0.07	m
Distancia entre plantas	0,05	m

3.2.4.2 Distribución de las bandejas.

En el cuadro 9 se presenta la manera de distribución de las bandejas en el invernadero donde se realizó en ensayo.

Cuadro 9. Distribución de las bandejas en el invernadero.

T 2	T 11	T 10	T 0	T 7	T 5
T 4	T 1	T 12	T 9	T 3	T 9
T 7	T 3	T 2	T 6	T 12	T 10
T 0	T 10	T 7	T 13	T 8	T 4
T 14	T 4	T 1	T 10	T 0	T 14
T 3	T 6	T 13	T 8	T 5	T 6
T 7	T 8	T 0	T 7	T 13	T 9
T 1	T 5	T 14	T 2	T 12	T 13
T 14	T 9	T 6	T 1	T 3	T 11
T 2	T 0	T 5	T 11	T 4	T 12

3.3.5.1 Adquisición de la semilla.

Las semillas de brócoli se adquirió en la casa comercial SAKATA, las mismas que certificaban un 99 % de germinación y 99.8 % de pureza.

3.3.5.2 Descripción de los materiales.

Para desarrollar la investigación se utilizaron 6 materiales (materias primas) para conformar los tratamientos o sustratos: La turba que fue adquirida en una tienda agropecuaria AGROVIDA de la ciudad de Loja, y los materiales orgánicos; cascarilla de arroz, bagazo de caña, cascarilla de maní, abono orgánico tipo humus y compost, que fueron adquiridos en la Estación Experimental “La Argelia” perteneciente a la Universidad Nacional de Loja.



Figura 3. Materiales utilizados en el ensayo; A, Cascarilla de maní; B, Cascarilla de arroz; C, Bagazo de caña; D, Humus; E, Compost; F, Turba. Loja 2016

La preparación de los materiales consistió en realizar un tamizado de los mismos, utilizando un tamiz No. 10 de 2 mm de abertura, con el propósito de disponer de un tamaño homogéneo de las partículas, para obtener una proporción adecuada de macro y microporos. En el caso del bagazo de caña se procedió a realizar un picado aproximado de unos 2 cm.

La preparación de los sustratos se realizó con base a volumen es decir que los diferentes porcentajes de los materiales que se muestran en el cuadro 5. Como ejemplo de este proceso se describe el tratamiento o sustrato T4, conformado por 2 materiales en las siguientes proporciones: cascarilla de arroz (67%), humus (33%); en total corresponde al 100%.

Luego los materiales que conforma cada sustrato en las proporciones indicadas, se mezclaron para homogenizar, además se agregó el agua necesaria para alcanzar la capacidad de campo. Este paso se realizó sobre plástico, para evitar que los materiales entren en contacto con sustancias extrañas.

3.3.5.3 Siembra

Una vez que los materiales (Sustratos) estaban listos se procedió a la colocación en las bandejas de germinación (Bandejas de espuma flex) y luego al sembrado de las semillas de brócoli.

La siembra se la realizó en la bandeja a una distancia de 7 cm entre hilera y 5 cm entre plantas, Elola (2005),

Se realizó monitoreo constante para observar el proceso de germinación así como el respectivo riego y control fitosanitario que necesita el cultivo en su fase de semillero.

El control de malezas se dio según como el cultivo lo requería.

Cuando las plántulas emergieron se procedió a colocarles un distintivo, este se le colocó a 20 plantas seleccionadas al azar, teniendo en cuenta de no considerar plantas de los bordes de la bandeja, para poder realizar el seguimiento de las variables a estudiar.

3.3.5 Metodología para el primer objetivo.

*Evaluar el crecimiento y calidad de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en los diferentes sustratos elaborados a base de mezclas de humus y compost con diferentes materiales orgánicos a nivel de semillero.*

3.3.5.1 Variables en Estudio.

Para determinar el comportamiento de los tratamientos (sustratos) sobre el crecimiento de la plantas de brócoli, se evaluaron las siguientes variables durante el crecimiento y desarrollo de las plantas, por un periodo de 30 días después de la siembra: Germinación (%), altura de la planta (cm), longitud de la raíz (cm), número de hojas, diámetro del tallo (mm), materia seca de la parte aérea (gr.) y materia seca de la raíz (gr.).

3.3.5.2 Germinación (%).

a) Germinación en el laboratorio.

La germinación se la determinó en porcentaje (%), esta prueba se la realizó en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, para lo cual se realizó la siembra de 20 semillas en una caja Petri que contenía un medio de cultivo inerte; las semillas estuvieron por un lapso de 72 horas en la germinadora marca Rumed a 24 °C.

b) Germinación en el campo.

La germinación en el campo se determinó en porcentaje (%), para lo cual se realizó un conteo de las plantas emergidas en cada bandeja; a los 4, 8, 12 y 16 días después de la siembra.

Para los cálculos de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%G = \frac{NPG * 100}{NTS}$$

%G = Porcentaje de Germinación

NPG = Número de Plantas Germinadas

NTS = Número Total de Semillas sembradas

3.3.5.3 Altura de la planta (cm)

Con la ayuda de una cinta métrica se midió la altura de las plantas en cada repetición (cada 5 días), desde la base del tallo hasta el ápice, esta medición se la realizó en las plantas que fueron señaladas previamente para realizarles el seguimiento de las diferentes variables, con el propósito de identificar el efecto de los tratamientos.

3.3.5.4 Longitud de la raíz.

Se midió la longitud de las raíces a los 30 días en cada repetición, desde el cuello de la raíz hasta la cofia, utilizando un calibrador, con el propósito de identificar el efecto de los tratamientos.

3.3.5.5 Número de hojas.

El número de hojas por plántula se determinó a los 30 días de la emergencia.

3.3.5.6 Diámetro del tallo (mm).

Se midió el diámetro de la base del tallo a los 30 días utilizando un calibrador.

3.3.5.7 Materia seca de la parte aérea (gr).

Se determinó la materia seca de la parte aérea a los 30 días después de la siembra en cada uno de los tratamientos, cada una de las plantas se cortó a nivel cuello del tallo, el tallo con el grupo de hojas se secaron en la estufa metálica marca Memmert, a una temperatura de 60°C por espacio de 72 horas, a fin de eliminar el contenido de humedad en los tejidos. El peso se determinó en gramos.

3.3.5.8 Materia seca de las raíces (gr).

Se determinó la materia seca de raíces de las plántulas que conforman los tratamientos en cada una de las repeticiones, se tomaron las 20 plantas que fueron señaladas previamente. Cada una de las plantas se cortó a la altura del cuello del tallo, se limpiaron las raíces para someter las muestras a una temperatura de 60°C en una estufa metálica marca Memmert, por un espacio de 72 horas, a fin de eliminar el contenido de humedad en los tejidos. El peso se determinó en gramos.

3.3.5.9 Materia seca total (gr).

Para determinar el contenido de materia seca total de una plántula de brócoli por cada uno de los tratamientos, se realizó la suma del peso seco de la raíz y el peso seco de la parte aérea.

3.3.5.10 Índice de calidad.

Para determinar el índice de calidad de las plántulas de brócoli de cada uno de los tratamientos, se aplicó la fórmula planteada por Dickson et al. (1960),

El índice de calidad de Dickson (ICD) resulto de integrar los valores de peso total de materia seca, la altura de la planta, diámetro del tallo y la relación del peso seco de la parte aérea y raíz, donde los valores más altos indicaron plantas de mejor calidad.

$$ICD = \frac{\text{Peso total en gramos}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aereo (g)}}{\text{Peso seco radical (g)}}}$$

3.3.6 Metodología para el segundo objetivo.

*Evaluar costos de producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea L.*) por cada uno de los tratamientos.*

Para realizar la evaluación de los costos de producción se utilizó la metodología de presupuestos parciales, con el objeto de determinar el tratamiento con mayores beneficios.

Según Reyes (2001); se llama presupuestos parciales, porque con este enfoque solamente se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos que Varían”, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro. El resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular, y permanecen constantes. Por esta razón se denominan costos fijos.

3.3.6.1 Costos variables del ensayo.

Para realizar el análisis financiero se utilizó la metodología de presupuestos parciales, con el objeto de determinar el tratamiento con mayores beneficios.

El volumen utilizado como base para la preparación de cada uno de los sustratos es de 0,02 m³, cantidad adecuada para evaluar el desempeño de los sustratos. Para evaluar el costo de cada uno de los materiales se basó en el formato establecido para el efecto (**Anexo 14**).

3.3.6.2 Costos fijos del ensayo.

Los costos que se incurrieron en el manejo de las plántulas (siembra, fertilización, riegos, etc.) son costos fijos, para lo cual se basó en la tabla que se encuentra en el (**Anexo 15**)

4 RESULTADOS

4.1 RESULTADOS PARA EL PRIMER OBJETIVO

Evaluar el crecimiento y calidad de las plántulas de brócoli (Brassica oleracea L.) en los diferentes sustratos elaborados a base de mezclas de humus y compost con diferentes materiales orgánicos a nivel de semillero.

4.1.1 Porcentaje de Germinación (%).

4.1.1.1 Porcentaje de germinación en el laboratorio.

El porcentaje de germinación obtenido fue de 95% en las tres repeticiones, de esta forma se descartan limitantes en la germinación de las plantas de brócoli por causa de la semilla.

Cuadro 10. Porcentaje de germinación de semillas de brócoli en el laboratorio

Número de cajas	Número de semillas por caja	Número de horas y cantidad de semillas germinadas				Total semillas
		24h00	48h00	72h00	% de germinación	
1	20	9	18	19	95 %	57
2	20	8	17	19		
3	20	5	19	19		

4.1.1.2 Porcentaje de germinación en el campo.

De los sustratos alternativos evaluados los mejores resultados en la germinación fueron los tratamientos T13, T11, T10 y T9 (94,75 %; 94,25 %; 94,26 %; y 94,25 % respectivamente), esto puede explicarse debido a que el compost en mezcla con materiales orgánicos brinda una adecuada disponibilidad de humedad y temperatura a la semilla para su germinación, debido a la retención de agua que tiene el compost y a la aireación que permiten los espacios porosos de los materiales orgánicos.

El comportamiento de los sustratos y la respuesta de germinación de las semillas es mejor a los 8 días, el tratamiento T2, presentó una germinación inadecuada, dado que la germinación es baja (53,5 %) en relación a los demás tratamientos, este comportamiento puede explicarse debido a que el tratamiento conformado en su totalidad por compost, no permitía la correcta filtración del agua, por lo tanto el agua se encharcaba y producía un ahogamiento de la semilla.

La germinación alcanzada a los 16 días, los tratamientos T1 (62,25%), T2 (53,5%), T3 (55,75%), T4 (52,25%), T5 (75,25%) y T6 (72,25%), sus porcentajes de germinación está por debajo del testigo-turba que alcanzó el 76,5%. Este resultado pone de manifiesto que tanto el humus al 100% (T1), el compost 100% (T2), o los sustratos en combinaciones: cascarilla de arroz 67% combinado con humus al 33% y viceversa T3 y T4, no son recomendables al menos para la germinación de ésta semilla. Lo mismo ocurre la combinación de los sustratos bagazo de caña al 33% con humus al 67% y viceversa, la germinación está por debajo de los valores del sustrato testigo (turba).

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en el cultivo de brócoli a los 16 días después de la siembra. Loja 2016.

FV	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14293,85	17	840,81	23,71	<0,0001
Tratamientos	14152,73	14	1010,91	28,51	<0,0001
Repeticiones	141,12	3	47,04	1,33	0,2785
Error	1489,13	42	35,46		
Total	15782,98	<u>59</u>			

En el cuadro 12 se observa que existe una diferencia significativa entre los tratamientos debido a que el valor de p es menor a 0,0001, esto es debido a que unos tratamientos como el T2 presentó un bajo porcentaje de germinación con un 52,5 %, mientras que habían tratamiento

como el T13 en el que se obtuvo un 94,75% de germinación. Para afianzar estos resultados se realizó la prueba de medias de Tukey.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de germinación a los 16 días en el cultivo de brócoli. Loja 2016.

Tratamientos	Medias	Repeticione s	E.E.
T13	94,75	4	A
T9	94,25	4	A
T10	94,25	4	A
T11	94,25	4	A
T14	91,75	4	A
T12	91,50	4	A B
T8	84,50	4	A B C
T7	79,75	4	A B C
T0	76,50	4	B C D
T5	75,25	4	C D
T6	72,25	4	C D
T1	62,25	4	D E
T3	55,75	4	E
T2	53,50	4	E
T4	52,25	4	E

En el cuadro 13 podemos constatar la diferencia estadística que existe entre los tratamientos (entiéndase que los tratamientos con una sola letra son significativamente diferentes).

Entonces, la prueba de Tukey nos pone de evidencia que los tratamientos T4, T2 y T3, en su orden son estadísticamente diferentes; pero sus valores son inferiores. En cambio los tratamientos T1, T6, T5, T0 (testigo), T7, T8 y T12, estadísticamente su comportamiento son casi idénticos y ocupan valores intermedios; no así, los tratamientos T14, T11, T10, T9 y T13,

para éste caso son valores superiores pero estadísticamente iguales entre sí. De ello se destaca que los mejores tratamientos son a los que se hace referencia últimamente.

Los cinco tratamientos últimos tienen en común al compost en 33% y 67%, lo que varía son los sustratos T14 (cascarilla de maní al 67%), T11 cascarilla de arroz al 33%, T10 (cascarilla de arroz al 67%), y el T13 (cascarilla de maní al 67%); un sustrato diferente resulta el T9 (cascarilla de maní al 33% más humus al 67%).

Estos resultados estarían dados por las bondades que ofrecen los sustratos: porosidad para la retención de agua y aire, por la cantidad de nutrientes que dispone el compost (N, P y K, principalmente), y otras bondades que no se estudiaron en el presente ensayo.

4.1.2 Altura de la planta (cm).

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable altura de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

FV	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	755,67	17	44,45	2733,95	<0,0001
Tratamientos	755,59	14	53,97	3319,44	<0,0001
Repeticiones	0,08	3	0,03	1,65	0,1914
Error	0,68	42	0,02		
Total	756,35	59			

Debido a que el valor de p es menor al 0,0001, se concluye que, al menos uno de los tratamientos evaluados, presenta un resultado diferente a los demás, por lo que se efectuó la prueba de medias, para determinar cuál o cuáles tratamientos son diferentes entre sí.

Cuadro 14. Prueba de medias de Tukey para la variable altura de la planta a los 30 días en el cultivo de brócoli, Loja 2016.

Tratamientos	Medias	Repeticiones	E.E.
T1	<u>17,79</u>	4	A
T7	14,51	4	B
T8	14,35	4	B
T14	13,71	4	C
T2	13,54	4	C D
T10	13,25	4	D E
T13	13,17	4	E
T4	12,76	4	F
T12	12,74	4	F
T9	12,19	4	G
T11	9,67	4	H
T0	8,33	4	I
T6	7,82	4	J
T3	5,99	4	K
T5	3,98	4	L

Con base a la prueba de medias de Tukey, se puede indicar que estadísticamente la mayoría de tratamientos son diferentes. El tratamiento T1 es diferente a todos los demás y es el que tiene la mayor altura de planta (17,79 cm), debido al alto contenido de nitrógeno que presenta el humus, el cual ayuda a la formación y crecimiento de la planta.. El tratamiento testigo T0 es estadísticamente diferente los demás pero con una media de altura que está por debajo de la media general de los demás tratamientos con una altura de 8,33 cm, encontrándose por encima solamente de los tratamientos T5, T3 y T6 (3,98 cm, 5,99 cm y 7,82 cm respectivamente).

Los sustratos de los tratamientos T8 y T7 elaborados a base cascarilla de maní 67% con humus 33% y viceversa, son estadísticamente iguales, pero presentando alturas de 14,35 cm y 14, 51 cm, siendo superados únicamente por el T1 elaborado a base únicamente de humus.

El T1 elaborado únicamente con Humus presenta un buen comportamiento para la variable altura de la planta, siendo este tratamiento el mejor de los evaluados, pero en

comparación a la variable del porcentaje de germinación no es un sustrato que presenta las mejores condiciones, ya que únicamente alcanzo un 62,25%.

Este comportamiento puede explicarse por la adecuada disponibilidad de agua, debido a la capacidad de la retención de agua que tiene el humus y el adecuado nivel nutricional que presenta el humus, que al interaccionar permiten un nivel adecuado de nutrientes disponibles para la planta.

Los sustratos elaborados con compost y materiales orgánicos, tuvieron una gran relación, manteniéndose por encima de la media general, debido a que todos ellos se beneficiaron de los nutrientes con los que dispone el compost, así como a la gran retención de agua que este posee.

Los tratamiento T5 y T3 conformados por humus 33% con bagazo de caña 67% y humus 33% con bagazo de caña 67% respectivamente no alcanzaron alturas por encima de la media (3,98 y 5,99 en su orden), este comportamiento puede explicarse debido a la falta de retención de agua que contiene la cascarilla de arroz y a la fermentación que se produjo en los sustratos elaborados con caña de azúcar.

El tratamiento testigo (T0) logró una altura baja (8,33 cm) en comparación a los demás tratamientos. La mayoría de los tratamientos tienen una media superior a los 10 cm.

4.1.3 Longitud de la raíz.

Los sustratos que menor incidencia tuvieron en el desarrollo radicular y se ubicaron inclusive por debajo del testigo (T0: 4,35 mm) son el T4 (4,14 mm) y el T5 con 3,1 mm. de longitud, en cuyos tratamientos se estudiaron la cascarilla de arroz (33%) mezclado con humus al 67%; y, el T5: bagazo de caña al 67% con humus al 33% de los cuales no dieron mejores resultados. En cambio se destacan los mejores resultados para la longitud de raíz los tratamientos

T1 con 6,85 cm. (humus al 100%); T2 con 6,51 cm. (compost al 100%) y T8 con 6,3 cm. (cascarilla de maní al 33% más humus al 67%).

A continuación en el cuadro 18, se presenta el análisis de varianza donde se observa que existen diferencias entre tratamientos.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

FV	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	51,66	17	3,04	387,65	<0,0001
Tratamientos	51,61	14	3,69	470,29	<0,0001
Repeticiones	0,05	3	0,02	2,01	0,1274
Error	0,33	42	0,01		
Total	<u>51,99</u>	59			

En el análisis de varianza para la variable de longitud de la raíz se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que el valor de p es menor al 0,001, por lo que fue necesario realizar la prueba de medias para determinar que tratamientos son diferentes entre sí.

Cuadro 16. Prueba de medias de Tukey para la variable longitud de la raíz en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

Tratamientos	Medias	Repeticiones	E.E.
1,00	<u>6,85</u>	4	A
2,00	6,51	4	B
8,00	6,30	4	B
14,00	5,87	4	C
13,00	5,50	4	D
10,00	5,43	4	D
12,00	5,40	4	D
7,00	5,40	4	D
11,00	5,16	4	D
9,00	5,07	4	E F
6,00	4,93	4	F
3,00	4,67	4	G
0,00	4,35	4	H
4,00	4,14	4	H
5,00	3,10	4	I

Con base a la prueba de medias de Tukey, podemos indicar que estadísticamente el tratamiento (T1) es diferente a todos los demás y es el que mayor longitud de raíz obtuvo con 6,85 centímetros.

Los tratamientos (T7, T12, T10 y T13) conformados por humus con bagazo de caña, bagazo de caña con compost, cascarilla de arroz con compost y bagazo de caña con compost son estadísticamente iguales, debido a que no presentan diferencias significativas, teniendo una longitud de raíz que esta entre 5,4 y 5,5 centímetros.

El tratamiento (T5) es significativamente diferente a los demás, pero a diferencia del resto de tratamientos este presentó la menor longitud radicular con 3,10 centímetros.

