

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Carrera de Ingeniería Agronómica

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA: “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. italica*) HÍBRIDO LEGACY, APLICANDO DOS FUENTES DE MICROORGANISMOS (*Azotobacter chroococcum* Y *Bacillus subtilis*) Y TRES DOSIS DE ABONOS ORGÁNICOS QUE ACTIVEN LA SOLUBILIDAD DEL FÓSFORO INACTIVO DEL SUELO EN BELISARIO QUEVEDO - COTOPAXI”.

AUTORA:

Egda. María del Carmen Mena Sigcha

DIRECTOR:

Ing. M.Sc. José Antonio Andrade

2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
LATACUNGA – ECUADOR**

CERTIFICADO DE AUTORIA

Yo, María del Carmen Mena Sigcha, declaro que el presente trabajo de investigación, es original, autentico y personal. En tal virtud exteriorizo que el contenido es de mi absoluta responsabilidad legal y académica.

Egda. María del Carmen Mena Sigcha

C.I.: 050276329-5



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
LATACUNGA – ECUADOR**

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con lo estipulado en el Capítulo V, Art.12, Literal f del Reglamento de Curso Pre profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director de Tesis, del Tema: **“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. italica*) HIBRIDO LEGACY, APLICANDO DOS FUENTES DE MICROORGANISMOS (*Azotobacter chroococcum* Y *Bacillus subtilis*) Y TRES DOSIS DE ABONOS ORGANICOS QUE ACTIVEN LA SOLUBILIDAD DEL FÓSFORO INACTIVO DEL SUELO EN BELISARIO QUEVEDO – COTOPAXI”**; propuesto por la Egda. María del Carmen Mena Sigcha, con C.I.: 050276329-5, debo certificar que el presente trabajo fue analizado y corregido en su totalidad de acuerdo con los planteamientos requeridos, por lo que considero que la postulante se encuentra habilitada para presentarse al Acto de Defensa de Tesis.

Latacunga, abril de 2014

Ing. M.Sc. José Antonio Andrade

DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
LATACUNGA – ECUADOR**

AVAL MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS

En calidad de **MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO** de la Tesis con el Tema **“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. italica*) HIBRIDO LEGACY, APLICANDO TRES DOSIS DE ABONOS ORGANICOS Y DOS FUENTES DE MICROORGANISMOS (*Azotobacter chroococcum* Y *Bacillus subtilis*) QUE ACTIVEN LA SOLUBILIDAD DEL FÓSFORO INACTIVO DEL SUELO EN BELISARIO QUEVEDO - COTOPAXI”**, de autoría de la Egda. María del Carmen Mena Sigcha, informamos que previa las diferentes revisiones y sugerencias del ya mencionado documento nos encontramos conformes con las correcciones realizadas del tal modo que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la presentación pública.

Latacunga, abril de 2014

APROBADO POR:

Ing. M.Sc. Guadalupe López

Ing. Mg.Sc. Laureano Martínez

PRESIDENTA TRIBUNAL

MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. M.Sc. Francisco Chancusig

MIEMBRO TRIBUNAL

DEDICATORIA

A Dios, por concederme los más preciados obsequios, “la vida” y “la sabiduría”.

A mi madre, quien con su apoyo constante e incondicional no escatimo esfuerzo alguno por verme realizada como profesional.

A mi hijo, quién es mi fuente inspiradora y mi mayor razón para seguir en el cumplimiento de mis metas y objetivos.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por darme días de regocijo y sabiduría para llegar a una nueva alborada.

Mi eterno agradecimiento a mi madre, quien a pesar de estar sola luchó con tesón cada día y me inculco el mejor de los valores “LA SUPERACIÓN”.

Un agradecimiento especial al Ing. MSc. José Zambrano, quien supo orientarme y contribuir con sus conocimientos en el presente trabajo investigativo, cumpliendo no solo con su labor de maestro, sino de amigo.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO	PÁG
RESUMEN	xviii
SUMARY	xix
INTRODUCCIÓN	
JUSTIFICACIÓN	
OBJETIVOS	
Objetivos general	
Objetivo específico	
HIPÓTESIS	
 I	
1.1 Marco teórico	1
1.1.1 Cultivo de Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L.)	1
1.1.1.1 Origen	1
1.1.1.2 Clasificación taxonómica	1
1.1.1.3 Características botánicas	2
1.1.1.3.1 Raíz	2
1.1.1.3.2 Tallo	2
1.1.1.3.3 Hojas	2
1.1.1.3.4 Flores	2
1.1.1.3.5 Inflorescencias	3
1.1.1.3.6 Fruto	3
1.1.1.3.7 Semillas	3
1.1.1.4 Agroecológica	3
1.1.1.5 Manejo del cultivo	4
1.1.1.5.1 Propagación	4
1.1.1.5.2 Trasplante	4
1.1.1.5.3 Fertilización	4
1.1.1.5.4 Riego	6

1.1.1.5.5	Control de malezas	7
1.1.1.5.6	Control de plagas	7
1.1.1.5.7	Control de enfermedades	9
1.1.1.5.8	Rendimiento	11
1.2	Microorganismos solubilizadores de fósforo	11
1.2.1	<i>Azotobacter chroococcum.</i>	14
1.2.2	<i>Bacillus subtilis.</i>	15
1.3	Abono orgánico (Gallinaza)	17

II

Metodología		
2.1	Método	21
2.2	Ubicación geográfica y características agroclimáticas del ensayo	21
2.2.1	División Político – Territorial	21
2.2.2	Situación geográfica	22
2.2.3	Condiciones climáticas	22
2.2.4	Características del suelo	22
2.2.4.1	Características físicas	22
2.2.4.2	Características químicas	23
2.3	Materiales, equipos y herramientas	23
2.3.1	Insumos	23
2.3.2	Material de escritorio	24
2.3.3	Herramientas	24
2.4	Factores en estudio	24
2.4.1	Factor M (Microorganismos)	24
2.4.2	Factor H (Dosis de abono orgánico)	24
2.4.3	Testigos	25
2.5	Tratamientos	25
2.6	Características del ensayo	26
2.6.1	Diseño experimental	26

2.6.2	Pruebas estadísticas	27
2.6.3	Manejo específico del ensayo	27
2.6.3.1	Delimitación del área del ensayo	27
2.6.3.2	Preparación del suelo	28
2.6.3.3	Toma de muestras de suelo	29
2.6.3.4	Abonado	29
2.6.3.5	Trasplante	29
2.6.3.6	Aplicación de microorganismos	30
2.6.3.7	Labores complementarias	30
2.6.3.8	Cosecha	30
2.6.4	Variables en estudio	31
2.6.4.1	Porcentaje de prendimiento	31
2.6.4.2	Altura de planta	32
2.6.4.3	Incidencia y Severidad de Plagas	32
2.6.4.4	Incidencia y Severidad de Enfermedades	33
2.6.4.5	Peso de pella	35
2.6.4.6	Diámetro de pella	35
2.6.4.7	Categorías comerciales	36
2.6.4.8	Porcentaje de fósforo solubilizado.	37
2.6.4.9	Rendimiento total	37
2.6.4.10	Análisis Económico de Presupuesto Parcial y Tasa Marginal de Retorno.	37

III

Resultados y discusiones

3.1	Porcentaje de prendimiento	38
3.2	Altura de la planta a los 30 días	40
3.3	Altura de la planta a los 45 días	42
3.4	Altura de la planta a los 60 días	44
3.5	Altura de la planta a los 75 días	47
3.6	Incidencia y severidad de plagas	50

3.7	Peso de la pella en kg.	52
3.8	Diámetro de la pella a la cosecha	55
3.9	Categorías comerciales para la producción de brócoli	59
3.10	Porcentaje de fosforo solubilizado	63
3.11	Rendimiento del brócoli en kg/ha	65
3.12	Análisis económico	69
3.12.1	Rendimiento total y ajustado (al 10%) en Kg/Ha	69
3.12.2	Costos de producción de los tratamientos	70
3.12.3	Análisis de presupuesto parcial	71
3.12.4	Análisis de dominancia	72
3.12.5	Tasa de retorno marginal	73
	CONCLUSIONES	74
	RECOMENDACIONES	75
	Glosario de Términos	76
	Bibliografía	77
	Anexos	79

INDICE DE CUADROS

N°		PAG
1	Interpretación del análisis de suelos para el cultivo de brassicacea en el Ecuador	6
2	Principales plagas del cultivo de brócoli	7
3	Principales enfermedades del cultivo de brócoli	9
4	Parámetros físico químicos de la gallinaza	20
5	Tratamientos en estudio de la investigación	25
6	Esquema del ADEVA para la aplicación de materia orgánica y microorganismos	27
7	Fórmulas para cálculo de Incidencia y Severidad de plagas	33
8	Fórmulas para cálculo de Incidencia y Severidad de enfermedades	34
9	Porcentaje de prendimiento de las plántulas de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy con tres dosis de abono orgánico y dos fuentes de microorganismos en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	39
10	Altura de la planta de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy a los 30 días del transplante con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	40
11	Prueba de Tukey al 1 % para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 30 días	41
12	Prueba de Tukey al 1 % para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 30 días	41
13	Altura de la planta de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy a los 45 días del transplante con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	42
14	Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 45 días	43

15	Prueba de Tukey al 1% para los microorganismos en la variable altura de las plantas a los 45 días	43
16	Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 45 días	44
17	Altura de la planta de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy a los 60 días del trasplante con dos fuentes de microorganismos tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	45
18	Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 60 días	45
19	Prueba de Tukey al 1% para los microorganismos en la variable altura de las plantas a los 60 días	46
20	Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 60 días	46
21	Altura de la planta de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy a los 75 días del trasplante con dos fuentes de microorganismos con tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	47
22	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 75 días	48
23	Prueba de Tukey al 1% para los microorganismos en la variable altura de las plantas a los 75 días	48
24	Prueba de Tukey al 5% para la interacción M x H para la variable altura de las plantas a los 75 días	49
25	Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 75 días	50
26	Incidencia y severidad de plagas en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	51

27	Peso de la pella en Kg. en el cultivo de brócoli (<i>Bbrassica oleracea</i>) del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	53
28	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable peso de la pella en Kg en el cultivo de brócoli.	54
29	Prueba de Tukey al 5% para las dosis de humus en la variable peso de la pella en Kg en el cultivo de brócoli.	54
30	Prueba de Tukey al 5% para la interacción M x H para la variable peso de la pella Kg en el cultivo de brócoli	55
31	Diámetro de la pella a la cosecha en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	56
32	Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha.	56
33	Prueba de Tukey al 5% para las dosis de humus (H) en la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha	57
34	Prueba de Tukey al 1% para la interacción M x H para la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha	58
35	Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha.	58
36	Categoría comercial estándar de la producción de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	59
37	Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la categoría estándar	60
38	Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la categoría estándar	61
39	Categoría tipo B de la producción de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del	61

	hibrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	
40	Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la categoría tipo B	62
41	Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la categoría tipo B	63
42	Porcentaje de fosforo solubilizado en el cultivo brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del hibrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	63
43	Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable en porcentaje de fosforo solubilizado	64
44	Prueba de Tukey al 1 % para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable porcentaje de solubilización de fosforo	65
45	Rendimiento del brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), del hibrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico y en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.	66
46	Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable rendimiento del brócoli Kg/ha	67
47	Prueba de Tukey al 1% para las dosis de abono orgánico (H) en la variable rendimiento del brócoli en Kg/ha	67
48	Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la rendimiento del brócoli por kg/ha.	68
49	Rendimiento obtenido y ajustado al 10%|de brócoli en Kg/Ha	69
50	Costos de producción en Dólares por Hectárea, valoradas al mes de Febrero del 2011.	70
51	Análisis de presupuesto parcial	71
52	Análisis de dominancia	72
53	Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados	73

INDICE DE GRÁFICOS

N°		PAG
1	Porcentaje de prendimiento para los tratamientos	39
2	Incidencia y Severidad de plagas en el cultivo de brócoli	51

INDICE DE FOTOGRAFIAS

N°		PAG
1	Delimitación del área de ensayo	28
2	Prepara ración del suelo	28
3	Trasplante de las plántulas de brócoli	29
4	Aplicación de microorganismos	30
5	Cosecha	31
6	Evaluación del porcentaje de prendimiento de plántulas	31
7	Evaluación de la altura de las plantas	32
8	Evaluación de la incidencia y severidad de plagas y enfermedades	34
9	Evaluación del peso de la pella en kg por parcela	35
10	Evaluación del diámetro de la pella	35
11	Clasificación de la pella en categorías comerciales	36

INDICE DE ANEXOS

N°		PAG
1	Croquis del ensayo	80
2	Croquis de parcela neta	81
3	Cronograma de actividades	82
4	Porcentaje de prendimiento a los 30 días	83
5	Altura a los 30 días (cm)	83
6	Altura a los 45 días (cm)	83
7	Altura a los 60 días (cm)	84
8	Altura a los 75 días (cm)	84
9	Incidencia y severidad de plagas	84
10	Peso de pella (kg/parcela)	85
11	Diámetro de pella	85
12	Comercialización estándar	85
13	Comercialización tipo B	86
14	Porcentaje de fosforo solubilizado	86
15	Rendimiento total (kg/ha)	86
16	Análisis de suelo antes de la siembra	87
17	Análisis de suelo después de la siembra	88
18	Fotográfico	89

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la localidad Belisario Quevedo a 2750 m.s.n.m. en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi, el objetivo general fue evaluar la producción orgánica de brócoli (*Brassica oleracea* L.) híbrido Legacy, aplicando dos fuentes de microorganismos (*Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis*) y tres dosis de abonos orgánicos. Se utilizó el método deductivo – experimental, las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro y peso de la pella; la severidad e incidencia de plagas y enfermedades, la solubilidad del fósforo en el suelo y los rendimientos por hectárea obtenidos en las tres dosis 30, 60 y 90 Tm/ha., se realizó el análisis económico para determinar la tasa de retorno marginal para cada tratamiento. Se aplicó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de $2 \times 3 + 3$ con nueve tratamientos y tres repeticiones. Los mejores resultados obtenidos fueron: En la altura de la planta de 33.08 cm, para el tratamiento t2 (*B. subtilis* + abono orgánico 60 Tm/ha) a los 75 días, el diámetro de la pella 22,95 cm, con un rendimiento 17.850 Kg/ha correspondiente a t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha). La mejor interacción fue el tratamiento t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha) con una solubilidad de fósforo con 66,06 Kg/ha. Finalmente, en el análisis económico el tratamiento t4 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 30 Tm/ha) fue el recomendado a los agricultores con una tasa de retorno marginal (TRM) del 139,78%. Para la producción de brócoli orgánico se recomendó la utilización del tratamiento t4 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 30 Tm/ha) al presentar mayor tasa de retorno marginal, la utilización de microorganismos desde el semillero puede garantizar plántulas de buena calidad, los abonos orgánicos como el humus, bocashi, abono verde ayuda en la nutrición fenológica del cultivo del brócoli orgánico.

SUMMARY

This research was conducted in the town Belisario Quevedo at 2750 masl Canton Latacunga in Cotopaxi Province; the overall objective was to evaluate the organic production of broccoli (*Brassica oleracea* L.) Hybrid Legacy, using two sources of microorganisms (*Azotobacter chroococcum* and *Bacillus subtilis*) and three doses of organic fertilizers. Deductive method was used - experimental variables evaluated were: plant height, diameter and weight of the pellet; the severity and incidence of pests and diseases, the solubility of phosphorus in the soil and yields per hectare obtained in three doses 30, 60 and 90 t / h. , economic analysis was performed to determine the marginal rate of return for each treatment. The experimental design of Randomized Complete Block (RCBD) was applied factorial arrangement of 2 x 3 + 3 with nine treatments and three replications. The best results were obtained : In the plant height 33.08 cm, for the treatment t2 (*B. subtilis* + compost 60 t / ha) at 75 days , the pellet diameter 22,95 cm , yielding 17.850 Kg / ha corresponding to t3 (*Bacillus subtilis* + compost 90 t / ha). The best treatment interaction was t3 (*Bacillus subtilis* + compost 90 t / ha) with a solubility of phosphorus 66,06 kg / ha. Finally, the economic analysis in the treatment t4 (*Azotobacter chroococcum* + compost 30 t / ha) was recommended to farmers with a marginal rate of return (TRM) of 139,78 %. For the production of organic broccoli recommended the use of T4 treatment (*Azotobacter chroococcum* + compost 30 t / ha) introducing greater marginal rate of return , the use of microorganisms from the nursery seedlings can guarantee good quality , organic fertilizers as humus, bocashi green help phenological crop nutrition fertilizer organic broccoli. .

INTRODUCCIÓN

El crecimiento comercial de brócoli en Ecuador se inició en 1990, cuando crecientes superficies de terreno se destinaron a este producto. El sector productor de brócoli ha tenido un crecimiento constante y sostenido, representando una creciente proporción de las exportaciones (a).

Jaime Tola Cevallos, Director de Investigación y experto en alianzas público-privadas del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP), manifiesta que desde el 2000 al 2008, el crecimiento de las exportaciones de brócoli en Ecuador fue de 13 por ciento anual. Así, lo que comenzó como un negocio de 300 toneladas y 32 mil dólares ahora llega a las 70 mil toneladas y 69 millones de dólares anuales en exportaciones (g).

Alemania fue la primera puerta que se abrió a las exportaciones de éste producto, aprovechando que Ecuador no pagaba aranceles en el mercado Europeo, por ser un país de menor desarrollo. Ahora sus mercados se han diversificado y el país sudamericano se ha convertido en el primer proveedor de brócoli a Japón y llega de manera fuerte a los Estados Unidos (h).

En el negocio del brócoli están involucradas 20 mil personas y cinco empresas (*Provefrut, Ecofroz, IQF, Valley Foods y Pilvicsa*) dedicadas al procesamiento y exportación del producto; cuatro de ellas trabajan con brócoli congelado y sólo una con brócoli fresco. Por medio de dichas empresas están asociados al gremio 300 productores que trabajan con las procesadoras bajo la figura de agricultura por contrato (h).

En el Ecuador, el 94 por ciento de la producción de brócoli se concentra en manos de pequeños agricultores (de 2-5 hectáreas) y medianos productores (10 has), generando más de 11700 empleos directos en beneficio de unas cuatro mil familias.

El 98% de la producción total del brócoli del país se destina a la exportación y 2% restante al mercado nacional. El brócoli se produce básicamente en tres provincias de la sierra: *Cotopaxi, Pichincha e Imbabura*, a una altura entre los 2600 y hasta 3300 msnm. (m)

Actualmente representa el 1,24 % de este rubro, el 9,18% de las exportaciones de productos hortofrutícolas y el 65% de vegetales frescos y congelados exportados. El precio implícito del brócoli ecuatoriano osciló en el 2010 de 0.45 a 0.50 centavos/Kg, en brócoli no orgánico a los pequeños productores, en brócoli orgánico el precio fluctúa de 1,25 a 1,50.

En el Ecuador, son cada vez más los agricultores que están incursionando en la producción orgánica, estimándose que en la actualidad hay alrededor de 2500 productores orgánicos que se asientan en la sierra ecuatorianas. (12)

Esta investigación determina los rendimientos por hectárea que se obtiene con la utilización de abono orgánico (gallinaza) a 30, 60 y 90 Tm/ha, la severidad e incidencia de plagas y enfermedades con un control biológico a base de microorganismos (*Bacillus subtilis* y *Azotobacter chroococum*), también ayudan en la solubilización del fósforo del suelo y el análisis económico para determinar la tasa de retorno marginal para cada tratamiento.

JUSTIFICACIÓN

Considerando que Ecuador se ha convertido en el primer exportador de brócoli de Sudamérica, con 98% de su producción, y es uno de los tres principales proveedores del mercado europeo, por las altas exigencias de estos mercados los productores tienen que emplear gran cantidad de fertilizantes, un sinnúmero de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades al grado de presentar resistencias algunos de estos productos con tal de obtener brócoli de una alta calidad, a pesar de tener un alto porcentaje de fósforo en los suelos de la zona presentar deficiencia de fósforo, cuyo inconveniente es no ser asimilable por las plantas, para esto se propone la implementación de microorganismos que ayudan en la solubilización del fósforo y una producción orgánica de brócoli siendo una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores.

Con esta tecnología se disminuye considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire y los consumidores se ven beneficiados con la seguridad de consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables y de alto valor nutritivo. Esta investigación se realizó en terrenos que aplican el criterio de rotación de cultivos, al grado de no utilizar doce años químicos al suelo.

En la producción orgánica se utilizan insumos de origen natural, que puedan compensar la extracción de las cosechas y favorecer la vida en el suelo, entre ellos se conoce el humus y los microorganismos solubilizadores del fósforo.

El abono orgánico mejora las características y propiedades físicas del suelo, así como por su aporte de nutrientes y de microorganismos benéficos. Con base a estas premisas se propone la elaboración de la presente investigación con la finalidad de contribuir a los productores de dicha legumbre.

OBJETIVOS GENERAL

➤ Evaluar la producción orgánica de brócoli (*Brassica oleracea* L.) híbrido Legacy, aplicando dos fuentes de microorganismos (*Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis*) y tres dosis de abonos orgánicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar y seleccionar la dosis óptima de abono orgánico para la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) del híbrido Legacy.
- Evaluar y seleccionar el mejor tratamiento con los microorganismos utilizados.
- Realizar el análisis económico para cada tratamiento.

HIPÓTESIS

- **H₀₁** No existe diferencia de producción de brócoli entre manejo convencional y manejo orgánico.
- **H₀₂** Los microorganismos no influyeron en la productividad de brócoli.
- **H_{a1}** Existe diferencia de producción de brócoli entre manejo convencional y manejo orgánico.
- **H_{a2}** Los microorganismos influyeron en la productividad de brócoli.

CAPÍTULO I

1.1 Marco teórico

1.1.1 Cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.)

1.1.1.1 Origen

El origen del brócoli se asienta en los países con climas templados a orilla del Mediterráneo oriental. La Península de Anatolia, Líbano o Siria acogerían los primeros ejemplares de esta planta provenientes de una especie silvestre común con las coles y coliflores. (e)

1.1.1.2 Clasificación taxonómica (Araujo 2008)

REINO:	Plantae
SUBREINO:	Antophyta
DIVISION:	Angiospermae
CLASE:	Dicotiledoneae
ORDEN:	Rhoedales
FAMILIA:	Brassicaceae
GENERO:	Brassica
ESPECIE:	oleracea L. var. Legacy
NOMBRE COMUN:	Brócoli

1.1.1.3 Características botánicas

1.1.1.3.1 Raíz

El brócoli presenta una raíz pivotante de la que parte una cabellera ramificada y superficial de las raíces (Maroto 1995).

1.1.1.3.2 Tallo

El brócoli desarrolla un tallo principal con diámetro de 2 – 6 cm., corto de 20 – 30 cm. De largo, sobre el que se disponen las hojas con internados cortos, con una apariencia de roseta de coliflor, donde termina la inflorescencia principal (Hidalgo 2006).

1.1.1.3.3 Hojas

Las hojas suelen ser de color verde oscuro, rizadas, festoneadas, con ligerísimas espículas, presentando un limbo foliar hendido, que en la base de la hoja puede dejar a ambos lados del nervio central (muy pronunciado) pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de folios (Maroto 1995).

1.1.1.3.4 Flores

Son perfectas, actinomorfas con cuatro pétalos libres de color amarillo y dispuestas en forma de cruz, a pesar de tener flores perfectas existe cierto grado de incompatibilidad, el tipo de polinización es cruzada y la realizan los insectos (Hidalgo 2006)

1.1.1.3.5 Inflorescencias

La inflorescencia está constituida por primordios florales inmaduras dispuestas en un corimbo primario en el extremo superior del tallo, los corimbos son de color variado según el cultivar de verde claro a verde purpura mantiene muy poco tiempo la compactación por lo que es producto altamente perecible (Hidalgo 2006).

1.1.1.3.6 Fruto

El fruto del brócoli es una silicua con más de 10 semillas que a su madurez salen libremente al exterior (Hidalgo 2006).

1.1.1.3.7 Semillas

Son redondas, de color pardo oscuro, tienen 2 mm de diámetro y se encuentran en número de 250 – 300 semillas/gramo dependiendo del cultivar, con una capacidad germinativa de cuatro años (Maroto 1995).

1.1.1.4 Agroecológica (Infoagro 2007)

Altitud:	2600 a 3000 m.s.n.m.
Clima:	Templado y frío (húmedo)
Precipitación:	800 - 1200 mm
Humedad relativa:	No menor al 70%
Temperatura:	13 a 18°C, máxima 24°C.
Luz:	De 4 a 8 horas de sol por día en cielo despejado
Textura del suelo:	Franco, franco-arenoso fino.
pH:	5.8 – 6.5 ligeramente ácido – neutro
Tipo de suelo:	Profundos, fértiles, bien drenados, ricos en materia orgánica y nitrógeno.

1.1.1.5 Manejo del cultivo

1.1.1.5.1 Propagación

El sistema de propagación es por vía sexual, con semilla. En el Ecuador no se producen semillas de brócoli ni se conducen investigaciones para el desarrollo de nuevas variedades. Todas las semillas utilizadas son importadas, principalmente desde Estados Unidos, por distribuidores locales.

1.1.1.5.2 Trasplante

Se realiza cuando la planta tiene de 10 – 15 cm de altura y 3 – 4 hojas totalmente desarrolladas y un buen sistema radicular.

Es importante no trasplantar plántulas con un desarrollo mayor al mencionado ya que eso haría que el cultivo tenga una formación prematura de inflorescencias, disminuyendo la calidad del producto. En términos generales, y dependiendo de las condiciones del suelo, la variedad y el tamaño de las cabezas, se recomienda sembrar entre 50 y 70 cm entre surcos y entre 30 y 40 cm entre plantas, según el cultivar. En el momento del trasplante, el suelo debe estar en capacidad de campo, de manera que se pueda disminuir el estrés que sufre la planta al ser sacada del semillero. (6)

1.1.1.5.3 Fertilización

En el caso de cantidades relacionadas con el cultivo de brócoli y con el abonado orgánico se trata de valores estimados. La descripción del estado de abastecimiento de un nutriente como una cifra exacta resulta ser una simplificación del estado real, si se tiene en cuenta la heterogeneidad natural del sustrato del suelo. El camino más adecuado para la práctica es el abonado según la extracción de

nutrientes por la planta basado en recomendaciones Standard y modificado según los resultados de determinaciones con muestras de suelo (Wichmann 1989).

Los programas de fertilización se basan en los resultados del análisis de suelo y el conocimiento de la demanda nutricional para cada etapa fenológica. La mayoría de los nutrimentos los suministra el suelo, a menos que el contenido de estos, esté por debajo del nivel crítico, en cuyo caso será necesario suministrar el nutrimento limitativo (Suquilanda 1996).

Principalmente en todos los casos se requiere aplicar nitrógeno, pues este elemento se encuentra en concentraciones insuficientes en la mayor parte de los suelos. Es importante tomar en cuenta que las curvas de demanda son un punto de partida, especialmente para nitrógeno, pues se debe considerar el factor eficiencia, por lo que las dosis de aplicación de nitrógeno son normalmente mayores (Wichmann 1989).

La fertilización de fondo es recomendable para el caso del fosforo, que es nutriente poco móvil. Se recomienda aplicar el 50% del fosforo y si el suelo no presenta problemas de fijación se puede aplicar la totalidad de este nutrimento (Castellanos 1999).

CUADRO 1. Interpretación del análisis de suelos para el cultivo de brassícea en el Ecuador

ELEMENTO	NIVEL CRITICO	NIVEL SUFICIENCIA
MO (%)	<2.0	3 – 4
N (Mineral)(ppm)	50 – 70	180 – 200
P (Olsen modificado) (ppm)	1 – 7	15 – 20
K (Olsen modificado) (ppm)	70 – 80	195 – 390
Ca (Olsen modificado) (ppm)	300 – 400	1000 – 1600
Mg (Olsen modificado) (ppm)	60 – 120	300 – 360
Zn (EDTA) (ppm)	1 – 3	3.1 – 7

Fuente: Padilla 2000

En varios estudios del ritmo de absorción de nutrientes a lo largo del periodo vegetativo del brócoli se ha llegado a concluir que el nitrógeno, el fosforo y el potasio mantienen una tendencia ascendente hasta prácticamente la cosecha, requiriendo más nitrógeno y fosforo en las primeras fases y más potasio en las fases subsiguientes, con una relación entre el nitrógeno y el potasio entre 1 a 1.2 (Padilla 2000)

1.1.1.5.4 Riego

El riego debe ser regular y abundante en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella. Conviene que el suelo este sin excesiva humedad, pero si en estado de capacidad de campo (Infoagro 2006)

Para alcanzar altos rendimientos y calidad de inflorescencias, la planta de brócoli no debe sufrir estrés hídrico, ya sea por falta o exceso de agua y/o calidad de esta. Los requerimientos de agua varían según las condiciones ambientales y el estado de desarrollo del cultivo. Posterior al trasplante el riego debería ser cada 7 – 10 días,

dependiendo de las temperaturas existentes, el consumo total por parte del cultivo es de 4000 m³ de agua/ha (Maroto 1995)

1.1.1.5.5 Control de malezas

Las malezas ya establecidas compiten con los cultivos por luminosidad, agua, nutrientes. En la competencia e influencia que las malezas ocasionan al cultivo, el periodo crítico de interferencia esta dado desde los 30 a los 60 días, pues pasado este tiempo la planta de brócoli supera a sus competidoras en fenología y sistema radicular impidiéndoles su desarrollo normal (Secaira 2000).

En la primera etapa en conjunto con la fertilización, se realiza el paso de rastrillos con uñas de 25 cm de largo espacios entre sí de 10 cm. Estas incorporan el fertilizante y remueven la capa superficial, destruyendo malezas que están emergiendo; esta labor se realiza entre los 15 a 40 días (Secaira 2000).

1.1.1.5.6 Control de plagas

Entre las principales plagas cabe mencionar las siguientes:

CUADRO 2. Principales plagas del cultivo de brócoli

NOMBRES		SINTOMATOLOGIA	CONTROL	
COMUN	CIENTIFICO		QUIMICO	BIOLOGICO
Polilla de las crucíferas	<i>Plutella xylostella L.</i>	Se trata de un micro lepidóptero, cuyo daño es realizado por sus larvas que dejan las hojas totalmente cribadas. Suelen producir graves daños a las plantas recién trasplantadas.	Aplicar Diazinon, Fosalone, Triclorfon o mezclas de piretroides.	Resulta efectivo el control con <i>Bacillus thuringiensis</i> , el empleo de feromonas o focos de luz

Gusano trozador	<i>Agrotis sp.</i>	Las larvas o gusanos solo hacen daño durante la noche cortando las plantas jóvenes y destruyendo el follaje de las más grandes, lo cual puede causar la muerte parcial o total de ellas. Los ataques en el campo son importantes durante los primeros 8 a 12 días de edad de la planta.	Aplicar clorpirifos	Entre los enemigos naturales se destacan depredadores como la “cantárida predadora” <i>Calosoma alternans</i> y “chinchas asesinas” <i>Zelus spp.</i> Entre los parasitoides de huevos se destacan <i>Trichogramma pretiosum</i> ; <i>T. atopovirilia</i> y entre los parasitoides de larvas la mosca <i>Sarcodexia sternodontis</i> .
Pulgón	<i>Aphis sp.</i>	Las ninfas y los adultos pueden causar daños directos ya que extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento, las hojas se arrollan y si el ataque es muy severo puede secar la planta. Como consecuencia de la alimentación pueden	Como materias activas pueden utilizarse: acefato, etiofencarb, fosfamidón, imidacloprid, metamidofos, pirimicarb, malatión metomilo e insecticidas	Dentro de los depredadores de pulgones, destacan larvas y adultos de neurópteros (<i>Chrysoperla carnae</i> y <i>Chrysopa formosa</i>), Coleópteros coccinélidos

		generarse daños indirectos como la reducción de la fotosíntesis, al excretar el exceso de azúcar como melaza en las hojas dando lugar al desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla (<i>Cladosporium spp.</i>) Los áfidos pueden transmitir hasta 117 tipos de virus fitopatógenos.	pertenecientes al grupo de los piretroides.	(<i>Coccinella septempunctata</i>), larvas de Dípteros y varios Himennópteros. Dentro de los entomopatógenos destaca el hongo patógeno <i>Verticillium lecanii</i> .
--	--	--	---	--

Fuente: Carballo, 2004

1.1.1.5.7 Control de enfermedades

Entre las principales enfermedades cabe mencionar las siguientes:

CUADRO 3. Principales enfermedades del cultivo de brócoli

NOMBRES		SINTOMATOLOGIA	CONTROL	
COMUN	CIENTIFICO		QUIMICO	BIOLOGICO
Hongos del cuello	<i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Phoma lingam</i>	El primero, suele iniciar sus ataques en las raíces jóvenes, formando sobre ellas los típicos rizomorfos y progresando en sentido ascendente. El segundo, puede transmitirse en semillas, lo que explica su desarrollo ya sobre	Entre los productos recomendados: benomilo, iprodiona,	Usar semillas sanas o desinfectadas, evitar el exceso de humedad prolongada en el suelo,

		cotiledones.		
Mildiu	<i>Peronospora brassicae</i>	Por el haz se forman pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa. En correspondencia con esas manchas, por el envés se forma una especie de pelusilla de color blanco grisáceo.	Realizar tratamientos preventivos con Maneb, Oxicloruro de cobre, Captan o Propineb. Al iniciarse la enfermedad se podrán aplicar: Clortalonil, Metalaxil 25%	Debe evitarse trasplantar plántulas infectadas, así como procurar elegir variedades con menor susceptibilidad a esta enfermedad
Alternaria	<i>Alternaria brassicae</i>	Los primeros síntomas se pueden observar en las primeras hojas. Se forman unas manchas negras de un centímetro de diámetro, con anillos concéntricos más fuertes de color.	Cada 7 – 10 días dar tratamientos preventivos con Oxicloruro de cobre, Mancoceb, Propineb. Una vez que aparece la enfermedad se tratara con clortalonil 5%, a una dosis de 20kg/ha.	Es importante realizar una rotación de cultivos, utilizar semillas sanas.