Analizando estadísticamente, los tratamientos T5, T3, T14 y T1 son diferentes. El T5 (bagazo de caña al 67% con humus al 33%) es el que menor longitud de raíz presenta, en cambio el T1 (humus al 100%) alcanzó la mayor longitud radicular de 6,85 cm. con buena diferencia en relación al testigo (4,35 cm.). Ésta respuesta se ratifica con la mejor altura de planta obtenida con el presente tratamiento, asunto que estaría dada por las características físicas y químicas del humus.

El tratamiento testigo T0 se mantuvo por debajo de la media general con (4,35 cm) superando solamente a los tratamientos T5 y T4 (3,10 y 4,14 centímetros respectivamente.)

4.1.4 Numero de Hojas.

En el cuadro 21, se presenta el análisis de varianza para la variable número de hojas de las plantas de brócoli.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable número de hojas en el cultivo de brócoli a los 30 días de la siembra, Loja 2016

FV	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,88	17	0,58	36,53	<0,0001
Tratamientos	9,84	14	0,70	44,18	<0,0001
Repeticiones	0,04	3	0,01	0,78	0,5091
Error	0,67	42	0,02		
Total	<u>10,55</u>	59			

En el cuadro 21 podemos observar que existe una diferencia significativa entre los tratamientos debido a que el valor de p es menor a 0,0001 por lo que es necesario realizar la prueba de comparación de medias de Tukey para ver el mejor tratamiento.

Cuadro 18. Prueba de medias de Tukey para la variable número de hojas en el cultivo de brócoli a los 30 días de la siembra, Loja 2016.

Tratamientos	Medias	Repeticiones	E.E.
T8	<u>4,03</u>	4	A
T14	3,75	4	A B
T1	3,69	4	B C
T9	3,65	4	B C D
T13	3,43	4	C D E
T4	3,41	4	C D E
T2	3,40	4	C D E
T10	3,39	4	C D E
T7	3,34	4	D E
T6	3,30	4	E
T0	3,11	4	E F
T12	2,93	4	F
T11	2,91	4	F
T3	2,90	4	F
T5	2,34	4	G

En el cuadro 22 podemos observar que existen diferencias entre los diferentes tratamientos, ya que podemos indicar que estadísticamente el tratamiento (T8) es diferente a todos los demás y es el que presenta el mayor número de hojas con 4,03

Los tratamientos (T10, T2, T4 y T13) estadísticamente son iguales, debido a que no presentan diferencias significativas, así el número de hojas que presentan estos tratamientos van desde 3,39 a 3,43 respectivamente.

El tratamiento (T5) es el tratamiento con el número de hojas más bajo, debido a que presenta diferencias significativas con los demás tratamientos y es el que tiene la media más baja 2,34.

Además, podemos observar que el tratamiento T5 es el tratamiento con el menor número de hojas con 2,34, esto se debe a que las plántulas en este tratamiento elaborado a base de bagazo de caña con humus se presentaron muy pequeñas debido a la fermentación que se produjo por parte de la caña de azúcar.

4.1.5 Diámetro del tallo.

En el cuadro 24 se observa el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	35,61	17	2,09	2355,60	<0,0001
Tratamientos	35,61	14	2,54	2860,32	<0,0001
Repeticiones	0,0007	3	0,0003	0,26	0,8524
Error	0,004	42	0,00089		
Total	35,65	59			

Al menos uno de los tratamientos evaluados, presenta un resultado diferente a los demás, debido a que el valor de p es menor a 0,0001, por lo que fue necesario efectuar la prueba de medias para determinar que tratamientos son diferentes entre sí.

Cuadro 20. Prueba de medias de Tukey para la variable diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra en el cultivo de brócoli, Loja 2016.

Tratamientos	Medias	Repeticiones	E.E.
T2	3,95	4	A
T1	3,90	4	A
T8	3,75	4	B
T7	3,37	4	C
T4	3,05	4	D
T14	3,05	4	D
T13	2,66	4	E
T10	2,47	4	F
T0	2,43	4	F
T3	2,27	4	G
T9	2,17	4	H
T12	2,06	4	I
T11	1,89	4	J
T6	1,74	4	K
T5	1,47	4	L

Con base a la prueba de medias de Tukey, podemos indicar que estadísticamente los tratamientos (T2 y T1) son diferentes a todos los demás y son los que tienen el mayor diámetro del tallo con un valor 3,90 y 3,95 mm respectivamente.

El tratamiento (T0 y T10), son estadísticamente iguales entre si pero diferentes a los demás mostrando un diámetro de tallo intermedio, 2,43 y 2,47 mm respectivamente.

Los tratamientos (T14 y T4), también son estadísticamente iguales entre si pero diferentes a los demás, con la diferencia que muestran un diámetro de tallo medio superior a los demás.

Los tratamientos (T5, T6, T11, T12, T9 y T3), son diferentes a los demás pero con un diámetro del tallo de nivel inferior al resto, con un diámetro inferior a los 2,27 milímetros.

El menor diámetro lo obtuvo el tratamiento (T5 y T6) elaborados con bagazo de caña y compost, debido a la fermentación que sufrieron estos sustratos por la sacarosa que contiene el bagazo de caña.

4.1.6 Materia seca parte aérea.

En el cuadro 27, se presenta el análisis de varianza donde se muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos. , ya que se observa que el valor de p es menor a 0,0001.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable materia seca de la parte aérea en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	64,05	17	3,77	28,28	<0,0001
Tratamientos	63,60	14	4,54	34,10	<0,0001
Repeticiones	0,45	3	0,15	1,12	0,3509
Error	5,60	42	0,13		
Total	<u>69,65</u>	59			

Al menos uno de los tratamientos evaluados, presenta un resultado diferente a los demás, por lo que fue necesario efectuar la prueba de medias para determinar cuál o cuáles tratamientos son diferentes entre sí.

Cuadro 22. Prueba de medias de Tukey para la variable materia seca de la parte aérea en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

Tratamientos	Medias	Repeticiones	E.E.
T1	0,298	4	A
T2	0,274	4	A B
T4	0,256	4	A B C
T14	0,255	4	A B C
T8	0,233	4	B C D
T13	0,219	4	C D E
T12	0,208	4	D E F
T10	0,204	4	D E F
T7	0,191	4	D E F
T11	0,189	4	D E F
T9	0,185	4	E F
T6	0,163	4	F G
T3	0,135	4	G
T5	0,13	4	G
T0	0,12	4	G

Con base a la prueba de medias de Tukey, podemos indicar que estadísticamente los tratamientos (T0, T5 y T3) son diferentes a los demás y tienen menor peso seco en la parte aérea con valores 0,12, 0,13 y 0,135 gramos respectivamente.

Los tratamientos (T11, T7, T10 y T12) estadísticamente son iguales y están con un valor medio en lo que respecta a la materia seca de la parte aérea.

El tratamiento (T1), es diferente a todos los demás y es el que tiene un peso seco aéreo de la planta con mayor valor 0,298 gramos.

Los tratamientos conformados solo con materia orgánica tuvieron los mejores resultados (T1 y T2), dado que mostraron plantas suculentas, lo cual tiene una estrecha relación con la altura y diámetro de planta, además de que las propiedades químicas del sustrato permitieron el desempeño obtenido.

4.1.7 Materia seca de Raíces.

En el cuadro 30, se presenta el análisis de varianza donde se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos, debido a que el valor de p es menor a 0,0001.

Cuadro 23. Materia seca de raíces de plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

FV	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42,39	17	2,49	26,76	<0,0001
Tratamientos	41,88	14	2,99	32,11	<0,0001
Repeticiones	0,51	3	0,17	1,82	0,1591
Error	3,91	42	0,09		
Total	<u>46,30</u>	59			

Al menos uno de los tratamientos evaluados, presentó un resultado diferente a los demás, por lo que fue necesario efectuar la prueba de medias para determinar cuál o cuáles tratamientos son diferentes entre sí.

Cuadro 24. Prueba de medias de Tukey al 5% para la variable materia seca de raíces a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

Tratamientos	Medias	Repeticiones	E.E.
T1	0,224	4	A
T2	0,221	4	A
T14	0,206	4	A B
T8	0,2	4	A B C
T11	0,181	4	B C D
T4	0,18	4	B C D E
T7	0,161	4	C D E F
T13	0,155	4	D E F G
T10	0,15	4	E F G H
T9	0,141	4	F G H I
T12	0,136	4	F G H I
T6	0,118	4	G H I J
T0	0,103	4	H I J
T5	0,1	4	I J
T3	0,096	4	J

Con base a la prueba de medias de Tukey, podemos indicar que estadísticamente los tratamientos (T1 y T2) son diferentes a todos los demás y tienen mayor peso seco en la raíz con valores de 0,221 y 0,224 gramos respectivamente.

El tratamiento (T3) es diferente a todos los demás y es el que tiene el peso seco de raíz más bajo 0,096 gramos.

4.1.8 Materia seca total.

En el cuadro 32 se presenta la cantidad de materia seca total de una plántula de brócoli a los 30 días después de la siembra.

Cuadro 25. Materia seca total de plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra. Loja

2017

Tratamiento	Peso seco total (gr)
T0	0,223
T1	0,522
T2	0,495
T3	0,231
T4	0,436
T5	0,23
T6	0,281
T7	0,352
T8	0,433
T9	0,326
T10	0,354
T11	0,37
T12	0,344
T13	0,374
T14	0,461

En el cuadro 32 podemos observar el peso seco total, donde sobresalen los tratamiento T1, T2 y T14 como los tratamientos con el mayor peso seco de una plántula de brócoli.

4.1.9 Índice de calidad

En el cuadro 31 se presenta el índice de calidad de Dickson en plántulas de brócoli.

Cuadro 26. Índice de calidad de Dickson en plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra. Loja 2017.

Tratamientos	Índice de calidad
T0	0,0485
T1	0,0888
T2	0,1060
T3	0,0573
T4	0,0770
T5	0,0574
T6	0,0478
T7	0,0641
T8	0,0868
T9	0,0470
T10	0,0527
T11	0,0601
T12	0,0446
T13	0,0586
T14	0,0804

En el cuadro 33 se puede observar que el tratamiento T2 elaborado con compost es el que presenta el índice de calidad más alto, por lo que significa que es el tratamiento con las mejores plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra.

Luego del tratamiento T2 están como mejores plántulas los tratamientos T1, T8 y T14 los cuales presentan un índice de calidad de 0,888, 0,868 y 0,0804 respectivamente.

El tratamiento testigo T0 no está entre las mejores plántulas del ensayo, debido a que su índice de calidad está por debajo de la media general con 0,0485.

4.2 RESULTADOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO

Para realizar el análisis financiero se utilizó la metodología de presupuestos parciales, con el objeto de determinar el tratamiento con mayores beneficios.

El rubro de los costos de producción de cada tratamiento comprenden en esta investigación los costos variables, dado que los tratamientos lo conforman una mezcla de diferentes materiales. El volumen utilizado como base para la preparación de cada uno de los sustratos es de $0,02 \text{ m}^3$, cantidad adecuada para evaluar el desempeño de los sustratos.

Los costos que se incurrieron en el manejo de las plántulas (siembra, fertilización, riegos, etc.) son costos fijos.

4.2.1 Costos Variables.

A continuación se presentan los costos variables, en este caso los costos variables son los costos asociados a la producción de 100 plántulas de brócoli, utilizando diversos materiales así como de la mano de obra empleada para su elaboración.

Cuadro 27. Costos variables asociados a la producción de 100 plántulas de brócoli, Loja 2016.

Tratamiento	Materiales	Porcentaje	Unidad de medida	Cantidad	Costo Kg (Material)	Costo total de 100 plántulas de brócoli
T0	Turba	100%	Kg.	3	2,00	6.00
	TOTAL			3		
T1	Humus	100%	Kg.	6	0,32	1.62
	TOTAL			6		1.62
T2	Compost	100%	Kg.	6	0.24	1,20
	TOTAL					1,20
T3	Cascarilla de arroz	67%	Kg.	4,02	0,10	0,40
	Humus	33%	Kg.	1,98	0,32	0,63
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.17
T4	Cascarilla de arroz	33%	Kg.	1,98	0,10	0.20
	Humus	67%	Kg.	4,02	0,32	1.29
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.63
T5	Bagazo de caña	67%	Kg.	4,02	0,13	0,52
	Humus	33%	Kg.	1,98	0,32	0,63
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.29
T6	Bagazo de caña	33%	Kg.	1,98	0,13	0.26
	Humus	67%	Kg.	4,02	0,32	1.29
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.69
T7	Cascarilla de maní	67%	Kg.	4,02	0,10	0,40
	Humus	33%	Kg.	1,98	0,32	0.63
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.17
T8	Cascarilla de maní	33%	Kg.	1,98	0,10	0.20

	Humus	67%	Kg.	4,02	0,32	1.29
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.63
T9	Cascarilla de arroz	67%	Kg.	4,02	0,10	0,40
	Compost	33%	Kg.	1,98	0,24	0.48
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2,02
T10	Cascarilla de arroz	33%	Kg.	1,98	0,10	0.20
	Compost	67%	Kg.	4,02	0,24	0.97
	Mano de obra		Hora.	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.31
T11	Bagazo de caña	67%	Kg.	4,02	0,13	0.52
	Compost	33%	Kg.	1,98	0,24	0.48
	Mano de obra		Hora.	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.14
T12	Bagazo de caña	33%	Kg.	1,98	0,13	0.26
	Compost	67%	Kg.	4,02	0,24	0.97
	Mano de obra		Hora.	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.37
T13	Cascarilla de maní	67%	Kg.	4,02	0,10	0,40
	Compost	33%	Kg.	1,98	0,24	0.48
	Mano de obra		Hora	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					1.95
T14	Cascarilla de maní	33%	Kg.	1,98	0,10	0.20
	Compost	67%	Kg.	4,02	0,24	0.97
	Mano de obra		Hora.	0,50	2,28	1.14
	TOTAL					2.31

Cuadro 28. Costos por kilogramo de cada sustrato utilizado en el ensayo, Loja 2016.

Tratamiento	Materiales	Porcentajes	Costo/Kg
T0	Turba	100%	2,00
T1	Humus	100%	0,32
T2	Compost	100%	0,24
T3	Cascarilla de arroz	67%	0,36
	Humus	33%	
T4	Cascarilla de arroz	33%	0,44
	Humus	67%	
T5	Bagazo de caña	67%	0,38
	Humus	33%	
T6	Bagazo de caña	33%	0,45
	Humus	67%	
T7	Cascarilla de maní	67%	0,36
	Humus	33%	
T8	Cascarilla de maní	33%	0,44
	Humus	67%	
T9	Cascarilla de arroz	67%	0,34
	Compost	33%	
T10	Cascarilla de arroz	33%	0,39
	Compost	67%	
T11	Bagazo de caña	67%	0,36
	Compost	33%	
T12	Bagazo de caña	33%	0,4
	Compost	67%	
T13	Cascarilla de maní	67%	0,34
	Compost	33%	
T14	Cascarilla de maní	33%	0,39
	Compost	67%	

Como se puede observar en el cuadro 35, el costo más elevado por kilogramo de tratamiento lo tiene el tratamiento testigo T0 (Turba) con 2,00 dólares, y el costo más bajo por kilogramo lo tiene el T2 (Compost) con un valor de 0,24 dólares.

Si relacionamos los mejores resultados obtenidos en el ensayo T13 en porcentaje de germinación (94,75%), T1 en altura de la planta (17,79 cm), T1 en longitud de la raíz (6,85 cm),

T8 en el número de hojas (4,05), T2 en diámetro del tallo (3,95), T1 en materia seca de la parte aérea (0,298 gr) y el T1 en materia seca de la raíz (0,224 gr), con el costo por kilogramo de los sustratos vemos que el T0 (testigo) es sumamente elevado en relación a los tratamientos antes señalados; a más de ello, los sustratos de mejor respuesta brindan otras bondades como su fácil accesibilidad (material de la localidad) y que en la mayoría de los casos, los campesinos bien lo quemaran o lo amontonan sin ninguna mayor utilidad.

4.2.2 Costos Fijos del ensayo.

Los costos fijos comprenden los costos del manejo del cultivo, así como los materiales e insumos del ensayo.

En el cuadro 36 tenemos los costos fijos utilizados en el ensayo, los cuales nos dan un total de 159,92 dólares, este valor fue invertido en la elaboración de los 15 tratamientos, lo que nos da un valor de inversión en costos fijos de 10,66 dólares por tratamiento.

Cuadro 29. Costos fijos del ensayo

Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Mano de obra				
Siembra	Hora	8	2,28	18,24
Riego	Hora	4	2,28	9,12
Controles fitosanitarios	Hora	1	2,28	2,28
Deshierbas	Hora	1	2,28	2,28
Materiales de campo				
Bandejas de espuma flex	Unidad	60	1,00	60,00
Regadera	Unidad	1	3,00	3,00
Bomba	Unidad	1	8,00	8,00
Insumos				
Semillas	Sobre	3	17,5	52,50
Fegadazin	Frasco	1	4,5	4,50
TOTAL				159,92

V. DISCUSIÓN.

Las variables agronómicas estudiadas en los 15 tratamientos presentan mejores resultados en sustratos elaborados con humus y compost en mezclas con materiales orgánicos en relación a la turba quien presenta resultados por debajo de la media general en cada una de las variables estudiadas.

Con relación a la variable de porcentaje de germinación los tratamientos (T13, T11, T10 y T9) conformados por compost y materiales orgánicos, presentaron los mejores resultados con un 94.75 % y 94.25% de germinación al ser la mejor mezcla, por cuanto las semillas respondieron mejor en su germinación, esto se debe a la capacidad de retención de agua que tiene el compost (Pérez et al, 2008). y a la aireación que brindan los materiales orgánicos utilizados en estos tratamiento.

Dentro de los tratamientos el sustrato conformado por humus (T1), alcanzo el mayor crecimiento en altura a los 15 días (6.34 cm), así como a los 30 días (17,79cm), Bussard (2004), menciona que la altura optima que deben alcanzar las plántulas de brócoli en la fase de semillero deben estar entre los 15 y 20 centímetros, mientras que el tratamiento conformado por bagazo de caña y humus (T5), fue el tratamiento en presentar las alturas más bajas a los 15 días (2,01 cm), así como a los 30 días (3,98 cm).

En la variable altura de la planta se observa que las plántulas del tratamiento testigo (T0), no desarrollan una altura considerable para el desarrollo de las plántulas en el campo definitivo, ya que solamente alcanzan 8,33 centímetros muy por debajo de altura recomendada para el trasplante.

Ilbay (2012), señala que la altura de plántulas de brócoli en su ensayo con utilización de turba alcanzan en promedio 9,33 centímetros, lo cual le lleva a la conclusión de que estas plántulas no alcanzan una altura recomendada para el trasplante, por tanto se comprueba en el ensayo realizado en la Quinta experimental “La Argelia”, que la turba no ofrece buenos resultados en lo que respecta a la altura de la planta.

Los resultados obtenidos permiten deducir que, la utilización de sustratos orgánicos compuestos por Humus y cascarilla de maní con compost, para la obtención de plántulas de brócoli, influenciaron favorablemente, por cuanto, en general, con éstos sustratos se alcanzaron plántulas de mayor crecimiento en altura, que lo reportado por el testigo, que se conformó de sustrato 100% de turba.

El tratamiento conformado por humus (T1), además de tener la mayor altura de la planta tuvo la mayor longitud de la raíz (6,85 cm), lo que demuestra que las plántulas están con una longitud adecuada para el trasplante definitivo, características similares a lo reportado por Valdez (1994), quien menciona que una longitud óptima del sistema radicular para el trasplante al campo definitivo esta entre 5 y 6 centímetros de largo, mientras que el tratamiento conformado por bagazo de caña y humus (T5), presento la longitud más pequeña del sistema radicular (3,10 cm).

El tratamiento testigo T0 conformado por turba alcanzo una longitud de raíz de 4,35 centímetros, por debajo de lo recomendado para el trasplante de plántulas de brócoli al campo definitivo, esto comprueba que la turba no es el sustrato adecuado para el desarrollo del sistema radicular de plántulas de brócol.