Fuente: Carballo, 2004

1.1.1.5.8 Rendimiento

El último censo realizado por el INEC en el 2002, datos de la superficie estimada según cálculos de exportación y rendimiento era de 800 ha, con una producción total de 20000 Tm. Este cálculo está basado en un rendimiento anual de 25 Tm/ha, que según los empresarios es una estimación correcta. (12)

1.2 Microorganismos solubilizadores de fósforo

Dentro del componente biológico, los microorganismos del suelo juegan un rol fundamental en los procesos de mineralización (ej. bacterias), inmovilización (ej. hongos micorrízicos), influyen la capacidad de intercambio catiónico (CIC), las reservas del nitrógeno, azufre, fósforo, la acidez, toxicidad, capacidad de retención de humedad, las propiedades físicas del suelo, etc. (2)

Por otra parte, el historial bibliográfico de las investigaciones, permiten indicar que un buen número de estudios (nacionales e internacionales) buscando alternativas biológicas en la agricultura, no han arrojado resultados exitosos o satisfactorios que puedan ser usados en la práctica. Sin embargo, analizando la metodología y los resultados alcanzados en los estudios, la mayoría de éstos revelan procedimientos o protocolos superficiales que no consideraron aspectos fundamentales en el proceso investigativo. (2)

Así por ejemplo, la diversidad que es la heterogeneidad de un sistema, es decir la variedad de diferentes tipos de organismos trabajando juntos en una comunidad biológica. Dentro de cada tipo de organismos, (o en la misma especie) la diversidad también puede ser considerable, como por ejemplo en las bacterias fijadoras de nitrógeno, o los hongos micorrízicos, etc. Unos trabajando más eficientemente que otros. Debemos por lo tanto evaluar un número considerable de “cepas” para conocer las de mayor eficiencia, de acuerdo al interés que buscamos. (2)

La especificidad que es la interacción entre el microorganismo y su hospedero. Aun dentro de la misma especie vegetal, pueden existir diferentes variedades en la habilidad para interactuar con la misma cepa de un microorganismo, como por ejemplo una cepa de *Rhizobium* versus diferentes variedades de una leguminosa. (2)

El fósforo aplicado en exceso afecta la infección de la planta por parte de las micorrizas, siendo más marcado en suelos de zonas templadas. La reducción de la colonización micorrízica en las raíces, por efecto de la sobrefertilización ha sido causa de la falsa creencia de que las micorrizas no funcionan en suelos fértiles. Los suelos tropicales, por su parte fijan el fósforo, debido a sus características propias, por lo que bajo esta situación, se requiere una apropiada micorrización, para facilitar la absorción del nutriente por el cultivo, o la solubilización por parte del microorganismo. Esto también, se requiere en suelos sometidos a épocas de sequía, en donde el fósforo es un limitante. (2)

El potencial de los microorganismos nativos, es decir su abundancia y vigor, también es otro factor que no se considera en estudios microbiológicos del suelo, especialmente aquellos que buscan introducir microorganismos “foráneos” considerados como eficientes (biofertilizantes o fitoprotectores). (2)

Los organismos nativos pueden presentar poblaciones altas y de buena competencia para colonizar la rizósfera de la planta, o para infectar sus raíces, sin dejar opciones al “nuevo” microorganismo para que interactúe con el cultivo. En algunos casos, los “nativos” pueden además ser ineficientes desde el punto de vista nutricional o para proteger la planta, lo cual sin duda genera resultados negativos, que si se ignora su presencia, pueden atribuirse éstos resultados, al “nuevo” microorganismo, más aún cuando se carece de técnicas adecuadas para identificación de las cepas, tanto de las nativas como de las introducidas. (2)

Las plantas absorben el fósforo casi exclusivamente en la forma inorgánica, que está en la solución del suelo. De esta manera, el fósforo inorgánico disuelto satisface la demanda de los cultivos por unas pocas horas durante el período de crecimiento, aún en suelos con un buen abastecimiento de este nutriente. Por lo tanto, el fósforo deprimido en la solución debe ser repuesto constantemente a partir de formas fácilmente extraíbles, tanto orgánicas como inorgánicas, donde la desorción - disolución y mineralización – inmovilización, son procesos críticos en el abastecimiento de fósforo. (3)

Ahora bien, los grupos microbianos capaces de solubilizar el fósforo edáfico son varios y entre ellos los de mayor relevancia son los hongos muchos de los cuales son patógenos como el *Aspergillus*, *Fusarium*, *Sclerotium*. (3)

Un segundo grupo lo constituyen los Actinomycetes grandes productores de sustancias antibióticas y las bacterias entre las que podemos mencionar a *Bacillus*, *Flavobacterium* y *Pseudomonas*. (3)

Se han aislado de distintos suelos bacterias solubilizadoras de fosfato pertenecientes a los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Burkholderia*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *Flavobacterium* y *Erwinia*. Estos microorganismos crecen en medios con fosfato tricálcico, apatita o materiales insolubles similares como única fuente de fosfato y no solo asimilan el elemento sino que solubilizan una gran proporción del mismo, liberándolo en cantidades superiores a sus demandas nutricionales. El principal mecanismo microbiológico por el cual los compuestos fosfatados son movilizados es la disminución del pH del medio por la liberación de ácidos orgánicos. Se han descrito otros posibles mecanismos que incluyen la eliminación de protones afuera de la célula y su intercambio con cationes unidos al fósforo o la producción de ácidos inorgánicos como el ácido sulfhídrico, el ácido nítrico o el ácido carbónico. (f)

Si bien muchos géneros bacterianos presentan esta capacidad para solubilizar fósforo inorgánico, es de particular interés detectar esta habilidad en grupos que tengan otras propiedades de promoción de crecimiento vegetal, como por ejemplo, capacidad para fijar nitrógeno atmosférico. Se han aislado microorganismos como *Azospirillum lipoferum* o *Azotobacter chroococcum* que además de ser fijadores libres de nitrógeno, son capaces de promover el crecimiento vegetal mediante la solubilización de fosfatos inorgánicos. (f)

Además, distintas especies de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, bacterias del suelo que fijan nitrógeno en asociación simbiótica con distintas leguminosas, poseen capacidad de solubilización de fósforo inorgánico. (f)

1.2.1 *Azotobacter chroococcum*.

El *Azotobacter* (A.) es el microorganismo que de una forma más amplia ha sido utilizado en la agricultura. La aplicación práctica de la inoculación de este diazotrófo ha sido positiva, observándose notables incrementos en los rendimientos en diferentes cultivos, principalmente en cereales.

Estos resultados obtenidos, especialmente con la inoculación de *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum brasilense*, no deben atribuirse exclusivamente a la ganancia de nitrógeno (N₂) por las plantas, ya que estos microorganismos en determinadas condiciones su efecto beneficioso se debe fundamentalmente a la capacidad de solubilizar fosfatos y sintetizar sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, tales como, vitaminas y hormonas vegetales que intervienen directamente sobre el desarrollo de las plantas. De este modo *Azotobacter chroococcum* sintetiza tiamina de 50–100 mg/g de sustancia celular seca; ácido nicotínico de 200–600 mg/g de sustancia celular seca y ácido pantoténico y biotina; ácido indolacético (AIA); ácido giberélico y citoquininas. El inoculante a base de esta bacteria se presenta en

formulación líquida conteniendo un mínimo de 1×10^8 UFC/ml (unidades formadoras de colonias por mililitro de producto).

La producción de estas sustancias por *Azotobacter*, se ve influenciada por el estado fisiológico de la bacteria y por la edad de los cultivos, habiéndose demostrado que la presencia de nitrógeno combinado modifica la producción de auxinas y giberelinas. Concretamente la presencia de nitrato inhibe la liberación de auxinas, mientras que en sentido contrario incrementa la producción de giberelinas. La adición de exudados radicales de ciertos cereales colonizados por *Azotobacter*, determinan aumentos significativos en la producción de auxinas, giberelinas y citoquininas, siendo este efecto más evidente cuando los exudados se obtienen de plantas de más de 30 días de crecimiento.

Además de los compuestos mencionados, estos diazótrofos son capaces de sintetizar sustancias fungistáticas que, al inhibir el crecimiento de los hongos fitopatógenos del suelo, promueven indirectamente el desarrollo de las plantas, especialmente en las etapas tempranas del cultivo. Estos compuestos tienen acción sobre hongos pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* y *Rhizoctonia*, variando su acción antagónica con la cepa bacteriana utilizada. Mediante su acción conjunta, estas sustancias son capaces de estimular la germinación de las semillas y acelerar el crecimiento de las plantas siempre y cuando sea adecuada la concentración de organismos en la rizósfera de las plantas. (j)

1.2.2 *Bacillus subtilis*.

El *Bacillus subtilis* es una bacteria con características de bastón Gram-positivo. Es una forma de spora, móvil y es un organismo aerobio obligado (aunque en condiciones con medios de cultivos complejos que contienen glucosa, se desarrollan como anaerobios con crecimiento débil y puede ocurrir fermentación). El *B. subtilis* forma en los medios de cultivo colonias que son opacas y pueden

arrugarse, su coloración va del crema al castaño. Se encuentra en tierra y pudriendo material de plantas y no es patógeno. El inoculante a base de esta bacteria se presenta en formulación líquida conteniendo un mínimo de 1×10^8 UFC/ml (unidades formadoras de colonias por mililitro de producto).

Un rasgo que ha atraído mucho interés en *Bacillus subtilis* es su habilidad para diferenciar y formar endosporas. Se usan varias razas relacionadas al *Bacillus subtilis* en la producción comercial de enzimas. (d)

La bacteria *Bacillus subtilis* no es potencialmente patógena, no produce endotoxinas y secreta proteínas al medio, algunas de ellas con propiedades antifúngicas, como la subtilisina y otros antibióticos de la familia de las iturinas. Se utiliza industrialmente como insecticida y fungicida. La subtilisina liberada por la bacteria sobre la pared celular de los hongos. Otras características son:

- Producen endosporas, las que son termoresistentes, también resisten a factores físicos perjudiciales como la desecación, radiación, ácidos y desinfectantes químicos.
- Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuente de carbono y donadores de electrones.
- Muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina.
- Son bacterias fermentadoras, generalmente con la caseína y el almidón.
- En general se desarrollan muy bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc., como las únicas fuentes de carbono y el amoníaco como fuente de nitrógeno.
- Viven dentro de los límites de temperatura de 55 a 70°C.
- Soportan un pH de 2 – 3.

La bacteria *Bacillus subtilis* es conocida por ser antagonista de muchos hongos patógenos vegetales. Este antagonismo es logrado a través de diversos mecanismos

que incluyen la competencia por nutrientes, exclusión de sitio, colonización de la bacteria en el patógeno y/o la liberación de componentes celulares durante el crecimiento, en orden de eliminar o reducir los competidores en su medio ambiente inmediato.

El proceso de liberación del contenido celular se cree que ha evolucionado, así el organismo protege su nicho, inhibiendo el crecimiento de los competidores y utilizando la misma fuente nutricional, e incluso posiblemente consumiendo a sus competidores. Sumado al antagonismo/competencia y liberación del contenido celular, *Bacillus subtilis* también ha demostrado inducir la resistencia sistémica natural de la planta contra patógenos bacteriana y fungosa. (b)

1.3 Abono orgánico (Gallinaza)

Es el producto formado por el conjunto de excrementos de las gallinas junto con los materiales de limpieza de los gallineros. Se trata de un producto con un elevado contenido de nitrógeno y cal. (13)

La Gallinaza tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo. Es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne.

La gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula.

El carbono también se encuentra en una cantidad considerable el cual es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células.

Otros elementos químicos importantes que se encuentran en la gallinaza son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula.

La Gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades.

El estiércol de gallina debe ser primeramente fermentado para reducir la cantidad de microorganismos como bacterias, que en alta concentración puede ser nocivo.

En el caso de la gallinaza utilizada como composta, es decir, como abono orgánico, es necesario fermentar el excremento de las gallinas para transformar los químicos que contiene, como el fósforo, potasio, el nitrógeno y el carbono.

Cuando la fermentación está completa, se le puede agregar otros desechos orgánicos como cáscaras, cascarilla de cereales, virutas de madera, paja, etc., lo que servirá para enriquecer la mezcla y mejorar el efecto.

La utilización de la gallinaza como abono para cultivos resulta ser una opción muy recomendable debido al bajo costo que representa, y a lo rico de la mezcla.

En promedio, se requiere de 600gr a 700gr por metro cuadrado de cultivo para obtener buenos resultados. Aunque en algunos casos, dependiendo de si el suelo presenta algún empobrecimiento, podría llegar a ser necesario utilizar hasta 1kg por metro cuadrado.

La Gallinaza es un importante medio de control y disposición de los desechos de la industria avícola.

La producción de la gallinaza es una vía no contaminante de deshacerse de los excrementos de las aves dentro de los mismos sitios de producción, lo cual es uno de los principales problemas sanitarios que confronta hoy en día la industria avícola.

Las excretas de las aves pueden llegar a constituir un foco de contaminación muy importante, el cual puede incluso ser foco de transmisión de enfermedades como la gripe aviar (SARS).

Adicional a esto, se aumenta la eficiencia de las unidades avícolas al reducir la proporción de desechos cuando estos son transformados en un subproducto de la granja con valor comercial.

Los parámetros físicos y químicos pueden observarse en el Cuadro 4:

CUADRO 4. Parámetros físico químicos de la gallinaza

PARAMETROS	RANGOS
pH (unidades)	8 - 9
Humedad (g Humedad/g M)	01 - 02
Sólidos Volátiles (g SV/g M)	02 - 04
D.Q.O (mg O ₂ /g M)	200 - 500
D.B.O (mg O ₂ /g M)	200 - 400
Nitrógeno Total (mg N/g M)	3 - 12
Nitrógeno Amoniacal (mg NH ₃ /g M)	3 - 7
Fosforo (mg P/g M)	5 - 25
Nitratos (mg NO ₃ /g M)	2 - 16

Fuente: CINSET, 1998

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Método

Se utilizó el método deductivo que permitió extraer información de conceptos, principios y normas generales preexistentes que ayudaron a ir de lo general a lo particular, en base a lo científico experimental que es un proceso analítico sistemático mediante el cual se parte del estudio de casos, de un ensayo práctico con la toma de datos y se procesa estos para realizar conclusiones y recomendaciones.

2.2 Ubicación geográfica y características agroclimáticas del ensayo

Situación geográfica y características climáticas de la localidad en donde se desarrolló la investigación.