En la variable número de hojas el mejor resultado se lo obtuvo en tratamiento T8 elaborado con cascarilla de maní y Compost con un total de 4,03 mejorando así el número de hojas reportado por Ilbay (2012), quien señala en su ensayo que plántulas de brócoli sembradas en sustratos elaborados con turba alcanzan hasta 3,53 hojas por plántula.

Además en la variable número de hojas el tratamiento testigo T0 compuesto solamente por turba obtuvo un número de hojas de 3,11 siendo este uno de los tratamientos que menor número de hojas obtuvieron. Según Bussard (2004), indica que las plántulas de brócoli deben tener entre 4 y 5 hojas verdaderas para el trasplante definitivo.

En la variable diámetro del tallo el tratamiento conformado por Compost (T2), presentó un diámetro de 3,95 milímetros, lo cual está dentro del rango planteado por Bussard (2004), el cual indica que un tallo con buenas características para ser trasplantado debe estar en un rango de 3 a 4 milímetros, mientras que el tratamiento elaborado a base de la mezcla de bagazo de caña con humus (T5), presentó el menor diámetro del tallo con 1,472 milímetros.

El sustrato elaborado solamente con turba alcanzó 2,43 milímetros, lo cual está entre la media general de esta variable.

Para la variable materia seca de la parte aérea de plántulas de brócoli, el sustrato T1 obtuvo el valor más alto con 0.298 gr por planta, también obtuvo el mayor valor con 0.224 gr. en cuanto a la variable materia seca de raíces, por lo que se deduce, que el tratamiento conformado por humus está entre los mejores tratamientos del ensayo.

Los pesos secos de la parte aérea y de la parte radicular de plántulas de brócoli en sustratos elaborados solamente con turba se mantuvieron en la media general sin representar una gran diferencia.

Dickson et al. (1960), indica que para considerar la calidad de la planta se debe tener en cuenta el mayor valor que se obtenga al aplicar la formula en cada uno de los tratamientos, por lo tanto si se considera esto el mejor tratamiento en esta variable es el T2 ya que alcanzó un valor de 0,106.

En lo que respecta a los costos de producción de las plántulas de brócoli existe una diferencia significativa entre el testigo (T0) que estuvo conformado en su totalidad por Turba y cuyo precio se encuentra a 2,00 dólares/Kilogramo, y los demás sustratos alternativos elaborados a base de materiales orgánicos que fueron utilizados en el ensayo, cuyos precios oscilaban entre 0,32 y 0,45/ dólares/ Kilogramo.

Los costos de producción de plántulas de brócoli son mucho más económicos si se utilizan sustratos elaborados con humus y compost en mezclas con materiales orgánicos, que si se los cultiva en materiales importados como lo es la turba, además presentan mejores características agronómicas.

VI. CONCLUSIONES

- El crecimiento en el sustrato comercial es inferior al resto de los sustratos utilizados en el ensayo por presentar bajo porcentaje de germinación (76,5%) y altura de planta (8,33 cm.); mientras tanto, los sustratos orgánicos a base de Cascarilla de maní mezclados con Humus y Compost en sus diferentes proporciones obtuvieron los mejores resultados en porcentaje de germinación (94.25%) y altura de la planta (17,79cm).
- El tratamiento elaborado a base de compost (T2), es el que presenta mayor calidad de plántulas de brócoli a los 30 días con un valor de 0,1060, mientras que el sustrato comercial (turba) está muy por debajo de este al presentar un valor de 0,0485.
- Los sustratos (Cascarilla de maní con compost y humus) brindaron los mejores resultados, además su precio por kilogramo es mucho más económicos y rentables (\$0,34 y \$0,32, respectivamente) en comparación al sustrato comercial (turba: \$2.0/Kg.).

VII. RECOMENDACIONES.

De acuerdo al trabajo realizado se recomienda lo siguiente:

- Los sustratos a base de humus y cascarilla de maní con compost, se convierten en una alternativa para la producción hortícola por su bajo costo, mejor calidad de plántulas y por ser materiales que se disponen en la localidad, de fácil acceso.
- Estudiar el comportamiento de las plántulas de brócoli en campo definitivo para evaluar la calidad y desempeño de las plántulas provenientes de los tratamientos T1 y T8.
- Investigar la calidad de otros materiales para la elaboración de sustratos orgánicos, debido al alto precio de la turba.
- Es necesario estudiar la capacidad de retención de la humedad de los diferentes sustratos locales en proyección de optimizar el recurso hídrico.
- Es necesario continuar efectuando investigaciones con el objeto de evaluar la utilización de los sustratos alternativos para la producción de otras especies a nivel de invernadero y en el campo definitivo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

- Azcón-Bieto, J. & Talón M. 2000. Fisiología y bioquímica vegetal. ED., McGraw Hill/Interamericana, Barcelona, España. 123 pp.
- Aguirre, Z-; Merino, B. Guía para el estudio de las principales familias botánicas del sur del Ecuador. Ed, Departamento de botánica y ecología de la facultad de Ciencias Agrícolas. Loja Ecuador.
- Elena, R. 2012. Semillas, biología y tecnología, Ediciones Mundi-Prensa. España
- Burr, K.E. 1990. The target seedling concept: Bud dormancy and cold hardiness. En: R. Rose, S.J. Campbell y T. D. Landis, editores. Target seedling symposium: Proceedings, Combined meeting of the Western forest nursery associations. Páginas 79-90. USDA, Forest Service, Roseburg, Oregon.
- Calderón, A. 2006. Sustratos agrícolas (en línea). Chile, Proyecto Fondef D0I1063. 10 p. Recuperado en <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>
- Canovas, F.; Díaz, J.R. 1993. Cultivos sin suelo. Curso superior de especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la provincia de Almeria. Almeria. 187 p.
- Capulín-Grande, Juan; Pérez-Ríos, Sergio Rubén; Mohedano-Caballero, Leopoldo; Mateo-Sánchez, José Justo; Bonifacio-Vázquez, Rigoberto; (2011). PRODUCCIÓN DE (Cedrela odorata L.), EN SUSTRATO A BASE DE ASERRÍN CRUDO EN SISTEMA TECNIFICADO EN TECPAN DE GALEANA, GUERRERO, MÉXICO. *Ra Ximhai*, Enero-Abril, 123-132.

- Cartagena, Y. 1998. Respuesta a la fertilización química con dos épocas de aplicación en Brócoli (Brassica oleracea) híbrido Legacy. Machachi Pichincha. Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp. 4 – 70.
- Cásares, E. 1971. producción de hortalizas. 2 ed. México, Herrero. 310 p.
- Casseres, E. 1980. Producción de hortalizas. 3a. Edición. San José, Costa Rica. IICA.
- Clavijo, J. 2008. Sustratos. Universidad de Almeria. Editorial servicio de publicaciones.
- DAVIES, P. 2004. Plants hormones. ED. Kluwer Academic Publishers, New York. 717 pp.
- Delgado, Manlio. Humus de lombriz. Lombricultura Pachamama. Universidad del Perú.
Recuperado en : <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/humus/CARAC%20Y%20VALOR%20FERTILIZANTE.pdf>
- Dickson, A.; Leaf, A.L.; Hosner, J.F. 1960..Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For. Chron. 36: 10-13.
- Duryea, M.L. 1985. Evaluating seedling quality: importance to reforestation. En: M.L. Duryea, editor, Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Páginas 1-4. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis.
- Elola, S.; Bargr.; Gómez, A. Brócoli. Recuperado en:
(<http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60br001.htm>).
- Fernández, M.M.; Aguilar, M.I.; Carrique, J.R.; Tortosa, J.; Gracia, C.; López, M.; Pérez, J.M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Conserjería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, España. 302 p.
- Gallo, R; Viana, O. 2005. Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate *Lycopersicum esculentum* (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo,

- UY, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 80 p. Recuperado en <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gal1.pdf>
- García, M. 2006. Sustratos para la producción de plantines hortícolas (en línea). Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Producción Vegetal Centro Regional Sur. 6 p. 2010. Recuperado en <http://tesis.deSustratos%20organicos%20horticultura.pdf>
- García, M. C., Taboada, G. R. O., López, S. H., López, A. P., Mora, A. G. y Tlapal, B. B. 2011. Calidad de plántulas de chile “poblano” en la Sierra Nevada de Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34:115- 121.
- Gordon, H. y Barden J. 1992. *Horticultura*. México D.F, México. Ed. AGT.GUZMÁN, O. M. 1995. *Manual de fertilizantes para horticultura*. México D.F, México. Ed. Limusa.
- Hernández, N. (7 de Agosto de 2012). *Hortalizas*. Recuperado el 17 de Marzo de 2017, de www.hortalizas.com/articulo/print/30762/
- Ilbay, L. 2012. *Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli*. Ambato - Ecuador
- Junovich, A; Alvear, I. *El brócoli ante el TLC*. Proyecto SICA, Banco Mundial.
- Krarup, CH. 1992, Seminario sobre la producción de brócoli. Quito (Ecuador), PROEXANT. pág. 25.
- Lallana, V., Elizalde, J., & García, L. (2005). Unidad Temática 11: Germinación y Latencia de semillas y yemas. En E. José, G. Luz, & L. Victor, *Cátedra de Fisiología vegetal* (págs. 2-22). Paraná: Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Limongelli, J. 1979. *El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Hemisferio Sur.

- Infoagro (Información Agrícola, ES). 2010. Cultivo de tomate (en línea). España, Editorial Agrícola Española, S.A. 2010. Recuperado en <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento>.
- MAGAP. 2016. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Morales-Valenzuela, G., Redondo-Juárez, E., CovarrubiasPrieto, J. y Cárdenas-Soriano, E. 2002. Detección y localización de *Phytophthora capsici* Leo. en semilla de chile. *Revista Mexicana de Fitopatología* 20:94-97.
- Nuez V,F. 2001. El cultivo de tomate. Mexico, Ediciones Mundi Prensa. 793p.
- Pérez, A., Céspedes, C., & Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(3), 10-29.
- Picón, R, 2013. Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate. Chiquimula, Guatemala.
- Reyes. H. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Guatemala. FAUSAC. P. 32 (Boletín Informativo 1-2001)
- Rizzo P. (s/f) "Súper Brócoli Ecuatoriano". [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli.htm>
- Rodríguez, R. L. (2012). "Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el consumo humano ocasional de almortas (*Lathyrus sativus*). 11p.

- Sáenz, R. C. y Lindig C. R. 2004. Evaluación y Propuestas para el Programa de Reforestación en Michoacán. Ciencia Nicolaita. No. 37. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. pp.107- 120.
- Sea. 2006 “El cultivo de brócoli”. [Artículo en línea]. Disponible en:
<http://www.agricultura.gob.do/index.php?option=content&task=view&id=159>
- Sponsel, V. M. & Hedden, P. 2004. Gibberellin biosynthesis and inactivation. En: DAVIES, P. J. (ed.), Plant hormones Biosynthesis, signal transduction, action. Kluwer Academic Publishers. Ithaca, NY, U.S.A. 63-94.
- Universidad Politécnica de Valencia. (Septiembre de 2003). *Germinación de Semillas*. Recuperado el 16 de Marzo de 2017, de http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm
- Valadez, A. 1994. Producción de Hortalizas. 4a. Edición. México D.F, México. Ed. Limusa. p 45.
- Vifinex, A. 2002. Production de sustratos para vivero. Costa Rica, p 17
- Weier, E. Stocking, R. and Barbour, M. (1980). Botany and introduction To biology. México D.F, México. Ed. Limusa.

IX. ANEXOS.

Anexo 1. Proceso de elaboración de los sustratos. Septiembre 2016.



Figura 4. Preparación de los materiales: A, Picado del bagazo de caña; B, Tamizado del Compost.

Anexo 2. Siembra de semillas en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de La Universidad Nacional de Loja. Septiembre 2016.



Figura 5. Siembra de semillas de brócoli; A, Siembra en la cámara descontaminada; B, colocación de las 20 semillas en la caja Petri; C, semillas en la germinadora

Anexo 3. Siembra de las semillas en los sustratos a evaluar. Octubre 2016.



Figura 6. Siembra en el T8; A, colocación de las semillas en las bandejas con la supervisión del director; B, Semillas colocadas en el sustrato.

Anexo 4. Etiquetado de los tratamientos a evaluar. Octubre 2016.



Figura 7. Etiquetas colocadas en las bandejas del ensayo

Anexo 5. Etiquetado de las 20 plantas seleccionadas al azar para realizar el seguimiento de las variables en estudio. Octubre 2016.



Figura 8. Etiquetado de plántulas; A, tesista colocando la etiqueta en el T11; B, plántulas de brócoli etiquetadas en el T15.

Anexo 6. Plántulas de brócoli a los 8 días después de la siembra. Noviembre 2016.



Figura 9. Plántulas de brócoli a los 8 días después de la siembra; A, en el sustrato elaborado con cascarilla de arroz T9; B, en el sustrato elaborado con Humus T1.

Anexo 7. Medición de las plántulas de brócoli a los 10 días después de la siembra. Noviembre 2016.

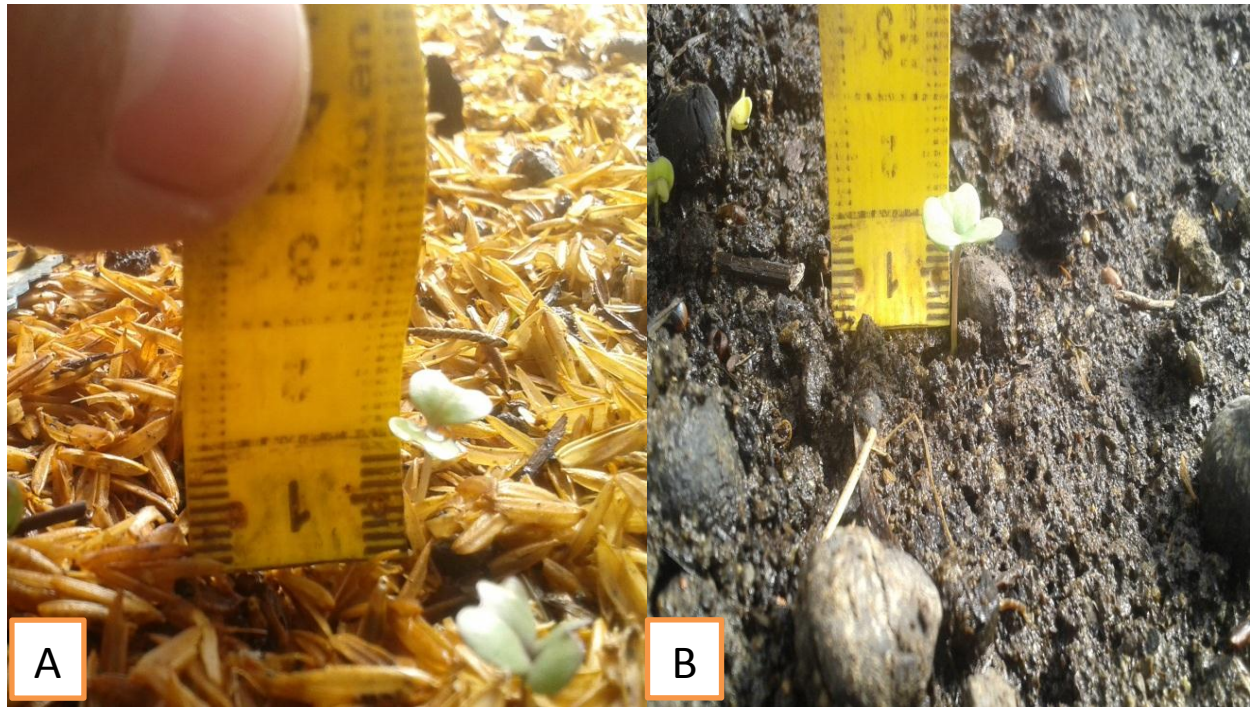


Figura 10. Medición de las plántulas a los 10 días; **A**, Medición en un sustrato elaborado por cascarilla de arroz T9; **B**, Medición en un sustrato elaborado por compost T2.

Anexo 8. Plántulas de brócoli a los 15 días después de la siembra. Noviembre 2016.



Figura 11. Plántulas de brócoli a los 15 días después de la siembra.

Anexo 9. Medición de las variables en estudio a los 30 días después de la siembra. Noviembre 2016.



Figura 12. Medición de las variables en estudio en el T8; **A,** medición de la plántula; **B,** medición de la longitud de la raíz.

Anexo 10. Control de Damping off en plántulas de brócoli. Noviembre 2016.



Figura 13. Control fitosanitario para Damping of; **A,** Fumigación a las plántulas por parte del tesista; **B,** Producto químico utilizado para el control del Damping goff.

Anexo 11. Socialización de los resultados, como medio de difusión de la importancia de la investigación. Noviembre 2016.



Figura 14. Difusión de los resultados preliminares, con la presencia del director de tesis, alumnos del sexto ciclo de la Carrera de Ingeniería Agronómica y docentes de la Estación Experimental de la UNL; Noviembre 2016.

Anexo 12. Actividades realizadas durante la exposición de los resultados. Noviembre 2016.

HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO
09:30	Bienvenida	Tesista	5 min
09:35	Intervención del director de tesis	Ing. Javier Guayllas G. Mg.Sc	5 min
09:40	Socialización	Tesista	30 min
10:10	Preguntas y respuestas	Tesista	30 min
10:40	Explicaciones en el cultivo	Tesista	30 min
11:10	Refrigerio	Tesista	30 min
TOTAL			2 Horas y 10 minutos

Anexo 13. Tríptico de resultados entregado en la socialización. Noviembre 2016.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

El porcentaje de germinación de brócoli *Brassica oleracea* L. en cada uno de los tratamientos fue el siguiente:

Cuadro 1: Porcentaje de Germinación.

Tratamiento	Materiales	Porcentaje
T1	Turba 100%	76,5
T2	Humus 100%	62,25
T3	Compost 100%	53,5
T4	Cascarilla de arroz 67%	55,75
	Humus 33%	
T5	Cascarilla de arroz 33%	52,25
	Humus 67%	
T6	Bagazo de caña 67%	75,25
	Humus 33%	
T7	Bagazo de caña 33%	72,25
	Humus 67%	
T8	Cascarilla de mani 67%	79,75
	Humus 33%	
T9	Cascarilla de mani 33%	84,5
	Humus 67%	
T10	Cascarilla de arroz 67%	94,25
	Compost 33%	
T11	Cascarilla de arroz 33%	94,25
	Compost 67%	
T12	Bagazo de caña 67%	94,25
	Compost 33%	
T13	Bagazo de caña 33%	91,5
	Compost 67%	
T14	Cascarilla de mani 67%	94,75
	Compost 33%	
T15	Cascarilla de mani 33%	91,75
	Compost 67%	

La altura de la planta de brócoli *Brassica oleracea* L. en cada uno de los tratamientos se tomó cada 5 días y los resultados fueron los siguientes:



Cuadro 2: Alturas promedio de las plántulas registradas con intervalos de 5 días, hasta los 35 días.

T.	Altura (cm) 5 días	Altura (cm) 10 días	Altura (cm) 15 días	Altura (cm) 20 días	Altura (cm) 25 días
T1	0,93	2,78	4,15	5,88	7,85
T2	0,9	3,46	6,34	10,78	15,92
T3	0,85	2,89	4,98	8,78	12,05
T4	0,85	2,23	3,74	5,04	5,70
T5	0,79	2,46	4,05	6,67	12,42
T6	0,87	1,13	2,01	2,74	3,16
T7	0,87	2,04	3,14	4,22	6,55
T8	0,87	2,98	5,99	10,24	12,55
T9	0,89	2,71	5,47	8,36	11,34
T10	0,78	2,54	5,34	8,15	10,47
T11	0,89	2,41	5,76	8,58	12,91
T12	0,87	2,09	5,28	7,02	8,85
T13	0,73	2,28	5,65	7,45	10,84
T14	0,89	2,14	5,78	7,27	11,31
T15	0,58	2,17	5,54	7,27	11,78

5. CONCLUSIONES

- El comportamiento de la turba (sustrato comercial) es inferior al resto de los sustratos utilizados en el ensayo por presentar bajo porcentaje de germinación y altura de plantas; mientras tanto, los sustratos orgánicos (Cascarilla de mani y Humus) se obtuvieron los mejores resultados con menor incidencia de enfermedades y malezas.
- Los sustratos (Cascarilla de mani y humus) brindaron los mejores resultados, son mucho más económicos y rentables (\$1.62 y \$1.95, respectivamente) en comparación al sustrato comercial (turba: \$6.0), lo que significa 75 % más económico frente a la turba.

6. RECOMENDACIONES

- Los sustratos a base de humus y cascarilla de mani con compost, se convierten en una alternativa para la producción hortícola por su bajo costo y mejor calidad.
- Es necesario estudiar la capacidad de retención de la humedad de los diferentes sustratos locales en proyección de optimizar el recurso hídrico.



TEMA: EVALUACIÓN DE HUMUS Y COMPOST EN MEZCLAS CON MATERIALES ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA QUINTA EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA.

Tesista: Claudio Alexander Ordoñez Cabrera

Director: Ing. Javier Guayllas Guayllas Mg. Sc.

Loja- Ecuador
2016



1. INTRODUCCIÓN

En la producción de cultivos hortícolas es estratégica la etapa de crecimiento inicial de la planta, ya que es imprescindible una planta de calidad para obtener una buena producción al final del cultivo y el medio de crecimiento es un factor importante para lograr una planta de calidad.

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo (*Sphagnum peat moss*); por sus buenas características físicas, químicas y biológicas. Pero en la presente investigación se trata de buscar nuevas alternativas que permitan inclusive mejorar los resultados productivos (costos bajos y mejor calidad); para ello se utilizó diferentes sustratos que existen en la localidad tales como: cascarilla de arroz, cascarilla de maní, bagazo de caña, humus y compost.

Mediante la divulgación de los resultados obtenidos, ofrecemos a la comunidad nuevas alternativas tecnológicas en la producción agrícola en la región, porque beneficiará la producción de hortalizas, especialmente el cultivo de brócoli.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Generar alternativas tecnológicas para la producción de plántulas de calidad en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.), a nivel de semillero, utilizando sustratos orgánicos en la Quinta Experimental Docente La Argelia.



2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el crecimiento y calidad de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en los diferentes sustratos elaborados a base de mezclas de humus y compost con diferentes materiales orgánicos a nivel de semillero.
- Evaluar costos de producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) por cada uno de los tratamientos.

3. METODOLOGÍA

Metodología para el primer objetivo.

Prueba de Germinación. La prueba de germinación de las semillas de brócoli *Brassica oleracea* L. bajo condiciones controladas de temperatura se efectuó en el laboratorio de Fisiología Vegetal, en el cual se evidencio que las semillas se encontraban totalmente viables con un 95% de germinación a una temperatura de 20°C y humedad relativa de 60% en un tiempo de 72 horas. (Figura 1)

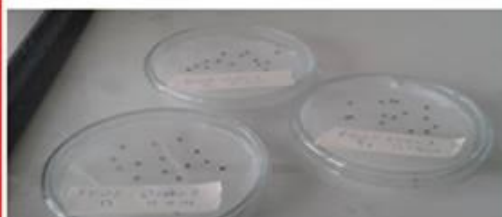


Figura 1. Prueba de germinación.



Figura 2. A. Deshierbas, B. Control Fitosanitario.



Figura 3. Toma de datos: A. Longitud de la raíz, B. Longitud de la planta, C. diámetro de la hoja.

Recolección de materiales. Se recolectaron los materiales necesarios (materias primas): cascarilla de arroz, cascarilla de maní, bagazo de caña, humus, compost y turba.

Preparación de los sustratos. Se realizó utilizando herramientas para mezclar los materiales orgánicos y evitando que entren en contacto con materiales extraños al ensayo.

Siembra. La siembra se la realizó en bandejas de espuma Flex a una distancia de 5 cm. entre plantas e hileras, dando un de 100 semillas por tratamiento y un total de 6000 plántulas establecidas.

Deshierbas. Cuando era necesario.

Controles Fitosanitarios. Se realizaron dos controles por la presencia de *Damping off* (canillera), con Fegadazin en una dosis de 1ml/lt. (Figura 2)

Metodología para el segundo objetivo

Para evaluar el costo de producción de plántulas de brócoli se utilizó la metodología de presupuestos parciales, con el objeto de determinar el tratamiento con mayores beneficios.

Para determinar el presupuesto parcial, se determinó los costos variables por cada tratamiento y los ingresos producto de la venta de las plántulas de brócoli, luego se determinará el beneficio neto.

El rubro de los costos de producción de cada tratamiento comprenden los costos variables, dado que los tratamientos lo conforman una mezcla de diferentes materiales.

Los costos que se incurrieron en el manejo de las plántulas (siembra, fertilización, riegos, etc.) son costos fijos.

Anexo 14. Costos variables para los tratamientos.

Tratamiento	Materiales	Porcentaje	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Costo Kg.
T1	Turba	100%					
	TOTAL						
T2	Humus	100%					
	TOTAL						
T3	Compost	100%					
	TOTAL						
T4	Cascarilla de arroz	67%					
	Humus	33%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T5	Cascarilla de arroz	33%					
	Humus	67%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T6	Bagazo de caña	67%					
	Humus	33%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T7	Bagazo de caña	33%					
	Humus	67%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T8	Cascarilla de maní	67%					
	Humus	33%					
	Mano de obra						
	TOTAL						

T9	Cascarilla de maní	33%					
	Humus	67%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T10	Cascarilla de arroz	67%					
	Compost	33%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T11	Cascarilla de arroz	33%					
	Compost	67%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T12	Bagazo de caña	67%					
	Compost	33%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T13	Bagazo de caña	33%					
	Compost	67%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T14	Cascarilla de maní	67%					
	Compost	33%					
	Mano de obra						
	TOTAL						
T15	Cascarilla de maní	33%					
	Compost	67%					
	Mano de obra						
	TOTAL						

Anexo 15. Costos fijos del ensayo.

Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Mano de obra				
Siembra				
Riego				
Controles fitosanitarios				
Deshierbas				
Materiales de campo				
Bandejas de espuma flex				
Regadera				
Bomba				
Insumos				
Semillas				
Fegadazin				
TOTAL				

Anexo 16. Gráficos de las variables agronómicas estudiadas.

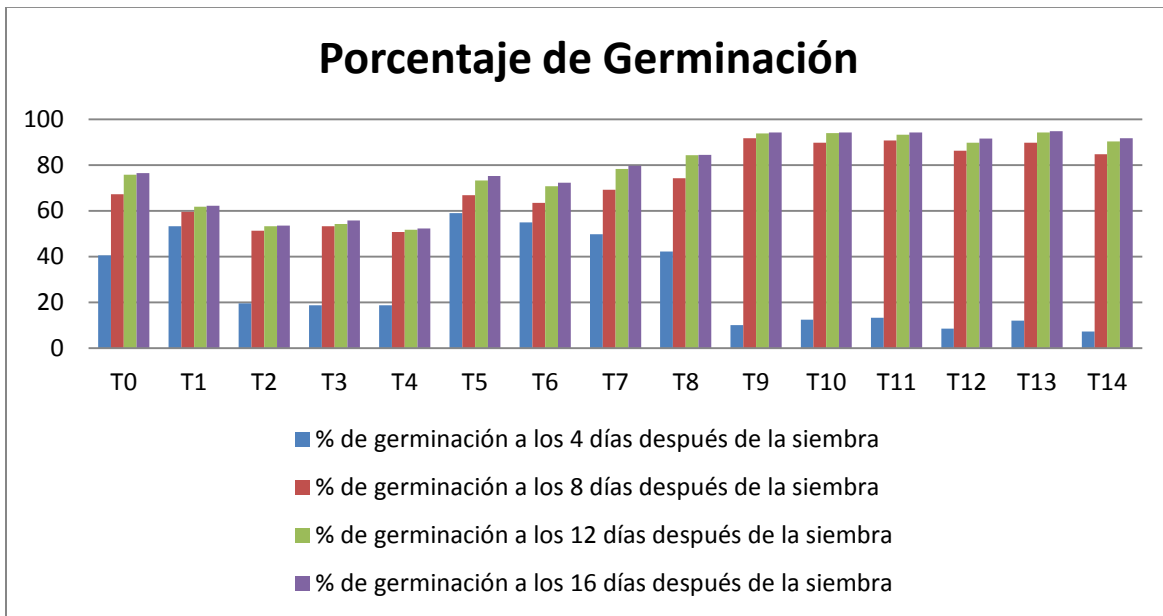


Grafico 1. Porcentaje de germinación promedio en el cultivo de brócoli, a los 4, 8, 12 y 16 días después de siembra.

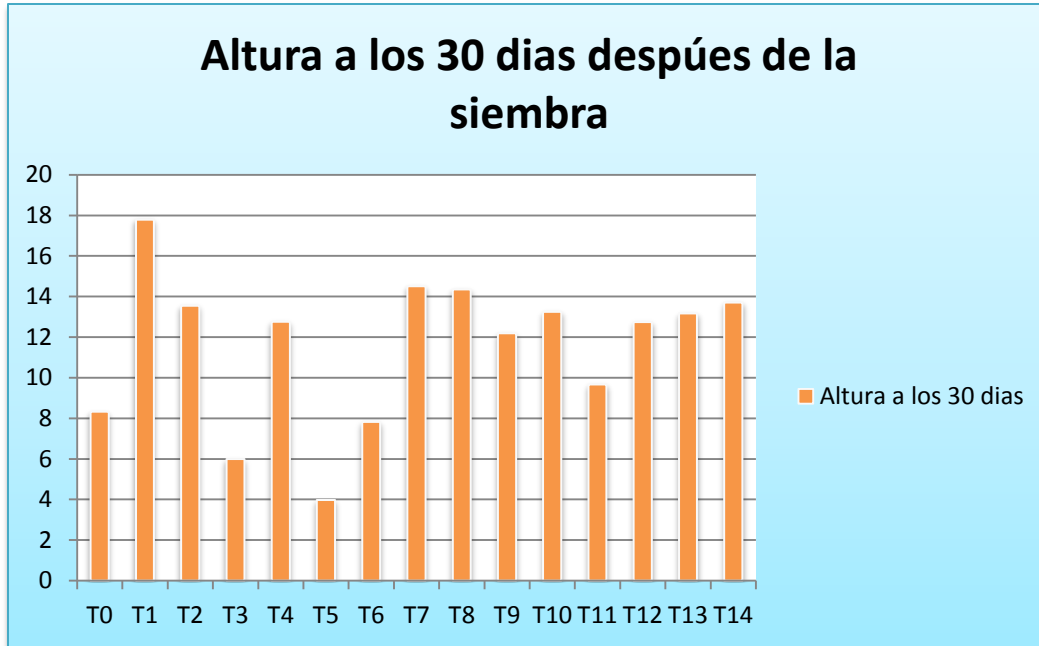


Grafico 2. Altura de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra para cada tratamiento evaluado, Loja 2016

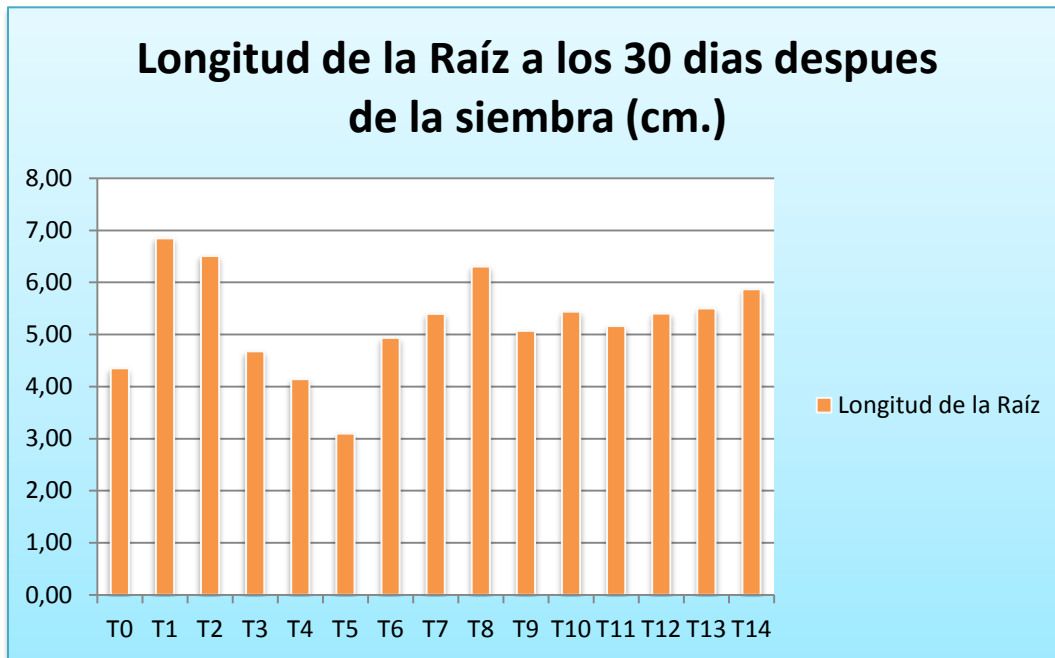


Grafico 3. Longitud de la raíz en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016

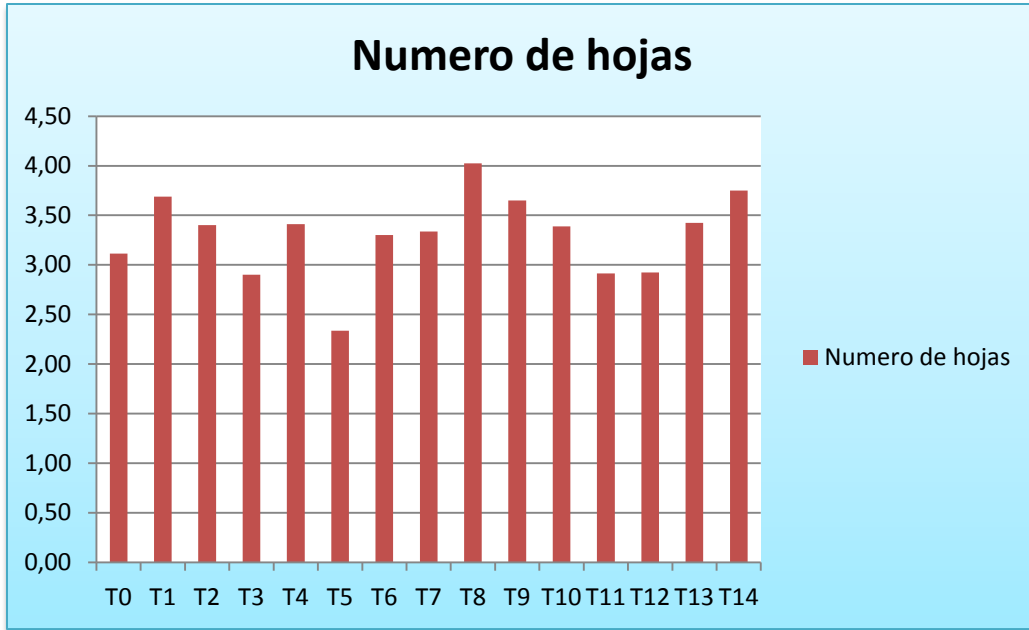


Grafico 4. Numero de hojas en la planta de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

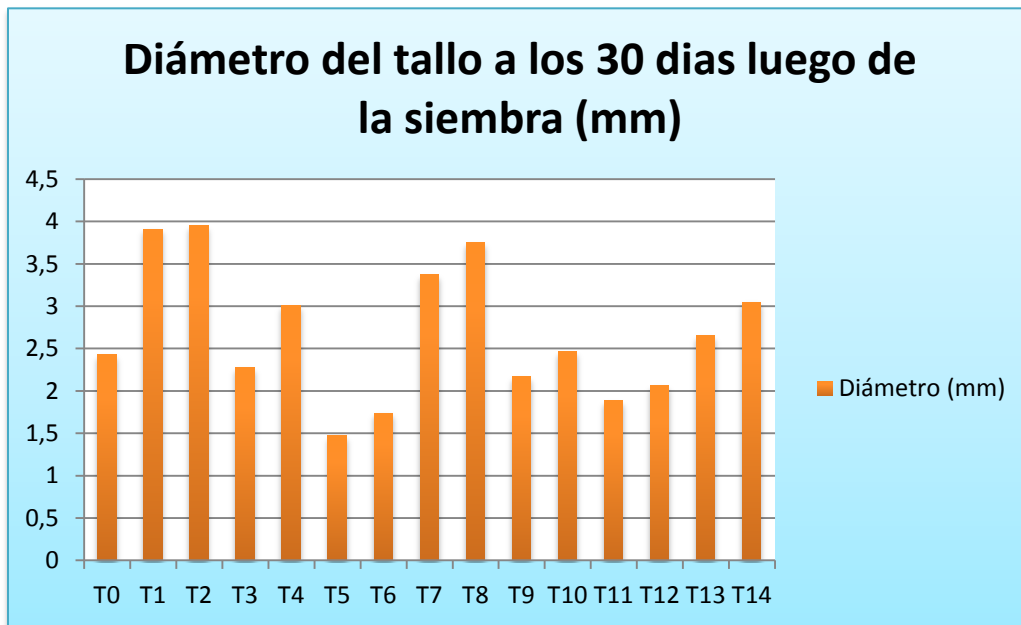


Grafico 5. Diámetro del tallo de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

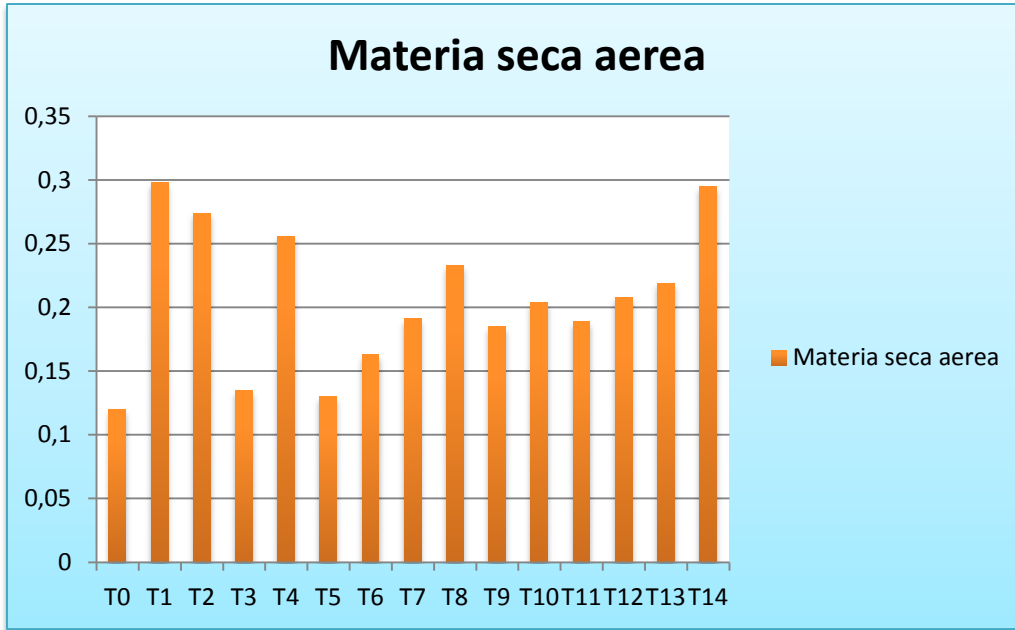


Grafico 6. Materia seca aérea de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016.