2.2.1 División Político – Territorial

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Belisario Quevedo

Lugar: El Empedrado

Propiedad: El Chaparral

(www.cotopaxi.gov.ec)

2.2.2 Situación geográfica

Altitud: 2750 m.s.n.m.
Latitud: 0° 58' 41'' Sur
Longitud: 78° 34' 48'' Oeste

(www.cotopaxi.gov.ec)

2.2.3 Condiciones climáticas

Temperatura media anual: 12 °C
Temperatura máxima anual: 22 °C
Temperatura mínima anual: 8 °C
Precipitación anual: 417 mm
Humedad relativa: 65%

(INAMHI 2009).

2.2.4 Características del suelo

2.2.4.1 Características Físicas

Textura: Franco arenoso
Estructura: Suelta
Pendiente 2%

INIAP, Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas

2.2.4.2 Características Químicas

CIC:	Baja
pH:	7,70
Materia Orgánica:	2,40 %
Nitrógeno:	30,00 ppm
Fosforo:	175,00 ppm
Azufre:	13,00 ppm
Potasio:	1,60 meq/100
Calcio:	7,80 meq/100
Manganeso:	2,50 meq/100
Zinc:	7,50 ppm
Cobre:	3,30 ppm
Hierro:	69,00 ppm
Manganeso:	7,80 ppm
Boro:	0,90 ppm

INIAP, Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas

2.3 Materiales, equipos y herramientas

2.3.1 Insumos

- Plántulas de brócoli, híbrido Legacy
- Cepas de *Azotobacter chroococcum*
- Cepas de *Bacillus subtilis*
- Gallinaza

2.3.2 Material de escritorio

- Suministros de oficina
- Computadora
- Calculadora
- Cámara fotográfica

2.3.3 Herramientas

- Azadones
- Estacas
- Rótulos de identificación
- Balde
- Flexómetro
- Piola

2.4 Factores en estudio

2.4.1 Factor M (Microorganismos)

- M1 = *Bacillus subtilis*
- M2 = *Azotobacter chroococcum*

2.4.2 Factor H (Dosis de abono orgánico)

H1 = Abono orgánico 30 Tm/ha

H2 = Abono orgánico 60 Tm/ha

H3 = Abono orgánico 90Tm/ha

2.4.3 Testigos

T7= *Bacillus subtilis*

T8= *Azotobacter chroococcum*

T9= Sin aplicación

2.5 Tratamientos

CUADRO 5. Tratamientos en estudio de la investigación

TRAT.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	m1h1	<i>Bacillus subtilis</i> 5ml/L+ abono orgánico 30 Tm/ha
T2	m1h2	<i>Bacillus subtilis</i> 5ml/L + abono orgánico 60 Tm/ha
T3	m1h3	<i>Bacillus subtilis</i> 5ml/L + abono orgánico 90 Tm/ha
T4	m2h1	<i>Azotobacter chroococcum</i> 5ml/L +abono orgánico 30 Tm/ha
T5	m2h2	<i>Azotobacter chroococcum</i> 5ml/L +abono orgánico 60 Tm/ha
T6	m2h3	<i>Azotobacter chroococcum</i> 5ml/L +abono orgánico 90 Tm/ha
T7	m1	<i>Bacillus subtilis</i> 5ml/L
T8	m2	<i>Azotobacter chroococcum</i> 5ml/L
T9	T0	Sin aplicación

2.6 Características del ensayo

Área total de ensayo:	153,64 m ²
Área neta del ensayo:	36,45 m ²
Área de caminos:	48,80 m ²
Unidades experimentales:	27
Parcela total:	4,20 m ²
Parcela neta:	1,35 m ²
Número de plantas por parcela:	33
Número de plantas parcela neta:	18
Número de plántulas a evaluar/tratamientos	10
Cantidad de abono orgánico por tratamiento 30Tm/ha	12,6 Kg
Cantidad de abono orgánico por tratamiento 60Tm/ha	25,20 Kg
Cantidad de abono orgánico por tratamiento 90Tm/ha	37,8 Kg
Cantidad total de abono orgánico	226,80 Kg
Volumen de <i>Azotobacter chroccocum</i> por tratamiento	5ml/L
Volumen total de <i>Azotobacter chroccocum</i>	500ml
Volumen de <i>Bacillus subtilis</i> por tratamiento	5ml/L
Volumen total de <i>Bacillus subtilis</i>	500ml

2.6.1 Diseño experimental

El diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2 x 3 + 3 siendo nueve tratamientos y tres repeticiones.

2.6.2 Pruebas estadísticas

El análisis de varianza (ADEVA), por cada variable y la prueba de Tukey al 5% y 1% para las variables que presenten significancia estadística.

CUADRO 6. Esquema del ADEVA para la aplicación de materia orgánica y microorganismos

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	
Tratamientos	
Microorganismo (M)	1
Dosis de abono	2
H x M	2
Testigos	2
Fac. vs Test.	1
Repeticiones	2
Error Experimental	

2.6.3 Manejo específico del ensayo

2.6.3.1 Delimitación del área del ensayo

Una vez preparada el área de ensayo, se procedió a medir el terreno y a delimitar el área de la parcela mediante el uso de estacas y piola, construyendo las parcelas de 4,20 m², dejando los caminos entre parcelas de 0,40m.

FOTO N° 1
DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL ENSAYO



2.6.3.2 Preparación del suelo

Una vez seleccionada el área, se procedió a retirar de la misma, malezas y elementos que interfieran con la implementación del ensayo. Posteriormente, se realizó la nivelación del terreno.

FOTO N° 2
PREPARACIÓN DEL SUELO



2.6.3.3 Toma de muestras de suelo

Se procedió a recolectar de diferentes lugares del área de ensayo muestras de suelo, con una pala plana a 25 cm de profundidad se recolecto varias submuestras para cada tratamiento las mismas que fueron enviadas al laboratorio del INIAP al departamento de Análisis de Suelos y Agua, para su análisis.

2.6.3.4 Abonado

Conforme a las recomendaciones del Ing. Gustavo Moreno, administrador de la Finca La Argentina, se aplicó las tres dosis de abono orgánico (30, 60 y 90 Tm/ha), de acuerdo al tratamiento en la distribución de las parcelas al azar.

2.6.3.5 Trasplante

Se trasplantó las plántulas de brócoli a 0,30 m entre planta y a 0,50 entre hileras en tres bolillo, se aplicó los microorganismos en las plántulas al momento del trasplante.

FOTO N° 3

TRANSPLANTE DE LAS PLÁNTULAS DE BRÓCOLI



2.6.3.6 Aplicación de microorganismos

La aplicación de los microorganismos (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis*) se realizó en dosis de 5 ml/ L agua en inmersión al momento de la siembra, la segunda semana 5 ml/ L agua en drench, a partir de la tercera semana 2,5mm/L agua semana.

FOTO N° 4

APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS



2.6.3.7 Labores complementarias

Se realizó tres deshierbas durante el ciclo vegetativo. Los riegos fueron una vez por semana mediante aspersión y el mantenimiento de los tratamientos se realizaron de acuerdo a las necesidades que se presentaron, estas labores se registraron en el libro de campo del ensayo.

2.6.3.8 Cosecha

La cosecha se efectuó en forma manual cuando las pellas estuvieron en plena madurez fisiológica y obteniendo una consistencia compacta, depositándolas en jabs plásticas y aplicando las respectivas variables para el momento de la cosecha

FOTO N° 5
COSECHA DEL BRÓCOLI



2.6.4 Variables en estudio

2.6.4.1 Porcentaje de prendimiento

Esta variable se determinó transcurridos treinta días del trasplante, a través del conteo del número de las plantas prendidas y se expresó en porcentaje de acuerdo al número de plántulas trasplantadas

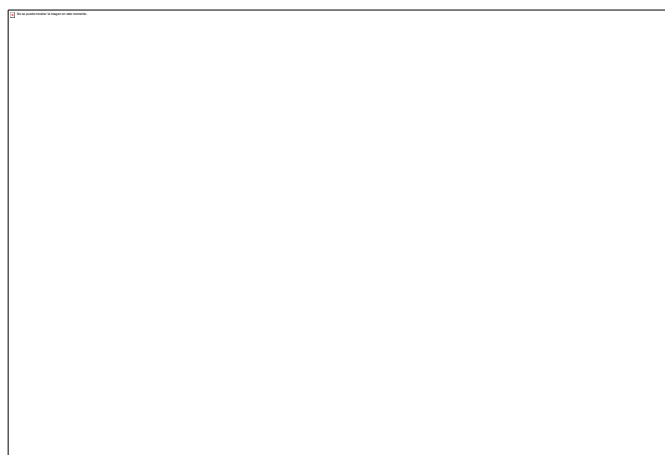
FOTO N° 6
EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE PLÁNTULAS



2.6.4.2 Altura de planta

En 10 plantas al azar se midió la altura de las plantas con un flexómetro desde el cuello de la raíz hasta el ápice la hoja más larga a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante.

FOTO N° 7 EVALUACIÓN DE LA ALTURA DE LAS PLANTAS



2.6.4.3 Incidencia y Severidad de Plagas

Se evaluó 10 de plantas al azar de la parcela neta y se procedió a contar las plantas que se encuentren afectadas por plagas para establecer un porcentaje de incidencia y severidad basados en la fórmula. (Cuadro 7).

CUADRO 7. Fórmulas para cálculo de Incidencia y Severidad de plagas

PLAGAS	% DE INCIDENCIA (PI) O COBERTURA	POBLACION (P)	INTENSIDAD DE ATAQUE (IA)
Insectos y ácaros	$PI = \frac{PA}{Pi} \times 100$ <p> PI = % de incidencia PA = plantas afectadas Pi = plantas inspeccionadas </p>	$P = \frac{NI}{Pi}$ <p> P = población NI = No. De individuos plaga Pi = No. Plantas u órganos inspeccionados </p>	Grado / % daño 1 0 2 0-5% 3 5-20% 4 20-50% 5 > 50%

Fuente: SESA, Guía de Evaluación de Plagas

2.6.4.4 Incidencia y Severidad de Enfermedades

Se tomó 10 plantas al azar de la parcela neta y se contó las plantas que se encuentren afectadas por enfermedades para establecer un porcentaje de incidencia y severidad. (Cuadro 8)

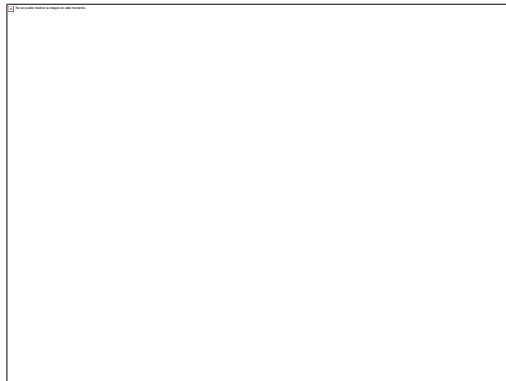
CUADRO 8. Fórmulas para cálculo de Incidencia y Severidad de enfermedades

PLAGAS	% DE INCIDENCIA (PI) O COBERTURA	INTENSIDAD DE ATAQUE (IA)
Fitopatógenos	$PI = \frac{PA}{Pi} \times 100$	Grado / % daño
		0
		1 0-25%
		2 25-50%
		3 50-75%
	PI = % de incidencia	3 75-100%
	PA = plantas afectadas	
	Pi = plantas u órganos inspeccionados	

Fuente: SESA, Guía de Evaluación de Enfermedades

FOTO N° 8

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

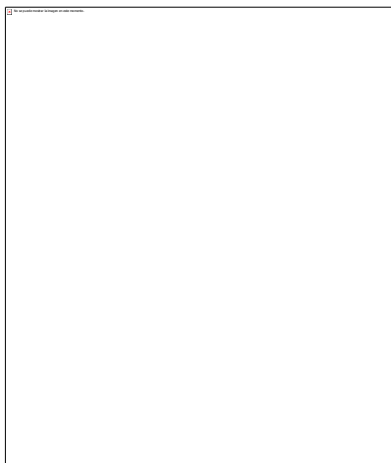


2.6.4.5 Peso de pella

Una vez cosechadas todas las pellas de cada parcela, se procedió a pesar en una balanza de reloj en Kg. / parcela.

FOTO N° 9

EVALUACIÓN DEL PESO DE LA PELLA EN KG POR PARCELA

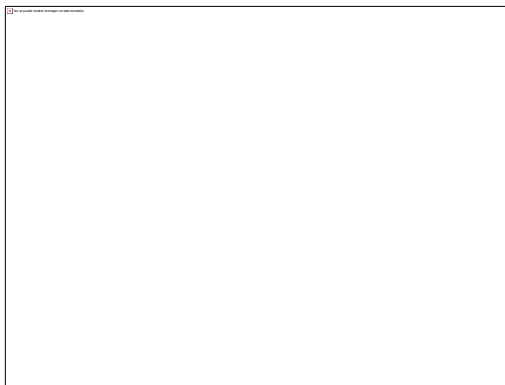


2.6.4.6 Diámetro de la pella

De 10 pellas cosechadas por parcela neta de cada tratamiento y con la ayuda de cinta métrica se midió el diámetro de la pella.

FOTO N° 10

EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO DE LA PELLA



2.6.4.7 Categorías comerciales

Al terminar la cosecha se procedió a clasificar las pellas de acuerdo a las categorías comerciales, de acuerdo al número de pellas en cada categoría se realizará la división respectiva expresándose en porcentaje el resultado por tratamiento.

Las categorías comerciales se clasifican en: Premium, Estándar y Grado B.

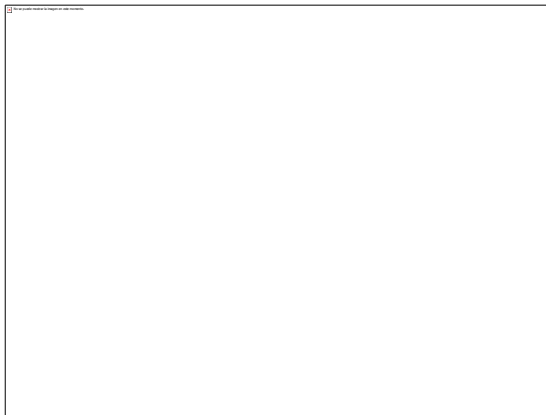
1 El brócoli calidad Premium tiene un color verde intenso y presenta una mejor formación de sus floretes, que son completos, tallados y sin florecimientos.

2 Los floretes de calidad estándar no son tallados, tiene cortes para cumplir con las medidas de diámetro y presentan pocos bordes amarillos.

3 Para el brócoli grado B, incluirá pellas con algo de bordes amarillos y floretes que presentan cierto grado de inflorescencia. Este nivel de calidad no implica tallado y sus floretes no son completos.

FOTO N° 11

CLASIFICACIÓN DE LA PELLA EN CATEGORIAS COMERCIALES



2.6.4.8 Porcentaje de fósforo solubilizado.

Se realizó un primer análisis de suelo antes del trasplante, anotando la cantidad de fósforo presente y se registró en el libro de campo, posterior a la cosecha se realizó una nuevo análisis de suelo para anotar la cantidad de fósforo presente en ese momento en el suelo. Se procedió a realizar una operación aritmética para verificar que cantidad de fósforo ha sido solubilizado y se representó en kg/ha.

2.6.4.9 Rendimiento total

El rendimiento del brócoli en Kg/ha, se estimó con la utilización de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{PCPX \cdot 10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{ANC \text{ m}^2}$$

Donde

R = Rendimiento en Kg / ha

PCP = Peso de Campo por Parcela en Kg.

ANC = Área neta cosechada en m² (Monar, C. 2004).

2.6.4.10 Análisis Económico de Presupuesto Parcial y Tasa Marginal de Retorno.

Se contabilizó únicamente los costos que varían en cada tratamiento (Perrin, et. al, 1988), y se calculó la tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados.

CAPITULO III

RESULTADO Y DISCUSIONES

3.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

De acuerdo a la tabla de análisis de varianza (ADEVA), para el porcentaje de prendimiento de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea*) del híbrido Legacy con tres dosis de abono orgánico y dos fuentes de microorganismos, a los 30 días del transplante, no presentó significancia estadística en los tratamientos, tampoco en las dosis de abono orgánico y en las fuentes de microorganismos por lo que se acepta la hipótesis nula la misma que dice: no existe diferencia de la producción de brócoli entre manejo convencional y manejo orgánico, con un coeficiente de variación del 5,01% y un promedio de 95,88% (Cuadro 9). Al realizar el promedio se obtuvo al t5 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 60 Tm/ha) con el 100% de prendimiento y en el último lugar al t9 (Testigo absoluto) con el 91% de prendimiento aduciendo a esto lo expuesto por Monsanto 2010 quien indica que el híbrido Legacy tiene un porcentaje de prendimiento del 90 al 95%.

CUADRO 9. Porcentaje de prendimiento de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy con tres dosis de abono orgánico y dos fuentes de microorganismos en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	592,83	.....
Tratamientos	8	160,26	20,03	0,87 NS
Microorganismo (M)	1	42,90	42,90	1,86 NS
Dosis de abono (H)	2	13,71	6,86	0,30 NS
MxH	2	13,75	13,75	0,60 NS
S C Tr Ad	2	61,83	30,91	1,34 NS
S C Fac vs Ad	1	28,07	28,07	1,22 NS
Repeticiones	2	64,08	32,04	1,39 NS
E. Exp.	17	368,49	23,03	

NS= No Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 5,01 %
 PROMEDIO 95,88 %

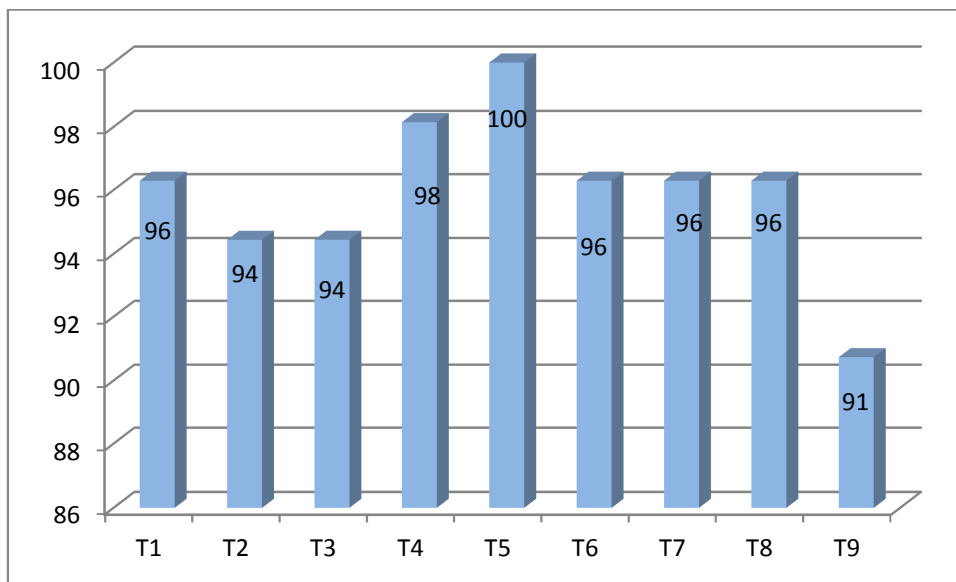


Grafico N° 1. Porcentaje de prendimiento para los tratamientos

3.2. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS

Según la tabla de análisis de varianza (ADEVA), para la variable altura de planta a los 30 días del trasplante (Cuadro 10), presento alta significancia para los tratamientos y en la comparación de los tratamientos con los testigos, para las dosis de abono orgánico (gallinaza) y fuentes de microorganismos (*Bacillus subtilis*-*Azotobacter chroococcum*), no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 9,02 % y un promedio de crecimiento de planta del 21,28 cm.

CUADRO 10. Altura de la planta de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy a los 30 días del trasplante con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	226,69	.....
Tratamientos	8	142,97	17,87	4,85 **
Microorganismo (M)	1	7,39	7,39	2,01 NS
Dosis de abono (H)	2	15,77	7,89	2,14 NS
MxH	2	10,48	10,48	2,85 NS
S C Tr Ad	2	0,03	0,02	0,00 NS
S C Fac vs Ad	1	109,30	109,30	29,68 **
Repeticiones	2	24,80	12,40	3,37 NS
E. Exp.	17	58,92	3,68	

** = Alta Significancia NS= No significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN	9,02 %
PROMEDIO	21,28 cm

CUADRO 11. Prueba de Tukey al 1 % para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 30 días

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	24.32	a
T5	24.13	a
T2	23.40	a b
T1	22.30	a b c
T6	21.36	b c
T4	20.68	c d
T7	18.48	d
T9	18.46	d
T8	18.34	e

En la prueba de Tukey al 1 %, para los tratamientos presentó cinco rangos de los cuales los tratamientos t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha) y t5 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 60 Tm/ha) alcanzó el mayor rango (a) con un tamaño de planta de 24,32 y 24,13cm, en promedio respectivamente. Mientras que los testigos al no tener abono orgánico su crecimiento es menor con un promedio de 18,42 cm, con un rango (d). Según (Suquilanda 1996) manifiesta que el abono orgánico (gallinaza) es una fuente de nutrientes que influye en el desarrollo de las plantas por lo que obtuvo mayor desarrollo que los testigos.

CUADRO 12. Prueba de Tukey al 1 % para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 30 días

COMPARACIÓN	PROMEDIO	RANGO
Tratamientos	22,70	a
Vs		
Testigos	18,43	b

Con la prueba de Tukey al 1 % el mejor promedio para la variable altura de planta a los 30 días son los tratamientos con 22,70 cm, en comparación a los testigos con 18,43 cm. Esta respuesta es lógica por que la plántula para su crecimiento necesita de minerales que obtuvo del abono orgánico (gallinaza) mientras que los testigos no poseen abono orgánico tan solo tienen las reservas del suelo donde están sembradas. (Cuadro 12).

3.3. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS

CUADRO 13. Altura de la planta de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy a los 45 días del trasplante con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	95,35	....
Tratamientos	8	76,01	9,50	11,41**
Microorganismos (M)	1	10,51	10,51	12,63 **
Dosis abono (H)	2	0,31	0,16	0,19 NS
MxH	2	1,90	1,90	2,28 NS
S C Tr ad	2	0,25	0,13	0,15 NS
S C Fac vs ad	1	63,03	63,03	75,72 **
Repeticiones	2	6,03	3,01	3,62 NS
E. Exp.	17	13,32	0,83	

** = Altamente Significancia NS= No Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 3,63 %

PROMEDIO 25,10 cm.

Según la tabla de análisis de varianza, determino que los tratamientos, el factor microorganismo (M) y la comparación (Trat vs Tes) son altamente significativos por lo que se acepta la hipótesis alternativa, la misma que dice: Existe diferencia en la producción de brócoli entre el manejo convencional y orgánico, con un coeficiente de variación del 3,63 % y un crecimiento de |planta del 25,10 cm en promedio.

CUADRO 14. Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 45 días

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	27,41	a
T2	27,10	a b
T1	26,33	b c
T4	25,67	c d
T5	25,40	c d
T6	25,19	d
T7	23,11	e
T9	23,00	e
T8	22,72	e

Con la prueba de Tukey al 1% para comparar los promedios de los tratamientos en la variable altura de planta, el tratamiento t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha) obtuvo el mayor rango (a) con un promedio de 27,41 cm, mientras que los testigos mantienen el menor rango (e). (Cuadro 14)

CUADRO 15. Prueba de Tukey al 1% para los microorganismos en la variable altura de las plantas a los 45 días

MICROORGANISMOS	PROMEDIO	RANGO
M1	26,95	a
M2	25,42	b

Para los microorganismos (*Bacillus subtilis* y *Azobacter chrrococum*), presentó dos rangos obteniendo el rango mayor (a) M1 (*Bacillus subtilis*), con un promedio de 26,95 y M2 (*Azobacter chrrococum*) con 25,24 cm, donde nos demuestra que las dos cepas de bacterias marcan diferencia y no tienen un crecimiento similar pero en comparación el testigo absoluto (23,00 cm) existe diferencias en su desarrollo por lo que se asume que ayuda en el metabolismo

fisiológico de la planta en la producción de sustancia estimuladores de crecimiento y a nivel del suelo ayudan en la absorción de nutrientes. (Monar, 2000)

CUADRO 16. Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 45 días

COMPARACIÓN PROMEDIO RANGO		
Tratamientos	26,18	a
Vs		
Testigos	22,94	b

Para la comparación en la prueba de Tukey al 1% para los tratamientos y los testigos tenemos dos rangos, donde los testigos obtienen el menor promedio con 22,94 cm, esta respuesta es lógica al no tener una fuente de abono orgánico que posee nutrientes para el desarrollo de la planta y de los microorganismos el funcionamiento de las bacterias se reducen al no tener un adecuado medio de nutrientes.

3.4. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS

Según la tabla de análisis de varianza para la variable altura de las plantas a los 60 días del trasplante (Cuadro 17), los tratamientos, el factor microorganismos y la comparación tratamientos con los testigos alcanzaron una alta significancia, mientras que el factor dosis de abono orgánico y la interacción (M x H) no presentó diferencia significativa estadísticamente, con un coeficiente de variación de 3,32% y un promedio de crecimiento de 25,93cm.

CUADRO 17. Altura de la planta de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy a los 60 días del trasplante con dos fuentes de microorganismos tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	79,09	.....
Tratamientos	8	60,82	7,60	10,27 **
Microorganismos (M)	1	11,86	11,86	16,02 **
Dosis abono (H)	2	1,63	0,81	1,10 NS
MxH	2	1,50	1,50	2,02 NS
S C Tr ad	2	0,02	0,01	0,01 NS
S C Fac vs ad	1	45,81	45,81	61,87 **
Repeticiones	2	6,42	3,21	4,34 NS
E. Exp.	17	11,85	0,74	

** = Alta Significancia NS= No Significativo *= Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 3,32 %
 PROMEDIO 25,93

CUADRO 18. Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 60 días

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	28,39	a
T2	27,49	a b
T1	27,12	b c
T5	26,39	c d
T6	25,96	d
T4	25,78	d
T7	24,15	e
T9	24,10	e
T8	24,03	e

Con la prueba de Tukey al 1% para la variable altura de la planta a los 60 días del trasplante, los tratamiento t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha), con un promedio de 28,39 cm, t2 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 60 Tm/ha) con 27,49cm, y t1 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 30 Tm/ha) con 27,12 cm, son los mejores tratamientos alcanzaron el mayor rango (a y b) mientras que los testigos tienen el menor rango (e) con un promedio de 24,15; 24,10 y 24,03cm.

CUADRO 19. Prueba de Tukey al 1% para los microorganismos en la variable altura de las plantas a los 60 días

MICROORGANISMOS	PROMEDIO	RANGO
M1	27,67	a
M2	26,04	b

Para el factor microorganismo presenta dos rangos, obteniendo el mayor promedio el (*Bacillus subtilis*), con 27,67 cm y con 26,04 cm el (*Azotobacter chroococcum*) lo que demuestra que las dos cepas de microorganismos actúan en el desarrollo de la planta al ayudar a sintetizar los nutrientes del suelo.

CUADRO 20. Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 60 días

COMPARACIÓN	PROMEDIO	RANGO
Tratamientos	26,85	a
Vs		
Testigos	24,09	b

Con la prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos con los testigo se establece dos rangos estadísticos obteniendo el mayor rango (a) los tratamientos con 26,85 cm y el menor rango (b) los testigos con 24,09 cm, manteniendo su diferencia en el crecimiento de las plantas por la fuente de abono orgánico que posee los tratamientos.

3.5. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS

CUADRO 21. Altura de la planta de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy a los 75 días del trasplante con dos fuentes de microorganismos con tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	341,31	.....
Tratamientos	8	228,53	28,57	5,77 **
Microorganismos (M)	1	91,25	91,25	18,44 **
Dosis abono (H)	2	33,14	16,57	3,35 NS
MxH	2	24,80	24,80	5,01 *
S C Tr ad	2	12,64	6,32	1,28 NS
S C Fac vs ad	1	66,69	66,69	13,48 **
Repeticiones	2	33,62	16,81	3,40 NS
E. Exp.	17	79,16	4,95	

** = Alta Significancia NS= No Significativo *= Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 8.05 %
 PROMEDIO 27.62 cm

Con el análisis de varianza (ADEVA), para la variable altura de la planta a los 75 días del trasplante, existe alta diferencia estadística para los tratamientos, para el factor M, significancia en la interacción M x H y alta significancia para la comparación de los tratamientos y los testigos, con un coeficiente de variación del 8,05% y un crecimiento promedio de 27,62 cm. (Cuadro 21).

CUADRO 22. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 75 días

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T2	33,08	a
T3	32,45	a
T1	27,45	b
T7	27,05	b
T5	26,78	b c
T6	26,42	b c d
T4	26,24	b c d
T9	24,79	c d
T8	24,35	d

Con la prueba de Tukey al 5%, para la variable altura de la planta a los 75 días, tenemos al tratamiento t2 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 60 Tm/ha) con un promedio de 33,08 cm y t3 (*Bacillus subtilis*+ abono orgánico 90Tm/ha) con 32,45 cm son los mejores tratamientos al obtener un rango (a) y el mayor crecimiento en relación a los testigos y microorganismos M2 (*Azotobacter chorrococum*.) esto se aduce a que las mejores dosis de abono orgánico son entre 60 a 90 Tm/ha y se adapta con mayor facilidad al medio la bacteria *Bacillus subtilis*.

CUADRO 23. Prueba de Tukey al 1% para los microorganismos en la variable altura de las plantas a los 75 días

MICROORGANISMOS	PROMEDIO	RANGO
M1	30,98	a
M2	26,48	b

Según la prueba de Tukey al 1% para los microorganismos se manifestó dos rangos de significancia donde el microorganismo M1 (*Bacillius subtilis*) obtuvo el mayor rango (a) con 30,98 cm y con menor crecimiento M2 (*Azotobacter chrrococum*) con 26,48 cm, al mantener una diferencia entre bacterias asumimos

que M1 se adaptó con mayor facilidad al medio ambiente y su aporte a la planta para ayudar en el desarrollo es mejor que M2.

CUADRO 24. Prueba de Tukey al 5% para la interacción M x H para la variable altura de las plantas a los 75 días

INTERACCIÓN MxH	PROMEDIO	RANGO
M1H2	33,08	a
M1H3	32,44	a b
M1H1	27,43	a b c
M2H2	26,76	b c
M2H3	26,42	c
M2H1	26,24	c

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción M x H, la mejor interacción es M1H2 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 60 Tm/Ha) con un promedio de 33,08 cm, seguido de las interacciones M1H3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha) y M1H1 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 30 Tm/ha) con un promedio de 32,44 y 27,43 cm respectivamente. Esto se da debido a que la cepa de *Bacillus subtilis* en general se desarrolla muy bien en medios que contienen ácidos orgánicos, donde existen fuente de carbono y el amoniaco como fuente de nitrógeno que es obtenido del abono orgánico (gallinaza). (Bobanilla, C., Rincón S. 2008).

CUADRO 25. Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable altura de las plantas a los 75 días

COMPARACIÓN	PROMEDIO	RANGO
Tratamientos	28,73	a
Vs		
Testigos	25,40	b

Con la prueba de Tukey al 1% para la variable altura de la planta a los 75 días se da la diferencia entre los tratamientos y los testigos por la aplicación de abono orgánico (gallinaza) al tener el mayor crecimiento con un promedio de 28,73 cm y menor crecimiento los testigos con un promedio de 25,40 cm, al no poseer fuente de abono orgánico, tan solo microorganismos y un testigo absoluto con un menor rango (b).

3.6. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS

Con el análisis de varianza (ADEVA), no existieron diferencia estadística (NS) para la variable incidencia y severidad en plagas debido a que los microorganismos (*Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*), poseen propiedades antifúngicas, y antibióticas al liberar bacteriocina, sustancia que funciona como antibiótico específico contra hongos patógenos al inhibir selectivamente a la mayoría de las agrobacterias patógenas que arriban a las superficies de los tejidos de la planta ocupados por la cepa sobre la pared celular de los hongos y bacterias, (Agrios 1980) con un coeficiente de variación del 17,50 % y un promedio de 19,20 %.