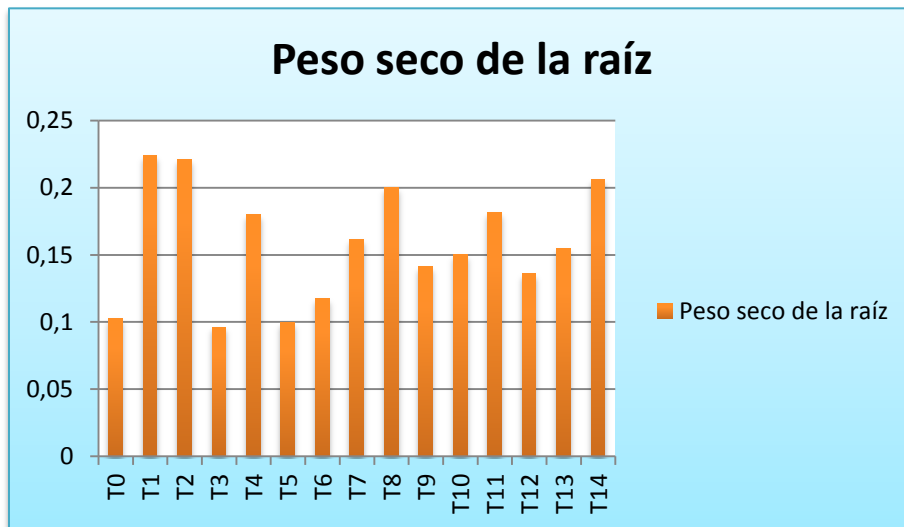


Grafico 7. Materia seca radicular de la planta en el cultivo de brócoli a los 30 días después de la siembra, Loja 2016

Anexo 17. Porcentaje de germinación a los 4 días después de la siembra. Octubre 2016.

Tratamiento	Replica				Total	Media
	1	2	3	4		
0	51	33	43	35	162	40,5
1	55	59	48	51	213	53,25
2	9	28	14	27	78	19,5
3	8	27	21	19	75	18,75
4	7	28	21	19	75	18,75
5	69	65	48	54	236	59
6	63	45	71	41	220	55
7	58	62	48	31	199	49,75
8	25	55	58	31	169	42,25
19	12	8	8	12	40	10
10	9	18	11	12	50	12,5
11	12	14	18	9	53	13,25
12	9	7	9	9	34	8,5
13	12	11	14	11	48	12
14	5	7	8	9	29	7,25

Anexo 18. Porcentaje de germinación a los 8 días después de la siembra. Noviembre 2016.

Tratamiento	Replica				Total	Media
	1	2	3	4		
0	62	68	70	69	269	67,25
1	59	63	57	59	238	59,5
2	53	52	49	51	205	51,25
3	55	53	54	51	213	53,25
4	50	49	53	51	203	50,75
5	72	69	63	63	267	66,75
6	68	54	73	59	254	63,5
7	71	71	67	68	277	69,25
8	78	79	75	65	297	74,25
9	91	94	89	93	367	91,75
10	89	87	91	92	359	89,75
11	92	88	95	88	363	90,75
12	87	88	85	85	345	86,25
13	89	91	88	91	359	89,75
14	86	82	86	85	339	84,75

Anexo 19. Porcentaje de germinación a los 12 días después de la siembra. Noviembre 2016.

Tratamiento	Replica				Total	Media
	1	2	3	4		
0	70	77	78	78	303	75,75
1	63	65	59	60	247	61,75
2	55	54	53	51	213	53,25
3	56	54	55	52	217	54,25
4	51	50	54	52	207	51,75
5	77	75	71	70	293	73,25
6	73	69	76	65	283	70,75
7	79	76	79	79	313	78,25
8	86	84	87	80	337	84,25
9	93	95	91	96	375	93,75
10	94	92	94	96	376	94
11	97	91	96	89	373	93,25
12	89	91	88	91	359	89,75
13	96	92	93	96	377	94,25
14	93	87	88	93	361	90,25

Anexo 20. Porcentaje de germinación a los 16 días después de la siembra. Noviembre 2016.

Tratamiento	Replica				Total	Media
	1	2	3	4		
0	72	78	78	78	306	76,5
1	65	65	59	60	249	62,25
2	55	54	54	51	214	53,5
3	57	54	57	55	223	55,75
4	53	50	54	52	209	52,25
5	79	77	73	72	301	75,25
6	75	71	78	65	289	72,25
7	80	77	81	81	319	79,75
8	86	84	87	81	338	84,5
9	93	95	93	96	377	94,25
10	94	92	95	96	377	94,25
11	98	92	96	91	377	94,25
12	91	93	91	91	366	91,5
13	96	92	93	98	379	94,75
14	93	87	91	96	367	91,75

Anexo 21. Altura de la planta a los 5 días después de la siembra. Noviembre 2016.

T	R	Planta																				T	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0	1	1,2	0,8	1,2	0,7	0,8	1,3	0,9	0,8	0,8	0,9	1,2	0,8	1,2	0,7	0,8	1,3	0,9	0,8	0,8	0,9	18,8	0,94
	2	1,4	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	1,4	0,8	1,4	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	1,4	0,8	19,2	0,96
	3	0,8	1,1	0,7	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1,1	0,7	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	18,6	0,93
	4	0,9	1,2	0,9	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,9	1,2	0,9	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	18,2	0,91
1	1	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	0,9	17,4	0,87
	2	0,9	0,7	0,9	1,3	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	0,9	1,3	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	17,8	0,89
	3	0,7	1,3	0,8	0,9	0,9	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,7	1,3	0,8	0,9	0,9	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	18	0,9
	4	1,2	0,8	0,9	0,8	1,2	0,7	0,9	0,8	0,8	1,4	1,2	0,8	0,9	0,8	1,2	0,7	0,9	0,8	0,8	1,4	19	0,95
2	1	1	0,9	0,7	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,7	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1			16,4	0,82
	2	0,6	0,8	0,9	1,3	0,6	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	1,3	0,6	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	16,8	0,84
	3	0,8	0,9	0,6	0,7	1,2	0,9	1,1	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,6	0,7	1,2	0,9	1,1	0,8	0,9	0,8	17,4	0,87
	4	0,8	1,4	0,6	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1,4	0,6	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	17,4	0,87
3	1	0,9	0,6	0,9	0,8	0,8	0,9	0,6	1,2	0,9	0,6	0,9	0,8	0,8	0,9	0,6	1,2					13,4	0,67
	2	0,8	0,8	0,8	0,9	1,2	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,2	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	17,2	0,86
	3	0,9	1,3	0,9	0,8	0,8	0,9	1,3	0,8	1,4	0,9	0,9	1,3	0,9	0,8	0,8	0,9	1,3	0,8	1,4	0,9	20	1
	4	0,8	0,8	0,8	1,4	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	17,6	0,88
4	1	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	1,1	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	1,1	0,8							12	0,6
	2	0,9	0,8	1,3	0,9	0,8	0,8	0,8	1,2	0,9	0,8	1,3	0,9	0,8	0,8	0,8	1,2					15	0,75
	3	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,9	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,9	1,4	18,2	0,91
	4	1,1	0,7	1,2	0,9	0,8	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	0,7	1,2	0,9	0,8	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8	18,6	0,93
5	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	1,3	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	1,3	0,8	0,9	17	0,85
	2	0,9	0,8	1,3	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,3	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	17,6	0,88
	3	0,8	1,1	0,8	0,8	1,1	0,8	1,1	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	0,8	0,8	1,1	0,8	1,1	0,8	0,8	0,8	17,8	0,89
	4	1,1	0,8	0,8	1,2	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	0,8	0,8	1,2	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	17,2	0,86

.....Continuación de la altura de la planta a los 5 días.

6	1	0,8	1,1	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,9	0,8	0,8	1,1	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,9	0,8	16,4	0,82
	2	0,9	0,8	0,9	1,1	0,9	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	0,9	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	18,4	0,92
	3	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,6	0,8	0,9	16,4	0,82
	4	0,9	0,7	1,2	1,4	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,7	1,2	1,4	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	18,4
7	1	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	1,4	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	1,4	0,8	0,8	0,9	17,2	0,86
	2	1,1	1,3	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	1,1	1,3	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	18,6	0,93
	3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,6	0,9	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,6	0,9	1,4	17,2	0,86
	4	0,9	0,9	0,9	0,8	1,2	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8	1,2	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	17	0,85
8	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,4	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,4	0,9	0,8	0,8	0,9	17,8	0,89
	2	1,1	0,8	0,9	1,1	0,8	0,8	0,6	0,9	1,4	0,8	1,1	0,8	0,9	1,1	0,8	0,8	0,6	0,9	1,4	0,8	18,4	0,92
	3	0,8	0,9	1,4	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9	1,4	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	0,6	17,2	0,86
	4	0,8	0,8	0,8	0,6	1,2	0,9	0,8	0,9	0,9	1,4	0,8	0,8	0,8	0,6	1,2	0,9	0,8	0,9	0,9	1,4	18,2	0,91
9	1	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	1,4	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	1,4	0,6	0,8	0,8	17,2	0,86
	2	0,8	0,8	0,8	1,4	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	1,4	0,8	0,9	0,8	0,9					14,4	0,72
	3	0,6	1,1	0,6	0,8	0,9	0,6	1,2	0,8	0,6	1,1	0,6	0,8	0,9	0,6	1,2	0,8					13,2	0,66
	4	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8	0,6	0,8	1,4	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8	0,6	0,8	1,4	17,8	0,89
10	1	0,8	1,4	0,8	0,9	0,6	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,4	0,8	0,9	0,6	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	17,6	0,88
	2	1,1	0,8	0,9	0,9	1,2	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	1,1	0,8	0,9	0,9	1,2	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	19	0,95
	3	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9	1,1	1,1	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9	1,1	1,1	0,8	0,9	17,2	0,86
	4	0,8	1,1	0,6	1,4	0,8	1,1	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	1,1	0,6	1,4	0,8	1,1	0,8	0,6	0,8	0,8	17,6	0,88
11	1	0,6	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8	1,2	0,8	0,9	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8	1,2	0,8	0,9	0,8	16,4	0,82
	2	0,8	1,1	0,9	1,1	0,8	1,1	0,8	1,1	0,8	1,1	0,8	1,1	0,9	1,1	0,8	1,1	0,8	1,1	0,8	1,1	19,2	0,96
	3	1,1	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,4	0,8	1,1	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,4	0,8	18,2	0,91
	4	0,8	0,9	0,9	1,2	0,8	1,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1,2	0,8	1,4	0,8	0,6	0,8			16,4	0,82
12	1	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9			15,6	0,78
	2	0,9	0,8	0,8	0,6	0,9	0,9	0,6	0,9	0,8	0,8	0,6	0,9	0,9	0,6							11	0,55
	3	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	0,7	1,1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	0,7	1,1	0,8	0,9			16	0,8
	4	1,4	0,8	1,1	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	0,6	1,4	0,8	1,1	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	0,6			15,8	0,79

..... Continuación de la altura de la planta a los 5 días.

13	1	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	0,8	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	0,8	0,8	0,8	1,1	0,9	18	0,9
	2	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,4	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,4	0,8	0,8	18	0,9
	3	0,8	1,2	0,8	0,8	1,1	0,8	1,2	0,8	0,9	0,9	0,8	1,2	0,8	0,8	1,1	0,8	1,2	0,8	0,9	0,9	18,6	0,93
	4	0,9	0,8	1,1	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	1,1	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	17	0,85
14	1	1,1	0,8	0,9	1,1	0,8	1,1	0,8	0,9	1,1	0,8											9,4	0,47
	2	0,8	0,9	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8							10,6	0,53
	3	0,9	0,6	0,8	0,6	0,9	0,8	0,6	0,9	0,9	0,6	0,8	0,6	0,9	0,8	0,6	0,9					12,2	0,61
	4	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	0,9	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	0,9	0,6	0,8	0,9			14,2	0,71

Anexo 22. Altura de la planta a los 20 días después de la siembra. Noviembre 2016.

T	R	Planta																				T	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0	1	6,4	6,7	6,2	5,2	6,7	6,4	6	6,4	6,4	6,4	5,4	6,7	6,1	5,8	5,4	6,7	6,1	6,2	5,9	6,1	123	6,16
	2	6,2	6	0,9	6	6	6	6,7	6,4	6,4	6,4	6,7	5,8	5,9	6,2	5,8	5,8	6,4	5,8	6,2	6,4	118	5,9
	3	6	5,4	5,9	6,2	6,2	6	6,2	6	5,4	6,2	6,4	5,8	6,4	5,9	6,7	6,4	5,4	6,7	5,8	5,8	121	6,04
	4	6,4	6,2	0,9	6,7	6,2	6,4	1,1	6,2	0,9	6,4	6,2	6,7	5,9	6,2	5,8	6,2	5,8	6,2	5,8	6,7	109	5,45
1	1	11	11,8	11,1	10,9	9,8	11,2	10,6	10,9	11,5	10,6	11,8	11,1	10,9	10,2	9,1	12	10,2	10,6	10,7	10	216	10,8
	2	11,2	10	11	11,8	9,1	11,1	11	11,8	10,7	9,1	10,9	10,6	10,2	9,1	11,8	11,2	10,6	11,8	10,6	11,2	215	10,7
	3	11,5	10,2	10,9	10,9	11,1	11,2	10,9	11,5	11	10,9	11,2	10,6	11,1	10,7	12	11	9,8	10	10,9	9,1	217	10,8
	4	11,8	12	10,7	10	10,9	10,9	11,1	10,9	10,6	10,2	9,8	10,9	10,2	10	10,9	9,1	11,8	11,5	11,1	11	215	10,8
2	1	8,8	8,9	8,2	9,1	8,8	8,1	9,1	9	8,1	8,2	8,8	7,9	9	7,9	8,9	7,9	8,7	9,6	8,9	8,7	173	8,63
	2	9,5	9,1	8,9	9	8,2	8,8	9,5	9,2	8,8	8,9	8,1	8,9	8,7	8,2	8,7	9	9,1	8,8	9,5	9	178	8,9
	3	9,2	8,8	7,9	9,2	8,9	9,1	9,6	8,9	9,1	8,8	9	9,2	9,1	8,8	8,8	7,9	9,2	8,9	9,2	9,2	179	8,94
	4	8,9	9,1	8,9	8,8	8,1	8,1	7,9	9,6	8,9	8,1	8,2	8,8	8,9	9,5	7,9	8,9	8,2	9	8,7	9,1	174	8,68
3	1	4,9	5,1	6,1	4,8	4,2	4,2	4,9	4,9	6,1	4,9	4,5	4,5	5,8	4,9	4,5	4	6,1	4	4,5	4,9	97,8	4,89
	2	5,6	5,6	4,2	4,9	5,8	6,1	4,9	4,2	4,7	4,5	5,1	6,1	4,8	5,5	4,9	6,1	4,7	5,5	4,8	4	102	5,1
	3	5,8	4,8	5,1	4,5	4,7	5,5	5,6	4,8	5,5	6,1	4,8	4,9	4,7	5,8	4,5	4,9	4,2	5,8	4,9	4,5	101	5,07
	4	4,9	5,5	6,1	4,9	5,1	6,1	4	5,1	4,7	4,9	5,1	5,6	4,2	4,8	5,1	5,8	4,5	4,8	5,1	5,8	102	5,11
4	1	6,5	5,6	6,4	6,2	7,4	7,5	6,5	6,9	5,6	5,7	7,2	5,8	6,6	7,5	6	6,4	6,7	6,1	7,1	7,5	131	6,56
	2	5,7	6,6	7,5	6	6,6	7,2	7,1	7,4	6,8	7,3	6,6	6,1	7,4	6,5	5,8	7,5	6,3	6,6	6,3	6,5	134	6,69
	3	6,4	6,8	7,2	6,5	7	6,2	6,6	6,1	6,6	6,5	7,5	6,9	7,1	6,4	7,3	6,4	7,4	6,5	7,5	6,6	136	6,78
	4	6,6	7,4	5,8	6,8	6	6,9	6,4	7,5	6,3	7,2	6,7	7	6,2	6,8	5,7	6,1	6,8	7,5	6,4	7,1	133	6,66
5	1	2,7	2,9	2,5	2,8	2,4	2,9	2,3	2,6	2,5	2,3	2,8	2,4	2,6	2,1	2,7	2,8	2,2	3,2	2,4	2,6	51,7	2,59
	2	2,8	2,6	2,7	2,9	2,8	2,7	2,8	2,5	3	2,8	2,7	3,1	2,3	2,8	2,5	3,2	2,4	2	2,6	2,9	54,1	2,71
	3	2,6	3	2,3	5	2,6	2,4	2,9	3,2	2,8	2,5	4,8	2,8	2,7	3,2	2,6	2,7	2,9	3	2,5	2,7	59,2	2,96
	4	2,8	2,7	3,1	2,5	3,2	2,3	2,6	3,1	2,7	3,2	2,7	2,9	2,5	2,9	2,2	3	2	3,1	2,4	2,8	54,7	2,74

.....Continuación de la altura de la planta a los 20 días.

6	1	8,1	3,4	5,5	3,3	8	6,1	3	2,8	7	3,9	2	3,7	8,7	3,9	4,1	3,9	3,3	8,6	5,1	4	98,4	4,92
	2	4	3,7	3,7	3,6	3	3,3	3,6	4,1	3,4	4	4,7	3,3	4	5,1	3,4	4	2	3,7	2,8	3,8	73,2	3,66
	3	3,8	3,3	3,8	4	8,1	3	3,8	4,7	3,7	3,9	3,6	4,1	2,8	7,8	3,8	3,9	3,6	3,3	4,1	3,7	82,8	4,14
	4	4,1	4	3,4	3,7	3	3	7,5	3,3	4	3,1	7,1	2	3,3	3,4	3,9	6,4	4,7	4	3,6	6,1	83,6	4,18
7	1	10,5	10,4	10,2	10,8	8,5	10,7	9,4	10,6	10,1	10,4	9,6	11	9,4	10,3	11	10,2	9,3	10,9	10,6	10,2	204	10,2
	2	10,2	10,1	10,8	9,3	10,6	10,4	9,6	10,9	10,6	9,4	10,7	9,3	10,6	10,4	8,6	10,8	10,7	10,5	9,6	10,5	204	10,2
	3	10,6	8,5	10,7	10,4	10,8	8,6	10,9	9,8	10,5	10,6	10,2	11	10,5	11	10,9	10,6	10,1	10,3	10,7	10,2	207	10,3
	4	10,1	10,6	9,4	10,5	9,6	11	10,3	10,8	9,3	10,9	10,8	10,3	9,9	10,8	10,2	9,4	10,4	11	9,3	10,3	205	10,2
8	1	7,3	7	7,1	9,1	11,1	9,4	8,5	7	9,1	9,4	7,3	8,7	10,2	9,1	7,9	7,2	9,4	7,3	8,1	7,1	167	8,37
	2	7,2	7	6,9	8,7	7,2	8,7	9,7	8,7	7,2	9,1	8,5	10,2	9,1	7,1	9	9,4	6,9	9	7,9	7,2	165	8,24
	3	7	7,3	8,5	9	8,1	9,7	7,3	10,6	8,1	9,1	7,9	9,4	6,9	9,7	8,1	7	9,1	7,3	8,5	8,7	167	8,37
	4	7,1	8,7	9,1	7,3	8,5	7,9	9,4	7,1	9,7	9	9,1	7,2	9,1	8,5	10,2	7,9	9,7	9,1	7,9	7,3	170	8,49
9	1	9,6	7,5	7,8	7,4	8,4	8,2	9	7,1	8,7	8,2	8,7	8,3	7,1	8,4	8,1	8,7	7,6	8,7	7,7	7,4	163	8,13
	2	7,7	7,4	7,9	7,1	7,7	8,9	7,6	8,7	7,7	8,1	9,6	8,7	7,7	7,5	7,4	8,7	8,9	7,1	8,1	8,4	161	8,05
	3	7,4	7,7	7,6	8,1	7,8	7,1	9,6	7,9	7,4	8,7	7,8	7,6	7,1	8,3	8,7	9,6	8,7	8,7	7,8	7,6	161	8,06
	4	7,8	7,5	9,6	8,8	7,4	8,1	9	8,3	8,8	7,5	8,7	8,2	8,7	7,9	7,8	8,9	7,1	8,8	9	9,6	168	8,38
10	1	8	8,1	8,3	9	8,5	8,1	8,9	8,3	8,1	8,1	8,7	8,1	8,9	8,3	9,3	8,1	9,3	9,3	8,2	8	170	8,48
	2	8,2	8,8	8,4	8,9	8,9	8,2	8,7	8,9	8,5	8,9	8,8	8,4	8,5	8,1	8,7	8,3	8,8	8,1	8,9	9,1	172	8,61
	3	8,5	9	8,8	8,3	8,9	8,5	8	8,4	8,8	9	8,1	8,1	8,7	8,8	9,3	8,2	9,3	8,7	8,4	8,5	172	8,62
	4	8,1	8,8	8,7	9	8,5	8,4	8,7	8,9	8,2	8,9	8,7	8,1	9,3	8,3	8	9,3	8,5	9,3	8,8	8,3	173	8,64
11	1	7,1	7,3	7	6,9	7,1	6,8	7,3	6,9	6,8	7,2	6,9	6,8	6,9	7,1	6,9	7,2	7,3	6,8	6,9	7,2	140	7,02
	2	7,7	7,1	6,8	5,5	6,8	7,2	7,3	7,1	6,9	7,3	6,8	7,1	7,3	6,8	7,3	6,9	7,1	7,3	7,2	7,1	141	7,03
	3	6,9	7,3	7,3	6,7	7,1	7,3	7	6,7	7,3	6,7	7	6,9	7	7	6,7	5,5	6,7	6,9	7	7,3	138	6,92
	4	7,1	7,3	7,2	6,9	7	7,7	6,9	7,2	7,1	6,9	7,1	7,2	7,7	6,7	7,3	6,9	7,1	7,3	7,2	7	143	7,14
12	1	7,4	7,6	7,4	7,7	6,8	7,7	7,4	7,7	7,8	7,4	7,8	7	7,4	7,8	6,8	7,4	7,4	7,6	7,6	7,4	149	7,46
	2	7,6	6,8	7,6	7,6	7,4	7,7	7,6	7,4	7,6	7,6	7,6	7,6	6,8	7,4	7	7,8	7,4	7,4	7,4	7,4	149	7,44
	3	7,4	7,7	7,4	7,7	7,7	7,4	6,8	7,5	7,6	6,8	7,7	7,6	7	7,5	7,6	7	7,5	7,6	7,6	7,5	149	7,43
	4	7,5	7,4	7,6	7,5	6,8	7,6	7,4	7,7	7,6	7,5	7,6	7,5	7,6	7,6	7,4	7,5	7,5	7,6	7,4	7,5	150	7,49

.....Continuación de la altura de la planta a los 20 días.

13	1	7,3	7,4	7,1	7,3	6,9	7,5	7	7,5	7,2	7,5	7,6	7,2	7,6	7,5	7	7,5	7,3	7,2	7,3	7,2	146	7,31
	2	6,9	6,7	7,5	7,3	7,3	7,1	7,3	7,3	7,3	7,1	7	7,3	7,2	7,6	7,1	7	7,5	7,2	7	6,8	144	7,18
	3	7,3	7,3	7,4	7,1	7,5	6,7	7,5	7,1	7,6	7,3	7,5	7,6	6,7	7,3	7,2	7,6	7,6	7,2	7,3	7,3	146	7,31
	4	7,3	7,3	6,9	7,5	7,3	7,5	7,2	7,5	6,9	7,6	7,3	6,9	7,6	7	7,6	7,2	7,5	7,6	7,3	6,9	146	7,3
14	1	7	7,3	7,5	7,2	6,9	7,3	7,5	7,5	7,6	7,2	7,3	7,6	7,3	7,6	6,8	7,6	7,3	7,2	7,3	7,5	147	7,33
	2	6,8	7,4	7,3	7	7,5	7,4	6,9	7,6	7	6,7	7,5	6,8	7,6	7	7,5	7,3	7,1	7,3	7	7,1	144	7,19
	3	7,3	6,9	7	7,3	6,7	7,3	7,2	7,5	7,3	7,1	7,2	7,6	7,1	7,3	7,6	7,2	7,6	6,7	7,5	7,5	145	7,25
	4	7,2	7,5	7,3	7,5	7,4	7,3	7,5	6,8	7,6	7,2	7,5	7,5	7,3	7,6	7,2	7,6	7,3	7,2	7,3	7,2	147	7,35

Anexo 23. Altura de la planta a los 30 días después de la siembra. Noviembre 2016.

T	R	Planta																				T	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0	1	8,2	7,9	8,6	7,9	7,9	8,6	8,2	8,5	7,9	7,9	9	8,6	8,8	8,9	8,2	7,9	7,9	8,2	8,5	8,2	166	8,29
	2	8	8,1	8,2	8,8	8,2	8	8,5	8,2	8,8	9	8,8	7,9	8,1	8,5	8,2	8,6	8,9	8,1	8,1	8,1	167	8,36
	3	8,1	8,7	8	8,5	8,2	8,5	9	8,5	8,2	8	8,5	8,2	8,6	8,1	7,9	8	7,9	8,2	8	8,1	165	8,26
	4	7,9	8,8	8,2	8,5	8,8	8,1	8,2	7,9	9	8,1	8,2	8,8	8,8	8,2	8,6	8,2	8,6	8,9	7,9	8,2	168	8,4
1	1	17,9	17,8	18	18,1	17,7	17,9	18	17,9	17,9	18	17,9	18	17,9	17,5	18,2	18	18,2	17,9	17,7	18,2	359	17,9
	2	17,8	17,7	17,8	18,2	18,1	17,5	17,7	18,1	18	18,2	17,9	18,2	18,1	18,2	17,5	17,9	18,1	18	18,1	18,1	359	18
	3	18,3	18,4	17,8	17,5	17,8	17,9	17,5	17,7	17,8	17,5	18	17,9	17,5	17,3	17,4	17,5	17,7	17,4	17,7	17,8	354	17,7
	4	17,4	17,3	18,3	17,1	17,5	17,4	17,7	17,5	17,3	17,7	17,1	17,4	17,5	17,9	17,7	17,4	17,5	17,9	17,5	17,4	351	17,5
2	1	13,9	13,7	13,8	14	13,4	13,5	13,2	13,6	13,3	13,5	13,4	13,3	13,2	13,6	13,3	13,4	13,2	13,5	13,3	13,3	269	13,5
	2	14,1	14,2	14,3	14,4	13,7	13,3	13,5	13,2	13,6	13,3	13,6	13,5	13,7	13,3	13,4	13,5	13,6	13,3	14	14	274	13,7
	3	13,6	13,5	13,4	13,2	13,3	13,5	13,4	13,6	13,3	13,4	13,2	14	13,3	13,5	13,2	14	13,3	14	13,5	13,5	270	13,5
	4	13,7	13,4	13,6	13,6	13,4	13,7	13,2	13,8	13,6	13,4	14	13,3	13,2	13,3	13,5	13,3	13,8	13,5	14	13,6	271	13,5
3	1	5,8	5,9	6,1	6,2	6,1	6,2	5,9	6,1	5,8	6,2	6,2	6,1	6,1	6,2	6,1	6,2	6,1	6,2	6,2	5,9	122	6,08
	2	6,2	6,2	6,2	5,9	6,2	6	6,1	5,8	6,2	5,9	6,2	6,1	5,2	6	6,2	6,1	6	6,1	5,3	5,3	119	5,96
	3	5,4	5,5	5,8	6,2	5,9	6,1	6,2	6,2	5,9	6	5,9	5,2	6,2	5,9	5,9	5,9	6,2	6,2	5,9	6,2	119	5,94
	4	6	5,9	6,2	6	6,1	6,2	5,8	5,9	5,9	6,2	5	5,9	6,2	6	6,2	6,2	6,1	5,9	6	5,9	120	5,98
4	1	13,1	13	12,9	13,1	12,9	12,8	13	13,2	13,1	13,1	13,2	13,1	13,2	12,6	12,7	13,1	13,2	13,1	12,8	13,1	260	13
	2	12,6	13,1	12,9	12,5	12,3	13,2	13,1	12,7	12,5	12,7	13,2	12,7	13	12,5	12,6	13,2	12,6	13,1	13,2	12,6	256	12,8
	3	12,8	12,6	12,4	12,6	12,5	11,8	12,8	13,1	13,2	11,8	12,9	12,6	13,1	12,8	11,8	12,9	13,1	13,2	12,6	12,8	253	12,7
	4	13,1	12,6	13,1	12,5	12,8	12,6	13,2	13,1	12,6	12,6	10,1	13	12,5	12,6	12,7	12,5	12,6	12,8	12,9	10,8	251	12,5
5	1	4	4,1	4,1	3,5	4,2	4,2	4	3,7	4,1	3,6	4,5	4,5	3,8	3,7	4,5	4	3,5	4	4,5	3,6	80,1	4,01
	2	3,9	3,9	4,2	3,6	3,8	4,1	4	4,2	3,5	4,5	3,8	4,1	3,7	3,8	4	4,1	3,6	3,7	3,7	4	78,2	3,91
	3	4,1	3,6	4,1	4,5	4,7	3,9	3,8	3,9	3,8	4,1	3,7	3,9	4,7	3,7	4,5	4	4,2	3,8	3,9	4,5	81,4	4,07
	4	3,6	3,8	4,1	3,7	5,1	3,7	4	5,1	3,6	3,7	3,5	3,5	4,2	3,9	3,6	3,6	4,5	3,9	4,1	3,6	78,8	3,94

.....Continuación de altura de la planta a los 20 días.

6	1	8,1	7,9	7,7	7,5	8	7,9	8	8,1	7,8	7,9	7,7	8,1	7,9	7,9	8,1	8,1	7,9	8,1	7,8	7,9	158	7,92
	2	8,2	8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,9	7,8	8,1	7,5	7,4	7,8	7,7	7,9	7,4	7,8	7,7	7,9	7,9	7,4	155	7,77
	3	7,6	7,5	7,4	8,1	7,9	7,7	8	7,9	7,8	7,5	7,8	7,9	8,1	8	7,7	7,9	7,8	7,4	7,8	7,7	156	7,78
	4	7,8	7,9	7,7	8,1	7,9	7,8	8,1	7,5	7,9	7,7	8	7,7	7,9	7,4	7,8	7,7	7,9	7,7	8,1	7,9	157	7,83
7	1	13,9	14	14,1	14,4	14,8	14,9	14,6	14,7	14,8	14,5	14,9	14,4	14,7	14,8	14,4	14,6	14,9	14,5	14,5	14,4	291	14,5
	2	14,5	14,4	14,3	14,9	14,1	14,3	14,8	14,5	13,9	14,7	14	14,5	14,8	14,4	14,9	14,3	14,5	14,7	14,8	14,6	290	14,5
	3	14,2	14,6	13,8	14	14,1	14,8	14,9	13,9	13,9	14,4	14,8	14,7	14,9	14,1	14,3	14,8	14,7	14	14,3	14,9	288	14,4
	4	14,7	14,8	14,9	14,1	14,9	14,4	14,7	14,8	14,6	14,9	14,3	14,8	14,3	14,9	14	14,1	14,8	14,9	14,1	14,7	292	14,6
8	1	13,8	14,9	15,7	13,6	13,8	14,3	15,6	13,6	14,9	17,8	13,6	13,6	14,3	13,6	13,5	14,1	14,1	14,9	13,5	15,6	289	14,4
	2	15,3	14,3	14,3	13,6	13,6	14,3	14,1	14,1	13,8	15,7	15,1	15,6	13,6	14,3	14,1	14,3	13,7	13,9	13,5	13,6	285	14,2
	3	13,5	16	13,6	13,5	14,3	14,9	15,9	15,6	14,3	15,6	13,6	13,8	13,5	14,3	13	13,9	13,8	13,9	14,3	13,6	285	14,2
	4	15,1	14,3	14,9	13,9	13,1	15,6	14,1	15,7	17,8	13,9	14	14,1	14,3	14,3	13,9	13,5	13,5	13,5	14,3	15,6	289	14,5
9	1	11,6	12,9	11,7	12,4	11,8	12,1	12	11,6	12,1	11,7	12	11,8	11,6	12,2	11,8	11,9	11,8	12,2	12,8	11,9	240	12
	2	12,8	11,8	12,7	12,2	12,8	11,7	12,9	11,9	12,9	12,5	11,9	11,6	11,9	11,7	11,6	12,7	12,9	12,8	12,6	12,8	247	12,3
	3	11,9	12,6	12	12,3	12,1	11,6	12,6	11,9	12,8	11,8	11,6	12,7	12,9	11,9	12,8	11,8	12,5	11,6	12,7	12,5	245	12,2
	4	12,1	12,5	12,6	11,9	11,6	12,5	11,8	12,7	11,6	11,9	12,6	11,7	12	12,8	12,9	11,6	12,7	11,9	12,9	11,9	244	12,2
10	1	13,5	13,9	12,8	13,8	12,6	13,7	13,5	12,9	12,8	13,9	12,6	13,7	13,8	13,2	13,1	13,4	13	13,4	13,5	13,1	266	13,3
	2	12,9	13,3	13,7	13,3	13,9	13,2	12,7	12,6	13,9	12,6	13,8	13,2	12,5	13	13,9	13,3	12,2	13,3	13,3	13,5	264	13,2
	3	13,9	12,5	13	12,9	12,6	13,9	13,4	13,9	13,2	13	12,7	13,1	12,8	13,8	13,4	13,1	13,5	13,1	13,7	13,4	265	13,2
	4	13,2	13,1	12,6	13,3	12,9	13,1	12,9	12,3	12,6	13,7	13,9	13,9	13,2	13	13,7	13,8	13,3	12,7	13,9	13,3	264	13,2
11	1	8,9	10,2	10,4	9,7	10,1	10,2	10,4	9,9	9,7	10	10,2	10,4	10,1	9,7	9,7	9,9	9,8	9,8	9,7	9,9	199	9,94
	2	9	9,9	9,5	9,4	9,3	9,8	9,5	9,8	8,9	9,4	9,7	9,5	10,2	8,9	9	10,4	9,6	10,1	9,6	10,1	192	9,58
	3	10,1	10	9,8	9,6	10,1	8,9	9,7	10,1	9,2	10,4	9,8	10,1	9,9	9,5	9,8	8,9	9,9	9,1	8,9	9,4	193	9,66
	4	9,1	9,3	9,2	9,4	8,9	9,9	10,1	8,9	9,7	9,3	9,9	10,2	10,4	9,2	10	9,4	9,6	9,5	8,9	9,1	190	9,5
12	1	13,2	12,9	12,8	13	13,1	12,9	13,2	13	13,1	12,8	13,2	12,9	13,1	12,9	13,2	13,1	12,7	13,2	13	13,1	260	13
	2	12,6	12,4	12,5	12	12,7	12,8	12,6	12,4	12,5	12,7	12,5	12,6	12,4	12,7	12,6	12,4	12,7	12,6	12,5	12,6	251	12,5
	3	13,1	13	12,7	12,6	13,1	12,7	12,9	13,2	12,8	12,9	13,1	12,7	12,9	12,7	12,8	13	12,7	12,8	12,9	12,9	258	12,9
	4	12,5	12,7	12,6	12,4	12,7	12,5	12,6	12,7	12,4	12,6	12,5	12,7	12	12,6	12,5	12,7	12,6	12,4	12,6	12,5	251	12,5

.....Continuación de altura de la planta a los 20 días.

13	1	13,6	13,2	12,9	13,4	12,8	13,2	12,7	13,1	12,8	13,2	13,1	12,7	13,3	13,1	12,9	13,4	13	13,3	13,1	13,3	262	13,1
	2	13,1	12,8	13,3	13,6	13,5	13,1	13,4	13,6	12,7	13,1	12,9	13,7	13,6	12,8	13,2	13,1	12,7	13,4	12,8	13,2	264	13,2
	3	13,4	13	12,7	13,3	13,1	12,9	13,5	13,4	13	13,1	12,8	13,4	12,7	13,6	13,4	12,8	13,6	13,2	13,6	12,9	263	13,2
	4	13,8	13,7	13,5	13,3	13	12,7	13,1	12,7	13,3	13,5	13,3	12,8	13,5	13,1	12,8	13,3	13,5	12,9	13,3	13,4	265	13,2
14	1	13,8	13,2	13,6	13,5	14	13,3	14,1	13,4	13,6	13,5	13,7	13,5	13,8	13,3	13,7	13,6	13,8	13,9	13,7	13,6	273	13,6
	2	13,3	13,5	13,1	14,1	13,7	13,8	13,7	13,8	13,9	13,7	13,3	14	13,4	13,9	14	13,9	13,5	13,8	14	13,5	274	13,7
	3	14	14,2	13,9	13,8	13,5	13,9	13,7	13,7	13,7	13,4	13,9	13,7	13,9	14,1	13,3	13,7	14,1	13,5	13,6	13,8	275	13,8
	4	13,4	14,1	13,7	13,6	13,9	14	13,4	13,7	13,5	14	13,6	14,1	13,5	13,7	13,6	14,1	13,3	13,6	14,1	13,7	275	13,7

Anexo 24. Altura de la planta a los 30 días después de la siembra. Noviembre 2016.

T	R	Planta																				T	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0	1	8,2	7,9	8,6	7,9	7,9	8,6	8,2	8,5	7,9	7,9	9	8,6	8,8	8,9	8,2	7,9	7,9	8,2	8,5	8,2	166	8,29
	2	8	8,1	8,2	8,8	8,2	8	8,5	8,2	8,8	9	8,8	7,9	8,1	8,5	8,2	8,6	8,9	8,1	8,1	8,1	167	8,36
	3	8,1	8,7	8	8,5	8,2	8,5	9	8,5	8,2	8	8,5	8,2	8,6	8,1	7,9	8	7,9	8,2	8	8,1	165	8,26
	4	7,9	8,8	8,2	8,5	8,8	8,1	8,2	7,9	9	8,1	8,2	8,8	8,8	8,2	8,6	8,2	8,6	8,9	7,9	8,2	168	8,4
1	1	17,9	17,8	18	18,1	17,7	17,9	18	17,9	17,9	18	17,9	18	17,9	17,5	18,2	18	18,2	17,9	17,7	18,2	359	17,9
	2	17,8	17,7	17,8	18,2	18,1	17,5	17,7	18,1	18	18,2	17,9	18,2	18,1	18,2	17,5	17,9	18,1	18	18,1	18,1	359	18
	3	18,3	18,4	17,8	17,5	17,8	17,9	17,5	17,7	17,8	17,5	18	17,9	17,5	17,3	17,4	17,5	17,7	17,4	17,7	17,8	354	17,7
	4	17,4	17,3	18,3	17,1	17,5	17,4	17,7	17,5	17,3	17,7	17,1	17,4	17,5	17,9	17,7	17,4	17,5	17,9	17,5	17,4	351	17,5
2	1	13,9	13,7	13,8	14	13,4	13,5	13,2	13,6	13,3	13,5	13,4	13,3	13,2	13,6	13,3	13,4	13,2	13,5	13,3	13,3	269	13,5
	2	14,1	14,2	14,3	14,4	13,7	13,3	13,5	13,2	13,6	13,3	13,6	13,5	13,7	13,3	13,4	13,5	13,6	13,3	14	14	274	13,7
	3	13,6	13,5	13,4	13,2	13,3	13,5	13,4	13,6	13,3	13,4	13,2	14	13,3	13,5	13,2	14	13,3	14	13,5	13,5	270	13,5
	4	13,7	13,4	13,6	13,6	13,4	13,7	13,2	13,8	13,6	13,4	14	13,3	13,2	13,3	13,5	13,3	13,8	13,5	14	13,6	271	13,5
3	1	5,8	5,9	6,1	6,2	6,1	6,2	5,9	6,1	5,8	6,2	6,2	6,1	6,1	6,2	6,1	6,2	6,1	6,2	6,2	5,9	122	6,08
	2	6,2	6,2	6,2	5,9	6,2	6	6,1	5,8	6,2	5,9	6,2	6,1	5,2	6	6,2	6,1	6	6,1	5,3	5,3	119	5,96
	3	5,4	5,5	5,8	6,2	5,9	6,1	6,2	6,2	5,9	6	5,9	5,2	6,2	5,9	5,9	5,9	6,2	6,2	5,9	6,2	119	5,94
	4	6	5,9	6,2	6	6,1	6,2	5,8	5,9	5,9	6,2	5	5,9	6,2	6	6,2	6,2	6,1	5,9	6	5,9	120	5,98
4	1	13,1	13	12,9	13,1	12,9	12,8	13	13,2	13,1	13,1	13,2	13,1	13,2	12,6	12,7	13,1	13,2	13,1	12,8	13,1	260	13
	2	12,6	13,1	12,9	12,5	12,3	13,2	13,1	12,7	12,5	12,7	13,2	12,7	13	12,5	12,6	13,2	12,6	13,1	13,2	12,6	256	12,8
	3	12,8	12,6	12,4	12,6	12,5	11,8	12,8	13,1	13,2	11,8	12,9	12,6	13,1	12,8	11,8	12,9	13,1	13,2	12,6	12,8	253	12,7
	4	13,1	12,6	13,1	12,5	12,8	12,6	13,2	13,1	12,6	12,6	10,1	13	12,5	12,6	12,7	12,5	12,6	12,8	12,9	10,8	251	12,5
5	1	4	4,1	4,1	3,5	4,2	4,2	4	3,7	4,1	3,6	4,5	4,5	3,8	3,7	4,5	4	3,5	4	4,5	3,6	80,1	4,01
	2	3,9	3,9	4,2	3,6	3,8	4,1	4	4,2	3,5	4,5	3,8	4,1	3,7	3,8	4	4,1	3,6	3,7	3,7	4	78,2	3,91
	3	4,1	3,6	4,1	4,5	4,7	3,9	3,8	3,9	3,8	4,1	3,7	3,9	4,7	3,7	4,5	4	4,2	3,8	3,9	4,5	81,4	4,07
	4	3,6	3,8	4,1	3,7	5,1	3,7	4	5,1	3,6	3,7	3,5	3,5	4,2	3,9	3,6	3,6	4,5	3,9	4,1	3,6	78,8	3,94

.....Continuación altura de la planta a los 30 días.