CUADRO 26. Incidencia y severidad de plagas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	285,52	.....
Tratamientos	8	71,49	8,94	0,79 NS
Microorganismos (M)	1	6,37	6,37	0,56 NS
Dosis abono (H)	2	17,29	8,65	0,77 NS
MxH	2	4,25	4,25	0,38 NS
S C Tr ad	2	2,83	1,42	0,13 NS
S C Fac vs ad	1	40,76	40,76	3,61 NS
Repeticiones	2	33,32	16,66	1,48 NS
E. Exp.	17	180,71	11,29	

NS= No Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 17,50 %

PROMEDIO 19,20 %

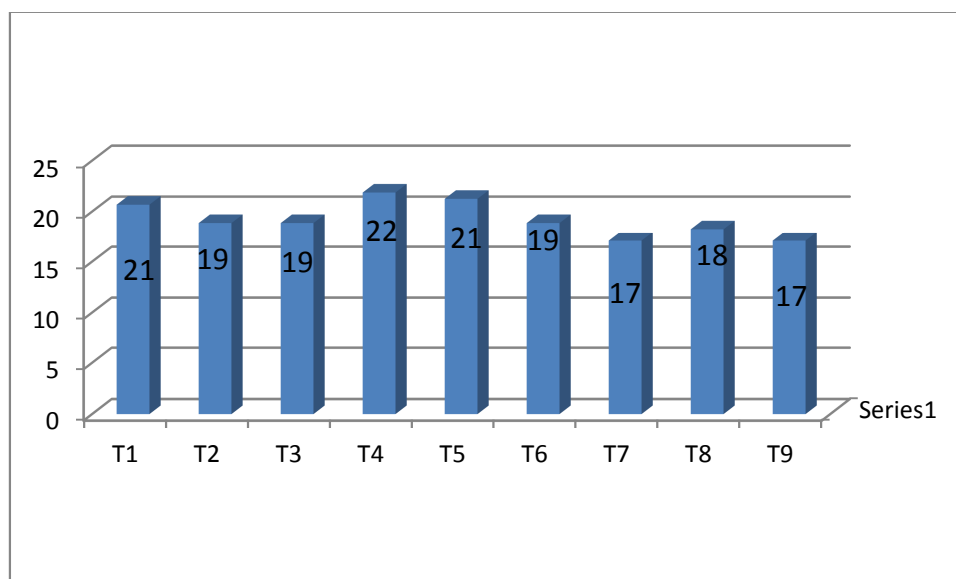


Grafico N° 2. Incidencia y Severidad de plagas en el cultivo de brócoli

En el grafico N° 2 de la incidencia y severidad de plagas en el cultivo de brócoli no presento significancia estadística entre tratamientos al tener un promedio de 19,20% de incidencia, esto aduce que al tener una buena nutrición las plantas y completadas con las aplicaciones de los microorganismos ayudaron a que resistan, por esta razón el índice es muy bajo en la presencia de enfermedades y plagas.

3.7. PESO DE LA PELLA EN KG.

De acuerdo a la tabla de análisis de varianza para la variable peso de la pella en Kg. se obtuvo significancia estadística para los tratamientos y la interacción M x H, altamente significancia estadística para el factor dosis de abono orgánico (gallinaza), por lo que se acepta la hipótesis alternativa que dice: existe diferencia en la producción de brócoli entre el manejo convencional y orgánico, con un coeficiente de variación del 12,75% y un promedio de peso del 0,88 kg. (Cuadro 27)

No presentó significancia (NS) los testigos, al tener una peso similar entre los tres testigos t7 (Legacy + *Bacillus subtilis*), t8 (Legacy + *Azotobacter chroococcum*) y el t9 (testigo absoluto).

CUADRO 27. Peso de la pella en Kg. en el cultivo de brócoli (*Bbrassica oleracea*) del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	0,57	.....
Tratamientos	8	0,30	0,04	3,04 *
Microorganismos (M)	1	0,01	0,01	1,07|NS
Dosis abono (H)	2	0,15	0,08	6,1 *
MxH	2	0,10	0,10	8,17 **
S C Tr ad	2	0,01	0,01	0,45 NS
S C Fac vs ad	1	0,02	0,02	1,84 NS
Repeticiones	2	0,06	0,03	2,61 NS
E. Exp.	17	0,20	0,01	

** = Alta Significancia NS= No Significativo *= Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 12,65 %

PROMEDIO 0,88 Kg.

Con la prueba de Tukey 5% para los tratamientos en la variable peso de la pella el t3 (*B. subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha) y el t2 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 60 Tm/ha), obtuvieron el mayor peso con un promedio de 1,00 y 0,99 Kg, con un rango (a), seguido de los tratamientos t5 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 60 Tm/ha) y t6 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 90 Tm/ha) alcanzando un peso promedio de 0,95 y 0,94 Kg respectivamente, lo que demuestra que el abono orgánico ayuda en el peso de la pella al tener las dosis más alta de abono con 60 y 90 Tm/ha, en comparación a la dosis de 30 Tm/ha t1 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 30 Tm/ha), t4 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 30 Tm/ha) y los testigos t7(*Bacillus subtilis*),t8 (*Azotobacter chroococcum*) y t9 (Sin aplicación). (Cuadro 28)

CUADRO 28. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable peso de la pella en Kg en el cultivo de brócoli.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	1,00	a
T2	0,99	a
T6	0,95	a b
T5	0,94	a b
T4	0,91	b c
T7	0,89	b c
T9	0,83	b c
T8	0,81	c
T1	0,64	d

CUADRO 29. Prueba de Tukey al 5% para las dosis de abono orgánico en la variable peso de la pella en Kg en el cultivo de brócoli.

DOSIS DE ABONO ORGÁNICO	PROMEDIO	RANGO
H3	0,970	a
H2	0,968	a
H1	0,773	b

Las mejores dosis para el peso de la pella en el cultivo de brócoli es la dosis H3 (abono orgánico 90 Tm/ha), H2 (Abono orgánico 60 Tm/ha), con un promedio de 0,970 y 0,968 Kg, mientras que la dosis H1 (abono orgánico 30 Tm/ha) es la de menor peso alcanzando el menor rango (b), al ser el abono orgánico una fuente rica en nutrientes provee la demanda de nutrientes que necesita la planta para su desarrollo y productividad.

CUADRO 30. Prueba de Tukey al 5% para la interacción M x H para la variable peso de la pella Kg en el cultivo de brócoli

INTERACCIÓN M x H	PROMEDIO	RANGO
M1H3	1,00	a
M1H2	0,99	a
M2H3	0,95	a
M2H2	0,94	a
M2H1	0,91	a
M1H1	0,64	b

Con la prueba de Tukey al 5% para la interacción M x H (microorganismo x dosis de abono orgánico) presenta dos rangos donde ratifica que la dosis que mayor peso dio es la 90 y 60 Tm con un promedio de 1 a 0,91 Kg de peso, mientras que la dosis de 30 Tm alcanzo otro rango (b).

3.8. DIÁMETRO DE LA PELLA A LA COSECHA

De acuerdo a la tabla de análisis de varianza (ADEVA), para la variable diámetro de la pella a la cosecha se establece alta significancia (**) para los tratamientos y para la comparación de los tratamientos con los testigos y significancia (*) para el factor H (Dosis de abono orgánico), mientras que para el factor M (microorganismos) y la interacción (M x H) no son dependientes (NS) con un coeficiente de variación del 15,68 %, con un promedio de diámetro de 30,60 cm.

CUADRO 31. Diámetro de la pella a la cosecha en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	466,12	.....
Tratamientos	8	303,57	37,95	5,92 **
Microorganismos (M)	1	10,45	10,45	1,63 NS
Dosis abono (H)	2	56,38	28,19	4,40 *
MxH	2	14,11	14,11	2,20 **
S C Tr ad	2	1,45	0,73	0,11NS
S C Fac vs ad	1	221,19	221,19	34,50 **
Repeticiones	2	59,95	29,98	4,67 NS
E. Exp.	17	102,59	6,41	

** = Alta Significancia NS= No Significativo *= Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 14,72 %

PROMEDIO 17,20 cm

CUADRO 32. Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	22,95	a
T2	20,44	a b
T6	19,18	b c
T5	19,10	b c
T4	17,11	c
T1	16,56	c d
T8	13,70	d e
T9	13,02	e
T7	12,74	e

Con la prueba de Tukey al 1% para la comparación de las medias de los tratamientos, alcanzo los mayores diámetro el t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha), t2 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 60 Tm/ha) con un promedio de 22,95 y 20,44 cm respectivamente. El diámetro de la pella es una característica varietal muy importante y depende de su interacción genotipo – ambiente, otros factores determinantes son la temperatura, la cantidad y calidad de la luz solar, la sanidad y nutrición de las plantas, etc.

CUADRO 33. Prueba de Tukey al 5% para las dosis de humus (H) en la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha

DOSIS DE ABONO			
ORGANICO	PROMEDIO	RANGO	
H3	21,07	a	
H2	19,77	a	b
H1	16,84	b	

La prueba de Tukey al 5% para las tres dosis de abono orgánico en la variable diámetro de la pella a la cosecha obteniendo el mayor diámetro con la dosis H3 (abono orgánico 90 Tm/ha) con un promedio de 21,07 cm y el menor diámetro con la dosis H1 (abono orgánico 30 Tm/ha) y un promedio de 16,64 cm. Los abonos orgánicos tienen su efecto a mediano y largo plazo, sin embargo desde inicio hubo un efecto mínimo entre las dosis H3 (abono orgánico 90 Tm/ha) y H2 (abono orgánico 60 Tm/ha) en comparación a la H1 (abono orgánico 30 Tm/ha) en su desarrollo y peso.

Para la interacción M x H ratifica que la interacción M1H3 es la de mayor diámetro con 22,95 cm, seguido por M1H2 con un promedio de 20,44 cm y con menor diámetro las interacciones con la dosis H1, de la misma manera la influencia

de los microorganismos está en función de la cantidad de abono orgánico (gallinaza) que tiene el tratamiento.

CUADRO 34. Prueba de Tukey al 1% para la interacción M x H para la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha

INTERACCIÓN PROMEDIO RANGO		
M x H		
M1H3	22,95	a
M1H2	20,44	a b
M2H3	19,18	b c
M2H2	19,10	b c
M2H1	17,11	c
M1H1	16,56	c

CUADRO 35. Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable diámetro de la pella en cm a la cosecha.

COMPARACIÓN PROMEDIO RANGO		
Tratamientos	19,23	a
Vs		
Testigos	13,15	b

Para la prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos tenemos dos rangos, los tratamientos tienen el mayor diámetro con 19,23 cm y los testigos 13,15 cm, esta respuesta es lógica ya que los tratamientos tienen abono orgánico y está en relación directa con el desarrollo fisiológico de las plantas y la producción de calidad de la pella. (Cuadro 35)

3.9. CATEGORIAS COMERCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI

Al realizar el análisis de varianza para la categoría estándar en la comercialización de la producción de brócoli, los tratamientos presentaron alta significancia, al igual que la comparación de los tratamientos con los testigos. Pero en relación a los factores M (microorganismos) y H (dosis de abono orgánico) son dependientes por lo que no presentan significancia (NS) con un coeficiente de variación del 11,85 % con un promedio de 72,15 % de la producción en la categoría estándar.

CUADRO 36. Categoría comercial estándar de la producción de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	3926,78	.....
Tratamientos	8	2752,28	344,04	4,71 **
Microorganismos (M)	1	103,74	103,74	1,42 NS
Dosis abono (H)	2	161,15	80,57	1,10 NS
MxH	2	249,27	249,27	3,41 NS
S C Tr ad	2	498,42	249,21	3,41 NS
S C Fac vs ad	1	1739,70	1739,70	23,81 **
Repeticiones	2	5,50	2,75	0,04 NS
E. Exp.	17	1169,00	73,06	

** = Alta Significancia NS= No Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN	11,85 %
PROMEDIO	72,15 %

Para la prueba de Tukey al 1% en los tratamientos en la categoría estándar marco diferencia los tratamientos t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90Tm/ha) con el 86,22 %, t2 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 60Tm/ha) el 82,64 % de la producción, en comparación con el t9 (testigo absoluto) con el 50,31 % de la producción, esto nos demuestra que el abono orgánico y los microorganismos influye en la producción de las pellas para obtener una producción de calidad y mayor rentabilidad en este cultivo. (Cuadro 37).

CUADRO 37. Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la categoría estándar

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	86,22	a
T2	82,64	a
T4	77,46	a b
T6	77,46	a b
T1	71,84	b c
T5	71,37	b c
T8	66,74	c
T7	65,36	c
T9	50,31	d

De la misma manera al comparar los tratamientos con los testigos se obtienen dos rangos donde los tratamientos tienen el mayor porcentaje de la producción en la categoría estándar 77,83 % de la producción y el 60,80 % de la producción de los testigos también alcanzan la categoría estándar, esto se da porque el híbrido Legacy tienen características fenotípicas-genotípicas de alta productividad, para aprovechar estas cualidades del híbrido debemos darle las mejores condiciones ambientales, biológicas y nutricionales. (Cuadro 38)

CUADRO 38. Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la categoría estándar

COMPARACIÓN PROMEDIO RANGO		
Tratamientos	77,83	a
Vs		
Testigos	60,80	b

CUADRO 39. Categoría tipo B de la producción de brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	845,90	.....
Tratamientos	8	553,33	69,17	4,01 **
Microorganismos (M)	1	1,96	1,96	0,11 NS
Dosis abono (H)	2	43,71	21,86	1,27 NS
MxH	2	49,20	49,20	2,85 NS
S C Tr ad	2	88,49	44,25	2,56 NS
S C Fac vs ad	1	369,97	369,97	21,43 **
Repeticiones	2	16,33	8,16	0,47 NS
E. Exp.	17	276,24	17,27	

** = Alta Significancia NS= No Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN	15,06%
PROMEDIO	27,60%

Para la categoría tipo B el análisis de varianza (ADEVA) dio alta significancia (**) para los tratamientos y la comparación de los tratamientos con los testigos, para el factor M y H no presentó significancia con un coeficiente de variación de 15,06% con un porcentaje de 27,60 % de la producción en la categoría tipo B. (Cuadro 39).

CUADRO 40. Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la categoría tipo B

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T9	37,19	a
T7	31,38	b
T8	29,93	b
T1	28,16	b c
T5	27,63	b c
T2	24,34	c d
T6	24,13	c d
T4	24,15	d
T3	21,40	d

De acuerdo con la prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la categoría Tipo B, el testigo alcanzo el mayor porcentaje con el 37,19 de la producción, mientras que los tratamientos con abono orgánico t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90Tm/ha) tienen el menor porcentaje con el 21,40 de la producción,

En la prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y testigo en la categoría Tipo B los testigos tienen el mayor porcentaje de su producción en esta categoría con el 32,83%, mientras que los tratamientos tienen el 24,98% de su producción. (Cuadro 41).

CUADRO 41. Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la categoría tipo B

COMPARACIÓN PROMEDIO RANGO		
Tratamientos	24,98	b
Vs		
Testigos	32,83	a

3.10. PORCENTAJE DE FÓSFORO SOLUBILIZADO

CUADRO 42. Porcentaje de fosforo solubilizado en el cultivo brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	825,55	.....
Tratamientos	8	716,30	89,54	13,345 **
Microorganismos (M)	1	3,50	3,50	0,521 NS
Dosis abono (H)	2	4,25	2,13	0,317 NS
MxH	2	1,06	1,06	0,158 NS
S C Tr ad	2	41,36	20,68	3,082 NS
S C Fac vs ad	1	666,13	666,13	99,285 **
Repeticiones	2	1,91	0,95	0,142 NS
E. Exp.	17	107,35	6,71	

** = Alta Significancia NS= No Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN 4,19 %
 PROMEDIO 61,85 Kg/ha

Para el análisis de varianza para la variable del porcentaje de fosforo solubilizado en el cultivo de brócoli (Cuadro 42), se estableció alta significancia para los tratamientos y la comparación de los tratamientos y los testigos. Mientras que

para los factores M y H, la interacción no presentaron diferencia estadística, con un coeficiente de variación del 4,19% y un promedio de 61,85 Kg/ha.

CUADRO 43. Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable en porcentaje de fosforo solubilizado

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	66,06	a
T1	65,89	a
T6	65,78	a
T2	65,47	a
T4	65,00	a
T5	64,00	a
T7	56,67	b
T8	56,00	b
T9	51,82	c

Para la prueba de Tukey al 1% para los tratamientos para la variable porcentaje de fosforo solubilizado los tratamientos obtuvieron un solo rango (a), mientras que los testigos con microorganismo el rango (b) y en último lugar el testigo absoluto (c). (Cuadro 43), este resultado se da por la influencia de los microorganismos en el abono orgánico al producir ácidos orgánicos (oxálico, láctico succínico y acético) esto ocurre cuando los microorganismos asimilan directamente los fosfatos insolubles acumulándolos en sus células y liberando posteriormente como fosforo soluble para ser aprovechado por las plantas. Esta es la razón que el testigo absoluto tiene el menor rango. Guerrero (1996).