6	1	8,1	7,9	7,7	7,5	8	7,9	8	8,1	7,8	7,9	7,7	8,1	7,9	7,9	8,1	8,1	7,9	8,1	7,8	7,9	158	7,92
	2	8,2	8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,9	7,8	8,1	7,5	7,4	7,8	7,7	7,9	7,4	7,8	7,7	7,9	7,9	7,4	155	7,77
	3	7,6	7,5	7,4	8,1	7,9	7,7	8	7,9	7,8	7,5	7,8	7,9	8,1	8	7,7	7,9	7,8	7,4	7,8	7,7	156	7,78
	4	7,8	7,9	7,7	8,1	7,9	7,8	8,1	7,5	7,9	7,7	8	7,7	7,9	7,4	7,8	7,7	7,9	7,7	8,1	7,9	157	7,83
7	1	13,9	14	14,1	14,4	14,8	14,9	14,6	14,7	14,8	14,5	14,9	14,4	14,7	14,8	14,4	14,6	14,9	14,5	14,5	14,4	291	14,5
	2	14,5	14,4	14,3	14,9	14,1	14,3	14,8	14,5	13,9	14,7	14	14,5	14,8	14,4	14,9	14,3	14,5	14,7	14,8	14,6	290	14,5
	3	14,2	14,6	13,8	14	14,1	14,8	14,9	13,9	13,9	14,4	14,8	14,7	14,9	14,1	14,3	14,8	14,7	14	14,3	14,9	288	14,4
	4	14,7	14,8	14,9	14,1	14,9	14,4	14,7	14,8	14,6	14,9	14,3	14,8	14,3	14,9	14	14,1	14,8	14,9	14,1	14,7	292	14,6
8	1	13,8	14,9	15,7	13,6	13,8	14,3	15,6	13,6	14,9	17,8	13,6	13,6	14,3	13,6	13,5	14,1	14,1	14,9	13,5	15,6	289	14,4
	2	15,3	14,3	14,3	13,6	13,6	14,3	14,1	14,1	13,8	15,7	15,1	15,6	13,6	14,3	14,1	14,3	13,7	13,9	13,5	13,6	285	14,2
	3	13,5	16	13,6	13,5	14,3	14,9	15,9	15,6	14,3	15,6	13,6	13,8	13,5	14,3	13	13,9	13,8	13,9	14,3	13,6	285	14,2
	4	15,1	14,3	14,9	13,9	13,1	15,6	14,1	15,7	17,8	13,9	14	14,1	14,3	14,3	13,9	13,5	13,5	13,5	14,3	15,6	289	14,5
9	1	11,6	12,9	11,7	12,4	11,8	12,1	12	11,6	12,1	11,7	12	11,8	11,6	12,2	11,8	11,9	11,8	12,2	12,8	11,9	240	12
	2	12,8	11,8	12,7	12,2	12,8	11,7	12,9	11,9	12,9	12,5	11,9	11,6	11,9	11,7	11,6	12,7	12,9	12,8	12,6	12,8	247	12,3
	3	11,9	12,6	12	12,3	12,1	11,6	12,6	11,9	12,8	11,8	11,6	12,7	12,9	11,9	12,8	11,8	12,5	11,6	12,7	12,5	245	12,2
	4	12,1	12,5	12,6	11,9	11,6	12,5	11,8	12,7	11,6	11,9	12,6	11,7	12	12,8	12,9	11,6	12,7	11,9	12,9	11,9	244	12,2
10	1	13,5	13,9	12,8	13,8	12,6	13,7	13,5	12,9	12,8	13,9	12,6	13,7	13,8	13,2	13,1	13,4	13	13,4	13,5	13,1	266	13,3
	2	12,9	13,3	13,7	13,3	13,9	13,2	12,7	12,6	13,9	12,6	13,8	13,2	12,5	13	13,9	13,3	12,2	13,3	13,3	13,5	264	13,2
	3	13,9	12,5	13	12,9	12,6	13,9	13,4	13,9	13,2	13	12,7	13,1	12,8	13,8	13,4	13,1	13,5	13,1	13,7	13,4	265	13,2
	4	13,2	13,1	12,6	13,3	12,9	13,1	12,9	12,3	12,6	13,7	13,9	13,9	13,2	13	13,7	13,8	13,3	12,7	13,9	13,3	264	13,2
11	1	8,9	10,2	10,4	9,7	10,1	10,2	10,4	9,9	9,7	10	10,2	10,4	10,1	9,7	9,7	9,9	9,8	9,8	9,7	9,9	199	9,94
	2	9	9,9	9,5	9,4	9,3	9,8	9,5	9,8	8,9	9,4	9,7	9,5	10,2	8,9	9	10,4	9,6	10,1	9,6	10,1	192	9,58
	3	10,1	10	9,8	9,6	10,1	8,9	9,7	10,1	9,2	10,4	9,8	10,1	9,9	9,5	9,8	8,9	9,9	9,1	8,9	9,4	193	9,66
	4	9,1	9,3	9,2	9,4	8,9	9,9	10,1	8,9	9,7	9,3	9,9	10,2	10,4	9,2	10	9,4	9,6	9,5	8,9	9,1	190	9,5
12	1	13,2	12,9	12,8	13	13,1	12,9	13,2	13	13,1	12,8	13,2	12,9	13,1	12,9	13,2	13,1	12,7	13,2	13	13,1	260	13
	2	12,6	12,4	12,5	12	12,7	12,8	12,6	12,4	12,5	12,7	12,5	12,6	12,4	12,7	12,6	12,4	12,7	12,6	12,5	12,6	251	12,5
	3	13,1	13	12,7	12,6	13,1	12,7	12,9	13,2	12,8	12,9	13,1	12,7	12,9	12,7	12,8	13	12,7	12,8	12,9	12,9	258	12,9
	4	12,5	12,7	12,6	12,4	12,7	12,5	12,6	12,7	12,4	12,6	12,5	12,7	12	12,6	12,5	12,7	12,6	12,4	12,6	12,5	251	12,5

.....Continuación altura de la planta a los 30 días.

13	1	13,6	13,2	12,9	13,4	12,8	13,2	12,7	13,1	12,8	13,2	13,1	12,7	13,3	13,1	12,9	13,4	13	13,3	13,1	13,3	262	13,1
	2	13,1	12,8	13,3	13,6	13,5	13,1	13,4	13,6	12,7	13,1	12,9	13,7	13,6	12,8	13,2	13,1	12,7	13,4	12,8	13,2	264	13,2
	3	13,4	13	12,7	13,3	13,1	12,9	13,5	13,4	13	13,1	12,8	13,4	12,7	13,6	13,4	12,8	13,6	13,2	13,6	12,9	263	13,2
	4	13,8	13,7	13,5	13,3	13	12,7	13,1	12,7	13,3	13,5	13,3	12,8	13,5	13,1	12,8	13,3	13,5	12,9	13,3	13,4	265	13,2
14	1	13,8	13,2	13,6	13,5	14	13,3	14,1	13,4	13,6	13,5	13,7	13,5	13,8	13,3	13,7	13,6	13,8	13,9	13,7	13,6	273	13,6
	2	13,3	13,5	13,1	14,1	13,7	13,8	13,7	13,8	13,9	13,7	13,3	14	13,4	13,9	14	13,9	13,5	13,8	14	13,5	274	13,7
	3	14	14,2	13,9	13,8	13,5	13,9	13,7	13,7	13,7	13,4	13,9	13,7	13,9	14,1	13,3	13,7	14,1	13,5	13,6	13,8	275	13,8
	4	13,4	14,1	13,7	13,6	13,9	14	13,4	13,7	13,5	14	13,6	14,1	13,5	13,7	13,6	14,1	13,3	13,6	14,1	13,7	275	13,7

Anexo 25. Longitud de la raíz a los 30 días después de la siembra. Noviembre 2016.

T	R	Planta																				T	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0	1	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	5	4,6	5,1	4,6	4,8	4,6	4,6	5,2	4,6	4,8	4,7	4,7	4,8	4,8	95,8	4,79
	2	4,9	4,9	5,2	4,9	4,7	4,9	5,1	4,9	4,7	4,7	4,8	4,9	4,9	4,6	4,7	5,2	4,6	5,1	5	4,8	82,5	4,13
	3	4,8	4,7	4,8	5	4,8	5,1	4,8	5	4,8	5,1	4,8	5	4,7	5,2	5	4,9	4,9	4,7	5,1	4,9	83,8	4,19
	4	4,9	5,2	4,9	5,1	5	5,1	5,2	4,9	5,1	5	5,2	4,9	5,1	4,9	5,1	4,9	5,1	5	5,2	5	85,8	4,29
1	1	7,1	6,9	6,6	7	6,6	6,9	7,2	6,7	6,8	6,7	7,2	6,6	6,8	7,1	6,7	6,6	7,1	7	6,7	6,6	137	6,85
	2	6,7	6,6	6,8	7,1	7	7,1	6,7	6,6	6,6	7	6,7	7,1	6,6	7	7,2	6,7	6,9	6,6	6,9	7,1	137	6,85
	3	6,8	7,1	7,2	6,6	6,9	6,8	7	6,7	7,1	7,2	6,5	6,8	7,2	6,7	6,6	7	6,7	7,1	7,2	6,6	138	6,89
	4	6,6	6,9	6,6	6,7	6,7	6,7	7,1	6,9	7,2	6,6	6,9	6,6	6,9	6,4	6,8	6,6	6,8	7,2	6,8	7	136	6,8
2	1	6,7	6,3	6,4	6,1	6,6	6,3	6,6	6,7	6,2	6,6	6,9	6,2	6,5	6,6	6,4	6,1	6,7	6,2	6,4	6,6	129	6,46
	2	6,8	6,7	6,9	6,5	6,5	6,7	6,4	6,2	6,6	6,8	6,1	6,6	6,4	6,7	6,3	6,6	6,3	6,6	6,9	6,5	131	6,56
	3	6,4	6,3	6,6	6,4	6,7	6,3	6,6	6,9	6,4	6,7	6,9	6,4	6,6	6,2	6,8	6,9	6,5	6,3	6,4	6,6	131	6,55
	4	6,6	6,5	6,7	6,1	6,5	6,9	6,5	6,2	6,6	6,3	6,5	6,7	6,5	6,3	6,5	6,2	6,4	6,3	6,8	6,3	129	6,47
3	1	4,6	5,1	4,6	4,4	4,7	4,5	4,6	4,7	4,4	5,1	4,6	4,3	4,7	4,6	4,4	4,7	4,6	5	4,2	4,5	92,3	4,62
	2	4,9	4,7	4,5	4,9	4,3	4,7	5	4,3	4,7	4,4	4,7	4,9	5,1	4,3	4,7	5	4,4	4,6	4,8	4,4	93,3	4,67
	3	4,7	4,6	5	4,4	4,7	5,1	4,6	4,8	4,5	5,1	4,5	4,7	5	4,5	4,9	4,6	5	4,2	4,9	4,5	94,3	4,72
	4	4,7	4,8	4,5	5,1	4,8	4,5	4,9	4,4	4,7	4,9	4,8	4,6	4,7	4,8	4,7	4,4	5,1	4,5	4,7	4,4	94	4,7
4	1	4,1	4,2	4,4	4,3	4,2	4,4	4,1	4,4	4,2	4,3	4,1	4,4	4,4	4,2	4,3	4,1	4,4	4,2	4,4	4,3	85,4	4,27
	2	4,4	4,3	3,8	4,4	4,3	4,2	4	3,8	4	3,8	4,2	3,9	4,1	3,8	4	3,9	4,4	4,1	4,4	3,9	81,7	4,09
	3	4,3	4	4,3	4,2	3,8	4,4	3,9	4,3	4,1	4,4	3,9	3,8	4	4,3	4	4,2	3,9	4,3	4,2	4,3	82,6	4,13
	4	4,2	3,9	4	4,4	3,9	4,1	4,4	3,8	4	3,8	4,3	4,4	3,9	3,8	4,4	4,1	3,9	4,4	3,9	4	81,6	4,08
5	1	3	3	3,2	3,1	3,3	3,2	3,1	2,8	3,2	3,2	3	3,1	3,5	3,4	3,2	3,1	3,2	2,9	3,2	2,6	62,3	3,12
	2	3,1	3,3	3,2	3,3	3,1	3,4	3	3,3	2,9	3,4	3,1	3,3	2,3	2,8	2,9	3,4	3,3	3,1	3	2,9	62,1	3,11
	3	2,8	3	3,2	3,3	3,2	3	3,3	2,8	3,4	3,3	3	3,3	3,9	3,2	3,4	3,3	2,9	2,8	3,2	2,7	63	3,15
	4	3,1	2,9	3,3	3	2,9	3,3	3,3	3,1	2,9	3,2	2,7	2,8	2,5	2,9	3,2	3,2	3,1	3	3,1	2,8	60,3	3,02

.....Continuación de la longitud de la raíz a los 30 días

6	1	5,2	5,1	5,3	5,4	4,7	4,9	5,4	4,7	4,9	5	4,6	4,7	4,9	5	5,4	4,5	5,5	4,7	4,5	4,8	99,2	4,96
	2	5	4,9	5,5	4,7	4,9	4,8	5,5	4,9	5,2	4,7	4,6	5,5	5,4	4,7	4,8	4,9	4,6	4,8	5,2	4,7	99,3	4,97
	3	4,8	4,7	4,8	5	5,3	4,8	5,1	4,6	4,6	5,5	4,8	5,1	4,6	5,3	4,9	5	4,7	5,5	4,6	4,8	98,5	4,93
	4	4,6	4,5	4,6	4,5	5,5	4,7	4,9	5	4,9	4,6	5,1	4,9	5	4,5	5,1	4,5	5,5	4,8	5	5,3	97,5	4,88
7	1	5,7	5,8	5,1	5,3	5,8	5,3	5,7	5,4	4,8	5,1	5,5	5,4	5,8	4,8	4,9	5,9	5,6	5,5	5	5,4	108	5,39
	2	5,6	5,9	5	5,6	5,2	5,9	5	5,1	5,8	4,8	4,9	5,7	5,5	5,9	5,4	5,1	5	5,7	5,9	5,6	109	5,43
	3	5,5	5,4	4,9	5,5	5,1	4,9	5,6	5,7	5	5,5	5,6	5,2	5,4	5,6	5,7	5,8	5,6	5,5	5,1	5	108	5,38
	4	5,3	5,2	4,8	5,4	5,5	5,8	5,9	5,3	5,5	5,6	5	5,9	5,1	5	5,5	5	5,5	5,1	5,4	5,9	108	5,39
8	1	6,4	6,5	6,6	6,1	6,6	5,7	6,2	6,4	6,4	6,6	5,6	6,4	5,9	6,5	5,9	6,3	6,6	6	6,2	6,5	125	6,27
	2	6,3	6,3	6,2	5,8	7,1	6,3	5,8	6,6	6	6,3	6,5	6	6,2	5,6	6,6	5,8	6,2	6,4	6,3	6,6	125	6,25
	3	6,1	6	5,9	6,4	5,9	6,8	6,1	6,1	6,2	6,5	6,4	6,3	6,9	6,3	6,2	6,4	7,2	5,9	6,5	6,1	126	6,31
	4	5,8	5,7	7,2	6	6,5	6,4	6,6	6	6,3	6,6	6,4	6,1	6,4	6,5	7	6,6	6,1	6,3	6,6	6,4	128	6,38
9	1	5,8	5,7	5,6	5,4	5,1	5,2	5,3	5,7	4,7	5	4,9	5,8	4,8	4,6	4,7	5,6	4,6	4,8	4,8	4,8	103	5,15
	2	5,4	5,3	5,2	5,1	4,8	5,8	4,7	4,8	5,2	4,6	5,4	4,8	5,6	4,7	5,3	5	5,7	4,9	4,8	4,6	102	5,09
	3	5,1	5	4,9	4,8	5,6	4,8	4,8	5,1	5,4	4,6	4,9	5,3	4,8	5,2	5,8	4,7	4,7	5	4,6	5,7	101	5,04
	4	4,8	4,7	4,6	4,8	4,6	4,7	5,3	4,9	4,6	5,8	4,8	5,2	4,7	5,1	4,8	5,6	5,7	4,8	5,4	5	99,9	5
10	1	5,4	5,6	5,5	5,7	5,3	5,2	5,8	5,6	5,7	5,5	5,7	5,3	5,4	5,8	5,2	5,5	5,3	5,1	5,6	5,2	109	5,47
	2	5,1	5,8	5,2	5,2	5,3	5,7	5,2	5,7	5,2	5,8	5,1	5,6	5,4	5,5	5,2	5,3	5,6	5,4	5,3	5,5	108	5,41
	3	5,2	5,3	5,3	5,7	5,2	5,8	5,4	5,1	5,5	5,2	5,4	5,7	5,2	5,5	5,6	5,3	5,8	5,5	5,6	5,3	109	5,43
	4	5,3	5,2	5,6	5,8	5,4	5,5	5,7	5,3	5,3	5,7	5,3	5,3	5,8	5,4	5,2	5,5	5,3	5,2	5,6	5,2	109	5,43
11	1	5,5	5,4	5,3	5,5	5	5,4	5,2	4,9	5,3	5,1	5	5,5	5,2	5,1	4,9	5,3	5	5,2	4,9	5,1	104	5,19
	2	5,1	5	4,9	5,5	5,1	4,9	5,2	5,1	5,5	5	5,5	5,2	4,9	5,3	5	5,1	4,9	5,4	5,2	5,5	103	5,17
	3	5,3	4,9	5,2	5	5,2	5,3	4,9	5,4	5,1	5	5,1	4,9	5,2	5,1	5,5	5	5,2	5,1	4,9	5,1	102	5,12
	4	5	5,5	5,1	4,9	5,2	5	5,5	4,9	5,3	5,2	4,9	5,5	5,4	5	5,2	4,9	5,1	5,4	5	5,2	103	5,16
12	1	5,7	5,6	5,5	5,4	5,6	5,4	5,7	5,2	5,5	5,6	5,5	5,2	5,7	5,3	5,6	5	5,3	5,7	5,4	5,5	109	5,47
	2	5,4	5,3	5,2	5,5	5,7	5,3	5,3	5,6	5,2	5,7	5,3	5,6	5,5	5,4	5,5	5,7	5,3	4,9	5,5	5,3	108	5,41
	3	5	4,9	4,8	5,6	5,2	5,5	5,7	5,3	5,4	5,3	5,4	5,7	5,3	5,6	5	5,3	4,9	5,4	5,7	5,3	106	5,32
	4	5,7	5,4	5,6	5,5	5,7	5,4	5,3	5,2	5,7	5,5	5,6	5,2	5,4	5,2	5,7	4,9	5,6	4,8	5,4	5,5	108	5,42

.....Continuación de la longitud de la raíz a los 30 días

13	1	6	5,9	5,8	5,7	5,3	5,5	5,4	5,6	5,4	5,3	5,5	5,2	5,8	5,6	5,4	5,2	5,5	5,3	5	5,7	110	5,51
	2	5,7	5,6	5,5	5,5	5,6	5,4	5,2	5,7	5,3	5,9	5,7	5,2	5,4	5	6	5,5	5,3	5,7	5,9	5,6	111	5,54
	3	5,4	5,3	5,2	5,7	5,3	5,8	5,5	5,3	5,6	5,2	5,4	5,8	5,3	5,9	5,2	5,6	5,5	5,4	5,3	5,7	109	5,47
	4	5,3	5	6	5,4	5,2	5,6	5,3	5,7	5,4	5	5,3	5,6	5,5	5,3	5,7	5,8	5,2	5,9	5,8	5,4	109	5,47
14	1	6,3	6,4	6,5	5,7	6	5,5	5,4	5,6	6,1	5,7	5,9	5,5	6,2	5,8	5,6	5,4	5,8	5,9	6,5	5,9	118	5,89
	2	6,2	6,1	6	5,9	5,6	6,3	6,1	5,9	5,8	5,5	5,6	6	5,4	6,1	5,7	6,4	5,9	5,5	5,7	5,8	118	5,88
	3	5,7	5,8	5,9	5,9	6,5	5,8	5,6	6,4	5,4	6,5	5,5	5,7	6,3	5,9	6	5,5	5,7	5,8	6,2	5,6	118	5,89
	4	5,6	5,5	5,4	5,7	5,4	5,9	6,4	5,5	6,1	5,7	6,2	5,6	6,5	5,5	5,9	5,4	6,3	5,9	6	5,9	116	5,82

Anexo 26. Diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra. Noviembre 2016.