CUADRO 44. Prueba de Tukey al 1 % para la comparación de los tratamientos y los testigos en la variable porcentaje de solubilización de fosforo

COMPARACIÓN PROMEDIO RANGO		
Tratamientos	65,37	a
Vs		
Testigos	54,83	b

Para la comparación de los tratamientos con los testigos en la prueba de Tukey al 1%, nos ratifican la influencia de los factores en estudio (M y H) en el porcentaje de solubilización de fosforo al tener el mayor promedio en los tratamientos con el 65,37 %, y los testigos con 54,83% , para el cálculo se realizó el análisis del suelo de la parcela (Anexo 16), luego de la cosecha se volvió a realizar un análisis por tratamiento, de donde se calculó la diferencia, tomando en cuenta la asimilación de la planta con un coeficiente general para todos los tratamientos (7%), tomando en cuenta que la inmovilidad se presenta en suelo de pH bajos, con bajo contenido de materia orgánica, es cuando no está disponible el fósforo (P), para las plantas al ser un elemento esencial para el desarrollo de la planta. (Basantes, E. 2009).

3.11. RENDIMIENTO DEL BROCOLI EN Kg/ha

Para la tabla de análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento en Kg/ha se estableció alta significancia (**) para los tratamientos, factor dosis de abono orgánico y la comparación de los tratamientos y los testigos, para el factor M y las interacciones ninguna diferencia estadística con un coeficiente de variación del 5,19% y un promedio de producción de 12.206,32 Kg/ha. (Cuadro 45)

CUADRO 45. Rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea*), del híbrido Legacy con dos fuentes de microorganismos y tres dosis de abono orgánico y en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi 2010.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL
Total	26	1207427320,36	.....
Tratamientos	8	1195116288,25	149389536,03	372,81 **
Microorganismos (M)	1	10434,63	10434,63	0,03 NS
Dosis abono (H)	2	17031555,18	8515777,59	21,25 **
MxH	2	138691,69	138691,69	0,35 NS
S C Tr ad	2	405821,40	202910,70	0,51 NS
S C Fac vs ad	1	1177529785,34	1177529785,34	2938,57 **
Repeticiones	2	5899594,74	2949797,37	7,36 NS
E. Exp.	17	6411437,38	400714,84	

** = Alta Significancia NS= No Significativo

COEFICIENTE DE VARIACIÓN

5,19 %

PROMEDIO

12.206,32 Kg/ha

La prueba de Tukey al 1% para los tratamientos obtuvieron el mayor rendimiento los tratamientos t3 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 90 Tm/ha), t6 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 90 Tm/ha), t5 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 60 Tm/ha), t2 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 60 Tm/ha) con 60 y 90 Tm/ha de materia orgánica con un rango (a), mientras que los tratamientos t1 (*Bacillus subtilis* + abono orgánico 30 Tm/ha), t4 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 30 Tm/ha) de 30 Tm/ha con un rango (b) y los testigos t7 (*Bacillus subtilis*), t8 (*Azotobacter chroococcum*) y t9 (Testigo absoluto) (c y d), El híbrido Legacy genotípicamente tiene un alto rendimiento, de igual manera sus requerimientos nutricionales son altos, es la razón que obtenemos mayor producción en los tratamientos con alta cantidad de materia orgánica. (Cuadro 46)

CUADRO 46. Prueba de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable rendimiento del brócoli Kg/ha

TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T3	17.850	a
T6	17.650	a
T5	17.460	a
T2	17.260	a
T4	15.590	b
T1	15.450	b
T7	3.018	c
T8	3.018	c
T9	2.567	d

CUADRO 47. Prueba de Tukey al 1% para las dosis de abono orgánico (H) en la variable rendimiento del brócoli en Kg/ha

DOSIS DE ABONO ORGANICO	PROMEDIO	RANGO
H3	17758	a
H2	17360	a
H1	15520	b

Las dosis de abono orgánico en la comparación de medias en la prueba de Tukey al 1% presento mayor rendimiento la dosis H3 con 17.758 Kg/ha, seguido de la dosis H2 con 17.360 Kg/ha mientras que la dosis H1 con 15.520 Kg/ha, obtuvo la producción más baja. Con esta respuesta se confirmó que tiene relación la nutrición del cultivo con la producción. Según (Suquilanda 1996) manifiesta que el abono orgánico (gallinaza) es una fuente de nutrientes que influye en la productividad de las plantas, además se aduce a que el híbrido Legacy tiene características genotípicas y

fenotípicas de alta productividad que sumadas a las favorables condiciones ambientales, biológicas y nutricionales dieron estos resultados.

CUADRO 48. Prueba de Tukey al 1% para la comparación de los tratamientos y los testigos en la rendimiento del brócoli por kg/ha.

COMPARACIÓN PROMEDIO RANGO		
Tratamientos	16.876,02	a
Vs		
Testigos	2.866,92	b

La prueba de Tukey al 1% para la rentabilidad del brócoli en Kg/ha los tratamientos obtienen una rendimiento mayor con 16.876,02 kg/ha y los testigos un rendimiento de 2.866,92 kg, sobre un total de 35.500 plantas.

3.12. ANÁLISIS ECONÓMICO

3.12.1. Rendimiento total y ajustado (al 10%) en Kg/ha

CUADRO 49. Rendimiento obtenido y ajustado al 10%|de brócoli en Kg/ha

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO Kg/ha	RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10 % Kg/ha
T1	15449	13904
T2	17260	15534
T3	17847	16062
T4	15588	14029
T5	17463	15717
T6	17649	15884
T7	3018	2716
T8	3016	2715
T9	2567	2310

En el rendimiento total y ajustado al 10% del brócoli en Kg/ha para los tratamientos y los testigos, se comprueba la acción del abono orgánico y los microorganismos al incrementar la producción del cultivo

Todos los tratamientos con los dos factores (M x H) superan a los testigos en el rendimiento total como en el rendimiento ajustado al 10%. (Cuadro 49)

3.12.2. Costos de producción de los tratamientos

CUADRO 50. Costos de producción en Dólares por Hectárea, valoradas al mes de Febrero del 2011.

TRATAMIENTOS	MICROORGANISMOS		DOSIS ABONO		MANO DE OBRA		TOTAL(\$)
	L	Costo (\$)	TM	Costo (\$)	Jornales	Costo(\$)	
T1	2,67	45,39	30	2400	140	1119,50	3564,89
T2	2,67	45,39	60	4800	140	1171,57	6016,96
T3	2,67	45,39	90	7200	140	1223,64	8469,03
T4	2,67	45,39	30	2400	140	1145,54	3590,93
T5	2,67	45,39	60	4800	140	1197,60	6042,99
T6	2,67	45,39	90	7200	140	1249,67	8495,06
T7	2,67	45,39	--	--	130	1041,40	1086,79
T8	2,67	45,39	--	--	130	1067,43	1112,82
T9	--	--	--	--	120	937,26	937,26

Los resultados del análisis de costos de producción (Cuadro 50), para cada uno de los tratamientos, nos permiten establecer que la dosis del tratamiento t3 y t6 de 90Tm/ha con *Bacillus subtilis* y *Azotobacter chroococcum* respectivamente, obtuvieron el mejor rendimiento (Kg/ha), pero sus costos variables son altos por el alto volumen de abono orgánico, en comparación con los testigos que tiene bajos

costos variables y su rendimiento es menor, al incrementar los costos de inversión se incrementa la producción por hectárea.

Con el empleo de abono orgánico evidentemente, se estará contribuyendo al manejo natural del cultivo a un descenso sustancial del uso de pesticidas, causantes de múltiples problemas irreversibles en la salud humana y el medio ambiente.

3.12.3 Análisis de presupuesto parcial

CUADRO 51. Análisis de presupuesto parcial

TRTAMIENTOS	RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10 %	BENEFICIO BRUTO	COSTOS VARIABLE	BENEFICIO NETO
T1	13904	6952,17	3264,39	3687,28
T2	15534	7766,92	5416,96	2349,96
T3	16062	8031,04	7569,03	462,01
T4	14029	7014,59	3290,93	3723,67
T5	15717	7858,30	5442,99	2415,30
T6	15884	7942,24	7595,06	347,18
T7	2716	1358,03	1086,79	271,24
T8	2715	1357,33	1112,82	244,51
T9	2310	1154,98	937,26	217,72

En el análisis de presupuesto parcial (Cuadro 51), para cada uno de los tratamientos se observa que la utilización de grandes cantidades de abono orgánico aumenta los costos de producción y disminuye el beneficio neto, pero los tratamientos t1, t4 con 30 Tm/ha al tener una producción menor en relación a los tratamientos con 60 y 90 Tm/ha tienen mayor beneficio neto por hectárea.

3.12.4 Análisis de dominancia

CUADRO 52. Análisis de dominancia

TRATAMIENTOS	COSTOS VARIABLES	BENEFICIO NETO	ANÁLISIS DE DOMINANCIA
T9	937,26	217,72	ND
T7	1086,79	271,24	ND
T8	1112,82	244,51	D
T1	3264,89	3687,28	ND
T4	3290,93	3723,67	ND
T2	5416,96	2349,96	D
T5	5442,99	2415,30	D
T3	7569,03	462,01	D
T6	7595,06	347,18	D

El análisis de dominancia para los tratamientos en estudio (Cuadro 52), estableció que los tratamientos t9 (Testigo absoluto), t7 (*Bacillus subtilis*), t1 (abono orgánico 30Tm/ha + *Bacillus subtilis*), t4 (abono orgánico 30Tm/ha + *Azotobacter chroococcum*) fueron no dominados (ND), t9 (Testigo absoluto) y t7 (*Bacillus subtilis*) presentaron una mínima inversión para su aplicación y t4 (abono orgánico 30Tm/ha + *Azotobacter chroococcum*) un beneficio neto satisfactorio a medida que los costos de inversión se incrementaron.

Los tratamientos dominados, por el contrario, no obtuvieron un aumento en el beneficio neto en la medida que los costos de producción se incrementaron.

3.12.5. Tasa de retorno marginal

CUADRO 53. Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLES	INCREMENTO DEL BENEFICIO	INCREMENTO DEL COSTO VARIABLE	TRM %
T9	217,72	937,26			
			53,52	149,53	35,7952
T7	271,24	1086,79			
			3416,03	2178,10	156,835
T1	3687,28	3264,89			
			36,39	26,03	139,78
T4	3723,67	3290,93			

Dentro de los tratamientos no dominados (Cuadro 53), se observa que el t4 (Abono orgánico 30 Tm/ha + *Azotobacter chroococum*) obtuvo una tasa de retorno marginal (TRM) del 139,78%. Con lo que se confirmó que el t4 es el tratamiento de mayor rentabilidad en comparación con los otros, siendo esta la razón para considerar este tratamiento la mejor alternativa para el agricultor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La dosis de abono orgánico que mejor resultado obtuvo es de 90 Tm/ha debido a que generó el 95,88% de prendimiento, altura de la planta a los 30, 45, 60 y 75 días del transplante, con el 24,32 cm, 27,41cm, 28,39cm y 33,08 cm respectivamente, un rendimiento total de 17.850 Kg/ha, y una producción del 86,22 % comercializada en la categoría estándar a un diámetro de pella de 22,95 cm.
2. La mejor combinación es t3 (*Bacillus subtilis*, + abono orgánico a 90 Tm/ha) al obtener los mejores resultados en las variables dependiente y en la solubilización de P con el 66,06 Kg/ha.
3. Al realizar el Análisis Económico el tratamiento que presentó la mayor tasa de retorno marginal (TRM) es t4 (*Azotobacter chroococum*+ abono orgánico 30Tm/ha) con el 139,78%, a pesar de tener menor rendimiento por hectárea los agricultores pueden obtener 1 dólar con 40 centavos por cada dólar invertido.
4. Finalmente esta investigación demostró que se puede mejorar los sistemas de producción locales con la implementación de abono orgánico y microorganismos en el cultivo de brócoli, pudiendo orientar a una producción orgánica y por ende un producto saludable para los consumidores y mayor competitividad en el mercado orgánico.

RECOMENDACIONES

1. Para la producción de brócoli orgánico en la zona de Belisario Quevedo se recomienda la utilización del tratamiento t4 (abono orgánico 30Tm/ha + *Azotobacter chroococcum*) al presentar mayor tasa de retorno marginal.
2. Promover e implementar las técnicas y prácticas de la agricultura orgánica porque es una forma de producción, basada en el respeto al entorno, para producir alimentos sanos de máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes.
3. Se recomienda el uso del Híbrido Legacy en la zona de Belisario Quevedo debido a sus altas características genotípicas como fenotípicas.
4. En base a la investigación se recomienda el uso de *Bacillus subtilis* debido a que fue uno de los microorganismos que solubilizó 66.06Kg/ha del P presente.
5. Se recomienda que el abono orgánico este bien descompuesto para que las bacterias *Bacillus subtilis* y *Azobacter chorococcum* puedan descomponer de mejor manera y ayudar para la asimilación de nutrientes para la planta.

GLOSARIO DE TERMINOS

Micorrízica.- La palabra **micorriza**, de origen griego, define la simbiosis entre un hongo (*mycos*) y las raíces (*rhizos*) de una planta. Como en otras relaciones simbióticas, ambos participantes obtienen beneficios. En este caso la planta recibe del hongo principalmente nutrientes minerales y agua, y el hongo obtiene de la planta hidratos de carbono y vitaminas que él por sí mismo es incapaz de sintetizar mientras que ella lo puede hacer gracias a la fotosíntesis y otras reacciones internas. Se estima que entre el 90 y el 95% de las plantas terrestres presentan micorrizas de forma habitual.

Fitoprotector.- La gama de Fitoprotectores engloba una serie de productos de origen natural que permiten el fortalecimiento de los cultivos.

Genotipo.- El genotipo se refiere a la información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN.

Fenotipo.- Se denomina fenotipo a la expresión del genotipo en función de un determinado ambiente.

Diazótrofo.- Los diazótrofos son bacterias que hacen fijación de nitrógeno atmosférico en una forma más disponible como es el amonio.

Bacteriocina.- Una bacteriocina es una toxina proteica sintetizada por una bacteria con el fin de inhibir el crecimiento de bacterias similares o de cepas cercanas.