T	R	Planta																				T	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0	1	2,21	2,47	2,41	2,44	2,43	2,44	2,47	2,37	2,4	2,39	2,44	2,47	2,51	2,47	2,43	2,47	2,41	2,47	2,47	2,41	48,6	2,43
	2	2,44	2,23	2,5	2,43	2,47	2,5	2,23	2,43	2,47	2,49	2,5	2,41	2,43	2,52	2,44	2,47	2,47	2,44	2,47	2,44	48,8	2,44
	3	2,43	2,43	2,47	2,47	2,43	2,44	2,23	2,47	2,41	2,43	2,48	2,44	2,39	2,47	2,39	2,39	2,5	2,41	2,45	2,43	48,6	2,43
	4	2,41	2,21	2,39	2,41	2,21	2,39	2,38	2,41	2,5	2,43	2,47	2,5	2,43	2,5	2,41	2,37	2,43	2,39	2,43	2,46	48,1	2,41
1	1	3,96	3,88	4	3,88	3,92	4	4,02	3,85	3,96	3,92	3,98	3,85	3,83	3,96	3,9	3,88	3,92	3,85	3,92	3,89	78,4	3,92
	2	3,87	3,94	3,96	3,83	3,96	3,87	3,81	3,9	4,02	3,87	3,89	3,88	3,96	3,87	3,94	3,81	3,96	3,92	3,9	3,87	78	3,9
	3	3,9	3,87	3,81	4,02	3,9	3,88	3,94	3,89	3,85	3,9	3,81	3,94	3,83	3,98	3,89	3,88	3,87	3,83	3,94	3,89	77,8	3,89
	4	3,98	3,85	3,92	3,94	3,92	3,98	3,88	3,83	3,92	3,88	3,87	3,92	3,88	3,92	3,85	3,96	3,87	3,92	3,81	3,96	78,1	3,9
2	1	3,81	3,83	3,92	3,9	3,88	3,89	3,83	4,02	3,92	3,94	3,96	3,89	3,96	3,98	3,83	3,94	4	4,01	3,9	4,03	78,4	3,92
	2	3,93	4,02	3,85	3,87	3,92	4,02	3,9	3,9	3,98	3,97	3,93	3,95	4,02	3,9	3,97	3,99	3,93	3,9	4,02	3,93	78,9	3,95
	3	3,98	3,94	3,92	3,96	3,98	4,03	3,97	3,94	3,99	4,02	3,96	4,03	3,92	3,95	4,01	3,9	4,02	3,98	3,92	4,03	79,5	3,97
	4	3,99	3,93	3,97	4,02	3,99	3,95	4,02	4,01	3,96	3,93	3,97	3,98	4,02	3,99	4	3,94	3,97	3,95	4	3,97	79,6	3,98
3	1	2,21	2,22	2,21	2,31	2,33	2,27	2,31	2,31	2,24	2,29	2,31	2,31	2,31	2,33	2,29	2,31	2,36	2,37	2,33	2,22	45,8	2,29
	2	2,29	2,26	2,31	2,24	2,19	2,29	2,19	2,22	2,31	2,33	2,3	2,22	2,29	2,31	2,34	2,35	2,29	2,3	2,29	2,27	45,6	2,28
	3	2,31	2,22	2,3	2,33	2,26	2,3	2,33	2,26	2,29	2,31	2,24	2,22	2,21	2,19	2,24	2,22	2,24	2,31	2,22	2,31	45,3	2,27
	4	2,26	2,29	2,21	2,24	2,31	2,21	2,29	2,31	2,33	2,21	2,19	2,26	2,22	2,33	2,26	2,29	2,33	2,26	2,19	2,26	45,3	2,26
4	1	3,01	3,12	3,16	2,9	3,19	2,9	3,13	3,14	3,12	3,12	2,98	2,95	2,91	3,12	2,9	2,91	3,14	2,95	2,91	2,92	60,5	3,02
	2	3,14	3,12	3,19	3,03	3,07	3,1	3,12	3,19	3,18	3,19	3,12	3,13	3	3,01	3,12	2,95	2,97	3,19	3,12	3,13	62,1	3,1
	3	3,01	2,91	3,03	3,14	3,01	3,19	3,12	3,03	3,13	3,12	2,91	2,95	3,19	2,9	3,13	3,12	2,9	3,12	3,19	3,01	61,1	3,06
	4	2,9	3,13	3,01	2,9	3,13	2,95	2,91	3,14	2,95	3,01	3,14	2,9	3,03	3,13	3,19	3,01	3,14	3,13	2,9	3,13	60,7	3,04
5	1	1,51	1,53	1,57	1,54	1,5	1,49	1,5	1,48	1,46	1,53	1,4	1,41	1,43	1,44	1,46	1,52	1,53	1,54	1,5	1,51	29,9	1,49
	2	1,43	1,52	1,51	1,43	1,46	1,53	1,4	1,53	1,51	1,49	1,4	1,46	1,52	1,49	1,52	1,4	1,43	1,49	1,44	1,49	29,5	1,47
	3	1,5	1,46	1,49	1,53	1,52	1,49	1,51	1,46	1,46	1,43	1,51	1,44	1,4	1,51	1,46	1,41	1,52	1,46	1,4	1,43	29,4	1,47
	4	1,51	1,44	1,5	1,41	1,44	1,4	1,46	1,44	1,41	1,4	1,4	1,46	1,5	1,44	1,49	1,51	1,4	1,44	1,5	1,49	29	1,45

.....Continuación de diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.

6	1	1,67	1,87	1,76	1,63	1,76	1,89	1,68	1,78	1,8	1,69	1,71	1,76	1,78	1,71	1,72	1,79	1,78	1,81	1,83	1,8	35,2	1,76
	2	1,72	1,71	1,72	1,76	1,71	1,67	1,76	1,78	1,71	1,78	1,78	1,67	1,8	1,71	1,81	1,72	1,71	1,76	1,71	1,76	34,8	1,74
	3	1,78	1,67	1,76	1,67	1,76	1,78	1,71	1,67	1,78	1,67	1,76	1,72	1,76	1,67	1,76	1,76	1,78	1,72	1,67	1,72	34,6	1,73
	4	1,72	1,76	1,71	1,72	1,72	1,67	1,76	1,67	1,72	1,81	1,76	1,76	1,8	1,72	1,8	1,72	1,67	1,71	1,76	1,67	34,6	1,73
7	1	3,31	3,35	3,33	3,29	3,45	3,51	3,47	3,41	3,48	3,41	3,4	3,39	3,37	3,35	3,31	3,3	3,27	3,25	3,4	3,39	67,4	3,37
	2	3,47	3,45	3,49	3,4	3,33	3,39	3,37	3,38	3,42	3,43	3,49	3,45	3,29	3,31	3,3	3,33	3,35	3,32	3,37	3,36	67,7	3,39
	3	3,4	3,31	3,4	3,38	3,37	3,43	3,31	3,37	3,4	3,35	3,4	3,35	3,31	3,4	3,37	3,4	3,37	3,31	3,35	3,37	67,4	3,37
	4	3,37	3,35	3,37	3,35	3,31	3,42	3,35	3,38	3,35	3,31	3,37	3,42	3,37	3,35	3,38	3,31	3,42	3,35	3,37	3,31	67,2	3,36
8	1	3,54	3,67	3,65	3,78	3,81	3,91	3,98	3,76	3,54	3,67	3,78	3,81	3,87	3,97	3,86	3,78	3,73	3,76	3,78	3,89	75,5	3,78
	2	3,65	3,75	3,71	3,7	3,69	3,63	3,61	3,59	3,81	3,79	3,71	3,74	3,72	3,71	3,77	3,79	3,75	3,71	3,69	3,68	74,2	3,71
	3	3,76	3,64	3,79	3,69	3,79	3,78	3,69	3,78	3,75	3,81	3,78	3,71	3,81	3,78	3,89	3,75	3,89	3,69	3,78	3,78	75,3	3,77
	4	3,75	3,69	3,78	3,71	3,76	3,78	3,75	3,76	3,71	3,69	3,78	3,69	3,75	3,76	3,71	3,69	3,78	3,75	3,76	3,69	74,7	3,74
9	1	2,16	2,22	2,17	2,19	2,13	2,09	2,16	2,28	2,05	2,31	2,15	2,12	2,11	2,1	2,24	2,21	2,31	2,3	2,33	2,14	43,8	2,19
	2	2,13	2,19	2,16	2,28	2,16	2,15	2,15	2,19	2,15	2,19	2,16	2,15	2,19	2,28	2,17	2,16	2,22	2,19	2,13	2,09	43,5	2,17
	3	2,19	2,13	2,22	2,28	2,13	2,19	2,16	2,13	2,22	2,28	2,13	2,17	2,28	2,13	2,19	2,16	2,13	2,17	2,16	2,19	43,6	2,18
	4	2,16	2,09	2,16	2,19	2,17	2,22	2,09	2,17	2,16	2,19	2,09	2,16	2,19	2,16	2,09	2,16	2,19	2,09	2,22	2,09	43	2,15
10	1	2,81	2,56	2,48	2,39	2,41	2,49	2,51	2,43	2,51	2,47	2,5	2,61	2,47	2,41	2,43	2,49	2,43	2,44	2,41	2,39	49,6	2,48
	2	2,43	2,81	2,43	2,43	2,51	2,43	2,39	2,43	2,39	2,81	2,51	2,39	2,43	2,43	2,39	2,47	2,43	2,81	2,47	2,51	49,9	2,5
	3	2,39	2,54	2,46	2,48	2,52	2,57	2,4	2,39	2,41	2,54	2,49	2,47	2,46	2,37	2,36	2,34	2,33	2,3	2,31	2,41	48,5	2,43
	4	2,51	2,39	2,51	2,43	2,39	2,51	2,47	2,39	2,43	2,47	2,39	2,43	2,51	2,39	2,51	2,81	2,43	2,51	2,39	2,43	49,3	2,47
11	1	1,89	2,09	1,78	2,04	2,01	1,87	1,91	1,87	1,86	1,92	1,89	1,9	1,76	1,79	1,8	1,76	1,78	1,99	1,93	1,94	37,8	1,89
	2	1,91	1,78	1,89	1,87	2,09	1,8	1,86	1,89	1,76	1,93	1,78	1,76	2,01	1,78	1,76	1,89	1,8	1,91	1,76	2,01	37,2	1,86
	3	1,89	1,86	1,93	1,91	1,91	1,89	1,78	1,91	1,87	1,86	1,91	1,87	1,89	1,76	1,91	2,01	1,93	1,9	1,78	1,87	37,6	1,88
	4	2,01	1,93	1,86	1,89	1,78	1,86	2,01	1,93	1,9	1,89	1,8	1,93	1,9	2,09	1,93	1,86	1,87	2,01	1,89	1,9	38,2	1,91
12	1	2,12	2,13	2,26	1,98	1,97	2,07	2,13	2,17	1,95	2,43	2,13	2,01	2,12	2,11	2,1	1,96	1,91	1,99	2,01	2,04	41,6	2,08
	2	1,98	2,07	1,97	2,12	2,13	2,01	2,07	2,13	1,97	1,95	2,13	2,11	1,95	2,07	2,13	1,97	1,98	2,12	1,97	1,98	40,8	2,04
	3	2,07	2,12	1,98	2,01	2,13	1,97	1,98	2,12	1,98	1,97	2,11	2,26	2,12	1,97	1,98	1,95	2,13	2,07	1,97	2,26	41,2	2,06
	4	2,13	2,01	2,26	2,12	2,11	1,98	1,95	2,12	2,13	2,13	1,98	2,07	2,13	1,98	2,13	1,97	1,96	2,12	1,98	2,07	41,3	2,07

.....Continuación de diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.

13	1	2,85	2,81	2,78	2,63	2,59	2,67	2,56	2,66	2,71	2,81	2,75	2,71	2,83	2,89	2,65	2,64	2,63	2,75	2,56	2,81	51,4	2,57
	2	2,76	2,67	2,76	2,54	2,54	2,98	2,59	2,58	2,62	2,74	2,7	2,49	2,89	2,75	2,65	2,89	2,6	2,61	2,58	2,53	53,5	2,67
	3	2,7	2,83	2,74	2,63	2,65	2,7	2,85	2,44	2,7	2,6	2,67	2,71	2,7	2,71	2,61	2,65	2,67	2,9	2,6	2,71	53,8	2,69
	4	2,74	2,67	2,59	2,83	2,67	2,74	2,61	2,67	2,65	2,59	2,61	2,63	2,65	2,83	2,85	2,7	2,81	2,71	2,65	2,7	53,9	2,7
14	1	2,83	2,33	2,95	3,31	3,11	2,98	2,97	3,01	3,04	3,17	3,12	3,32	3,12	2,91	2,9	2,89	2,98	2,99	3,12	3,07	60,1	3,01
	2	3,12	3,31	3,32	2,33	3,32	3,01	3,17	3,11	3,12	2,95	3,12	3,04	3,31	2,91	2,98	3,11	3,04	3,31	3,11	2,91	61,6	3,08
	3	2,83	3,12	2,95	3,12	3,11	2,83	2,97	3,12	3,17	2,83	2,97	2,33	3,17	2,95	2,83	2,91	3,17	3,04	3,34	3,04	59,8	2,99
	4	3,32	3,01	3,04	3,01	3,32	3,31	3,04	3,32	3,11	3,31	3,04	3,01	2,95	3,11	3,12	3,31	3,01	2,83	3,17	2,95	62,3	3,11

Anexo 27. Peso seco de 20 plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra. Noviembre 2016.

Tratamiento	Replica	Peso seco planta
0	1	2,3
0	2	2,1
0	3	2,5
0	4	2,7
1	1	6,1
1	2	6
1	3	5,9
1	4	5,8
2	1	5,4
2	2	5,3
2	3	5,7
2	4	5,5
3	1	2,9
3	2	2,8
3	3	2,6
3	4	2,5
4	1	5,2
4	2	5
4	3	5,1
4	4	5,2
5	1	2,9
5	2	2,2
5	3	2,7
5	4	2,6
6	1	4,1
6	2	3,3
6	3	2,1
6	4	3,5
7	1	3,9
7	2	3,5
7	3	3,4
7	4	4,5
8	1	4,1
8	2	5,1
8	3	5,1
8	4	4,3
9	1	3,4

.....Continuación peso seco de 20 plántulas de brócoli a los 30 días.

9	2	3,8
9	3	3,7
9	4	3,9
10	1	4,4
10	2	4,5
10	3	3,7
10	4	3,7
11	1	3,9
11	2	3,9
11	3	3,7
11	4	3,6
12	1	4,5
12	2	4
12	3	3,9
12	4	4,2
13	1	4,5
13	2	4,9
13	3	4,1
13	4	4
14	1	5,1
14	2	5
14	3	4,9
14	4	5,4

Anexo 28. Peso seco de 20 raíces de brócoli a los 30 días después de la siembra. Noviembre 2016.

Tratamiento	Replica	Peso seco planta
0	1	2,1
0	2	1,9
0	3	2,2
0	4	2
1	1	4,6
1	2	4,4
1	3	4
1	4	4,9
2	1	4,7
2	2	4,6
2	3	4,1
2	4	4,3
3	1	2
3	2	1,9
3	3	1,8
3	4	2
4	1	3,5
4	2	3,4
4	3	3,6
4	4	3,9
5	1	1,9
5	2	2
5	3	2,1
5	4	2
6	1	2,5
6	2	2,6
6	3	1,9
6	4	2,4
7	1	3,7
7	2	3,1
7	3	3,1
7	4	3
8	1	3,9
8	2	3,3
8	3	4,5
8	4	4,3

.....Continuación peso seco de 20 raíces de brócoli a los 30 días después de la siembra.

9	1	2,9
9	2	2,8
9	3	2,6
9	4	3
10	1	3
10	2	3,2
10	3	2,9
10	4	2,9
11	1	4,3
11	2	3,9
11	3	3,4
11	4	2,9
12	1	2,8
12	2	2,7
12	3	2,9
12	4	2,5
13	1	3,3
13	2	2,7
13	3	3,4
13	4	3
14	1	4,5
14	2	3,6
14	3	4,1
14	4	4,3

Anexo 29. Temperatura diaria en el invernadero de la Estación Experimental “La Argelia”
durante el periodo 26 de Octubre al 25 de Noviembre del 2016

Fecha	Temperatura °C
25-10-16	27,1
26-10-16	26,5
27-10-16	26,7
28-10-16	27,8
29-10-16	28,1
30-10-16	28,9
31-10-16	29,1
01-11-16	29,0
02-11-16	28,7
03-11-16	24,1
04-11-16	24,8
05-11-16	28,1
06-11-16	29,0
07-11-16	27,6
08-11-16	26,7
08-11-16	27,7
10-11-16	25,9
11-11-16	26,1
12-11-16	26,4
13-11-16	29,2
14-11-16	28,7
15-11-16	27,9
16-11-16	28,3
17-11-16	29,1
18-11-16	27,3
19-11-16	27,5
20-11-16	23,1
21-11-16	27,9
22-11-16	28,9
23-11-16	29,5
24-11-16	27,4
25-11-16	26,8