BIBLIOGRAFIA

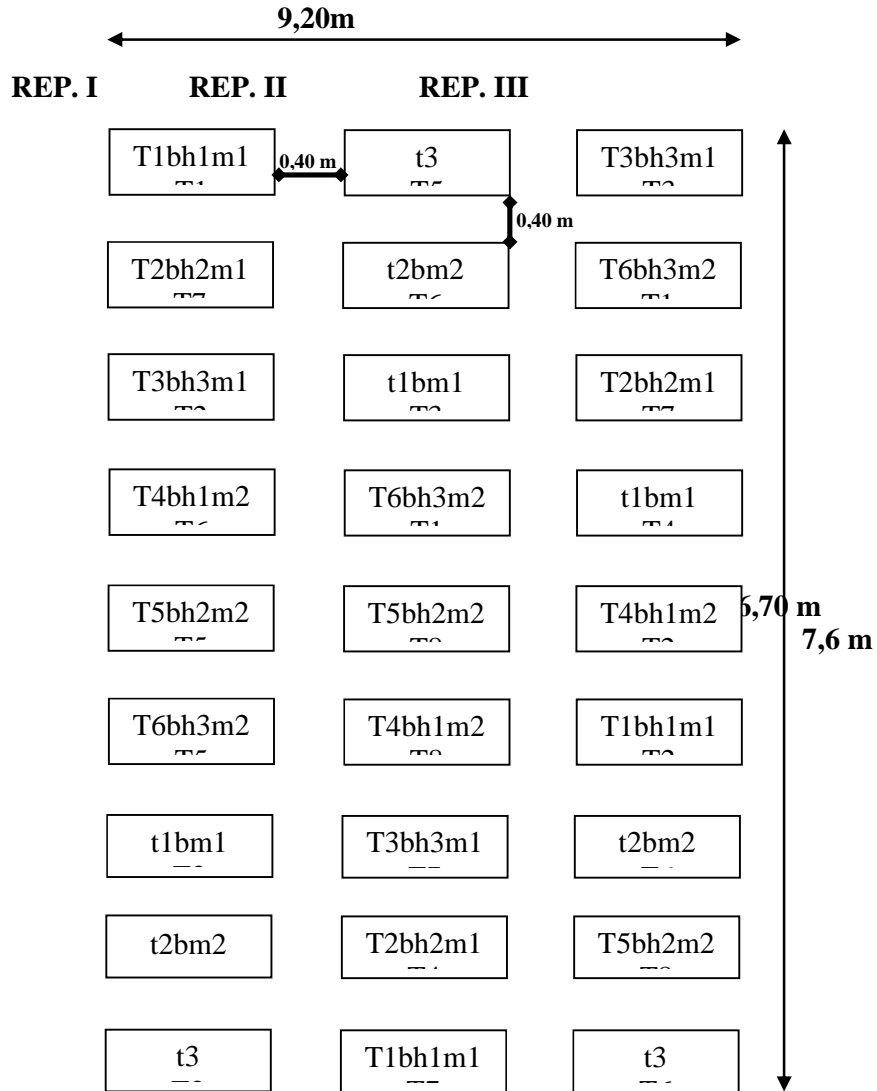
1. ARAUJO, J. 2008. Clasificación botánica sistemática. Riobamba, Ecuador. Comunicación Personal.
2. AUBERT, C. 1998. El huerto biológico. Editorial Integral Barcelona. 252 p.
3. BERNAL, G. 2008. Memorias del XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito – Ecuador.
4. BOSCHETTI, N.; QUINTERO C.; BENAVIDEZ, R.; GIUFFRE, L. 2001. Destino del Fósforo Proveniente de Diferente Fuentes de Fertilizant Fosfatado en Suelos de la Provincia de Entre Ríos. 23 – 30p.
5. BRAVO S., RODRÍGUEZ D. Pesticidas, Salud y Ambiente. Uruguay.
6. BUCKMAN, H. 1995. naturaleza y propiedades de los suelos. Tercera Edición. Editorial Americana. Barcelona – España. 256p.
7. BUSTOS, M. 1996. Tecnología apropiada. Manual agropecuario. Editorial Ulloa. Quito – Ecuador. 392p.
8. CARBALLO, M. 2004. Control Biológico de Plagas y Enfermedades. Managua – Nicaragua. 232 p.
9. CASTELLANOS, J. 1999. Aspectos fundamentales sobre fertirrigación en cultivos hortícolas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Celaya – México. 24p.
10. CHAVEZ, 2001. El cultivo de brócoli. Quito – Ecuador. 7p.
11. CENDES. 1992. Manual de brócoli. Ed. Quito. 15 p.
12. CORPEI. 2006. Ecuador Exporta. CICO. Perfiles de Producto, Brócoli. Quito – Ecuador.
13. LOMBRICULTIVOS. 2006. Humus.
14. MAG; SICA; INEC. 2002. III censo nacional agropecuario. Resultados Nacionales y Provinciales.
15. MONOGRAFIAS. 2006. Trabajos.
16. OLEAS, M. Análisis de Competitividad de la Cadena Agroalimentaria del Brócoli. Quito – Ecuador.
17. SESA. Guía de evaluación de Plagas
18. TÉCNICO EN AGRICULTURA. 2002. Editorial Cultural. Madrid – España

BIBLIOGRAFÍA WEB.

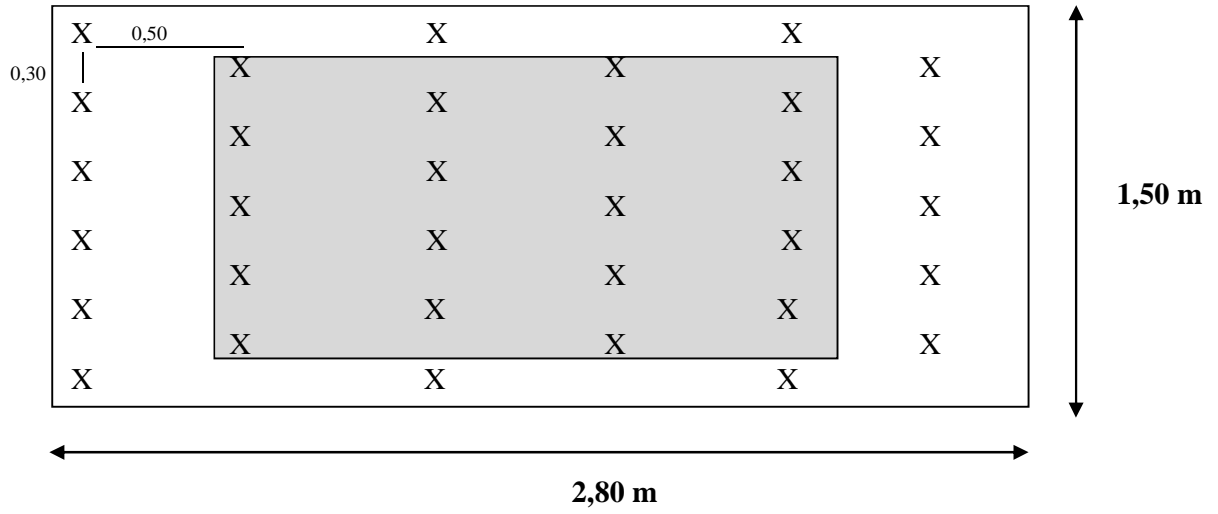
- a. http://200.110.94.59/productos_down/perfil_de_brocoli_2005757.pdf
- b. <http://www.bionativa.cl/pdf/tesis/nacillus-trichonativa/t4.pdf>
- c. www.infoagro.com
- d. http://www.inta.gov.ar/saenzpe/info/documentos/provet/tesis_de_licenciatura.pdf
- e. http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20160-DETALLE_REPORTAJESPADRE
- f. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185020672005000100004&script=sci_arttext
- g. <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/organicos/agricultura%20organica.htm>
- h. http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm
- i. http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad_brocoli.pdf. 2009/19/12
- j. http://www.engormix.com/produccion_sustancias_fisiologicamente_activas_s_articulos_1107_AGR.htm.
- k. http://www.controlbiologico.com/propuesta_cana.htm
- l. http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad_brocoli.pdf
- m. http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=473&id_sec=13
- n. http://www.gallinaza.com/que_es_la_gallinaza.php
- o. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69520108.pdf>

ANEXOS

**ANEXO 1. CROQUIS DEL ENSAYO UBICADO EN LA PARROQUIA
BELISARIO QUEVEDO – COTOPAXI 2010**



ANEXO 2. CROQUIS PARCELA NETA



ANEXO 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	CRONOGRAMA 2010 – 2011																											
	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Delimitación del área de ensayo		X																										
Toma de muestra para análisis de suelo		X													X													
Delimitación de parcelas		X																										
Adquisición de microorganismos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Adquisición de abono orgánico			X				X						X															
Trasplante de plántulas			X																									
Riegos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
LABORES CULTURALES																												
Deshierba					X				X				X															
Aplicación de abono orgánico			X				X						X															
Aplicación de microorganismos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Control fitosanitario										X																		
Toma de datos de las variables en estudio					X		X		X		X			X				X										
Cosecha															X													
Análisis e interpretación de resultados																					X	X	X	X				

ANEXO 4. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 30 DIAS (cm)

PROCENTAJE DE PRENDIMIENTO				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	100,00	88,88	100,00
2	m1h2	94,44	94,44	94,44
3	m1h3	100,00	83,33	100,00
4	m2h1	100,00	100,00	94,44
5	m2h2	100,00	100,00	100,00
6	m2h3	100,00	94,44	94,44
7	m1	94,44	94,44	100,00
8	m2	100,00	100,00	88,88
9	T0	88,88	88,88	94,44

ANEXO 5. ALTURA A LOS 30 DIAS (cm)

ALTURA A LOS 30 DÍAS				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	23,19	22,25	21,46
2	m1h2	25,12	23,08	22,01
3	m1h3	25,01	25,00	22,96
4	m2h1	21,08	19,78	21,18
5	m2h2	30,00	19,78	22,63
6	m2h3	22,37	18,37	23,36
7	m1	18,83	17,15	19,48
8	m2	18,08	18,23	18,73
9	T0	18,91	17,90	18,59

ANEXO 6. ALTURA A LOS 45 DIAS (cm)

ALTURA A LOS 45 DÍAS				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	27,21	25,59	26,19
2	m1h2	28,08	26,72	26,51
3	m1h3	27,92	28,05	26,26
4	m2h1	26,46	25,22	25,33
5	m2h2	26,20	24,38	25,64
6	m2h3	25,81	22,57	27,19
7	m1	23,04	22,84	23,45
8	m2	22,71	22,44	22,99
9	T0	23,43	22,65	22,92

ANEXO 7. ALTURA A LOS 60 DIAS (cm)

ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	28,09	27,19	26,08
2	m1h2	28,53	27,49	26,45
3	m1h3	28,88	28,99	27,30
4	m2h1	26,40	25,12	25,83
5	m2h2	27,24	24,89	27,02
6	m2h3	26,87	23,82	27,19
7	m1	24,26	23,44	24,59
8	m2	24,23	23,65	24,21
9	T0	24,56	23,78	24,11

ANEXO 8. ALTURA DE PLANTA A LOS 75 DIAS

ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	25,66	27,80	28,83
2	m1h2	32,36	30,86	30,86
3	m1h3	31,87	31,87	30,66
4	m2h1	26,76	26,76	28,34
5	m2h2	27,24	27,24	28,56
6	m2h3	26,92	26,92	28,41
7	m1	27,48	27,48	28,68
8	m2	25,06	25,06	27,50
9	T0	25,46	25,46	27,70

ANEXO 9. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS (%)

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	21	21	21
2	m1h2	15	21	21
3	m1h3	21	21	15
4	m2h1	24	21	21
5	m2h2	24	15	24
6	m2h3	21	15	21
7	m1	15	15	21
8	m2	15	15	24
9	T0	21	15	15

ANEXO 10. PESO DE PELLA (kg/parcela)

PESO DE LA PELLA				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	0,74	0,33	0,85
2	m1h2	1,16	0,86	0,98
3	m1h3	1,12	0,98	0,87
4	m2h1	0,82	0,90	1,00
5	m2h2	0,96	0,96	0,90
6	m2h3	0,97	0,90	0,97
7	m1	0,94	0,86	0,87
8	m2	0,82	0,78	0,82
9	T0	0,91	0,80	0,78

ANEXO 11. DIAMETRO DE PELLA (cm)

DIÁMETRO DE LA PELLA				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	17,70	14,78	17,21
2	m1h2	27,77	17,01	16,55
3	m1h3	28,44	20,75	19,67
4	m2h1	16,00	16,36	18,97
5	m2h2	20,34	18,35	18,62
6	m2h3	21,10	17,70	18,73
7	m1	14,23	11,66	12,34
8	m2	12,76	15,64	12,70
9	T0	15,34	11,47	12,25

ANEXO 12. COMERCIALIZACION ESTANDAR

COMERCIALIZACIÓN ESTANDAR				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	71,84	71,84	71,84
2	m1h2	92,74	77,59	77,59
3	m1h3	82,95	82,95	92,74
4	m2h1	82,95	71,84	77,59
5	m2h2	82,95	65,58	65,58
6	m2h3	77,59	82,95	71,84
7	m1	71,84	65,58	58,65
8	m2	50,80	77,59	71,84
9	T0	41,48	50,80	58,65

ANEXO 13. COMERCIALIZACION TIPO B

PORCENTAJE DE COMERCIALIZACION TIPO B				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	28,16	28,16	28,16
2	m1h2	24,39	24,39	24,39
3	m1h3	19,91	19,91	24,39
4	m2h1	19,91	28,16	24,39
5	m2h2	19,91	31,48	31,48
6	m2h3	24,39	19,91	28,16
7	m1	28,16	31,48	34,49
8	m2	37,25	24,39	28,16
9	T0	39,82	37,25	34,49

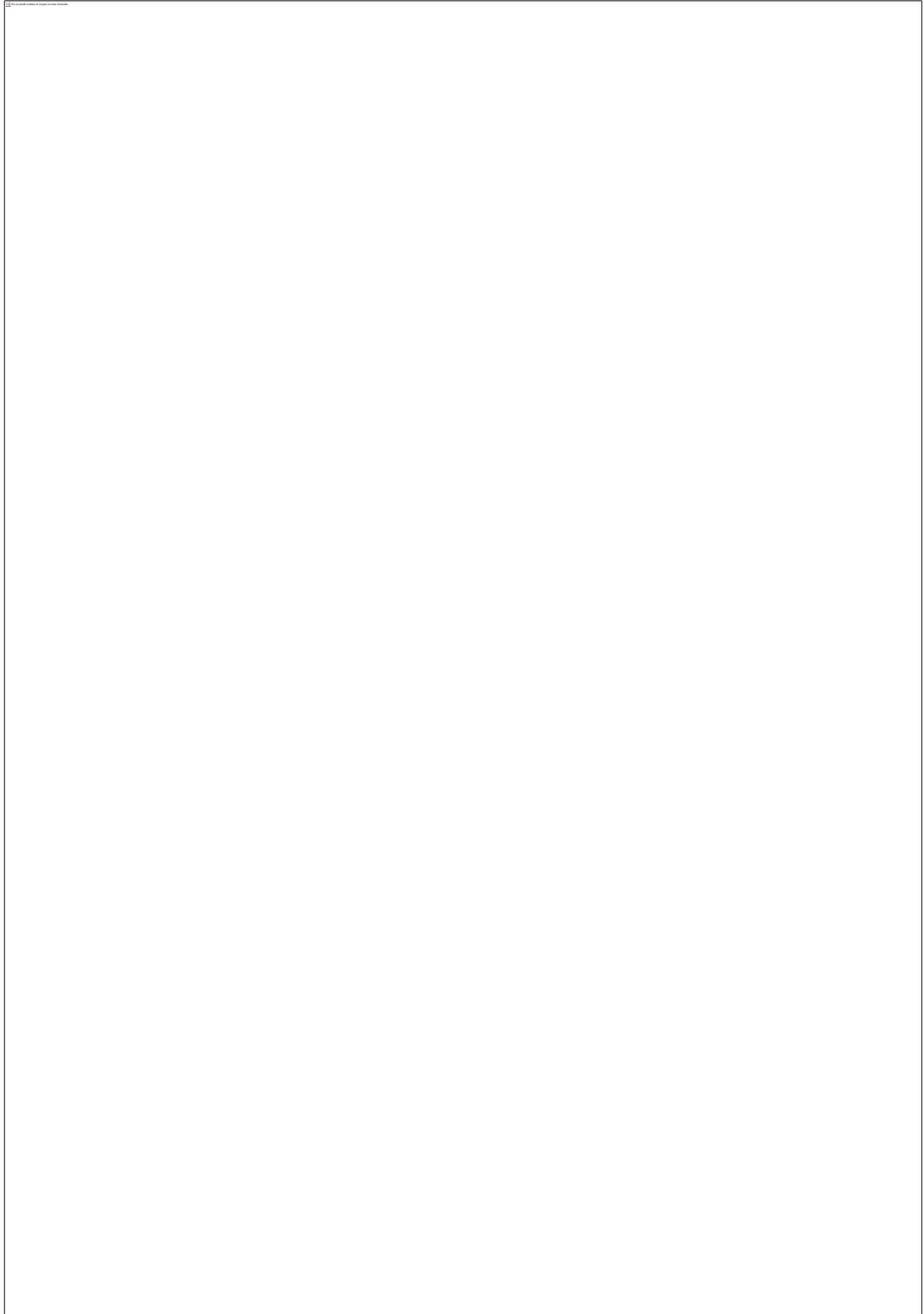
ANEXO 14. PORCENTAJE DE FOSFORO SOLUBILIZADO

PORCENTAJE DE SOLUBILIZACIÓN DE FÓSFORO				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	67	65	66
2	m1h2	65	66	66
3	m1h3	63	66	69
4	m2h1	66	63	66
5	m2h2	67	63	62
6	m2h3	68	64	66
7	m1	56	56	58
8	m2	54	56	58
9	T0	54	55	46

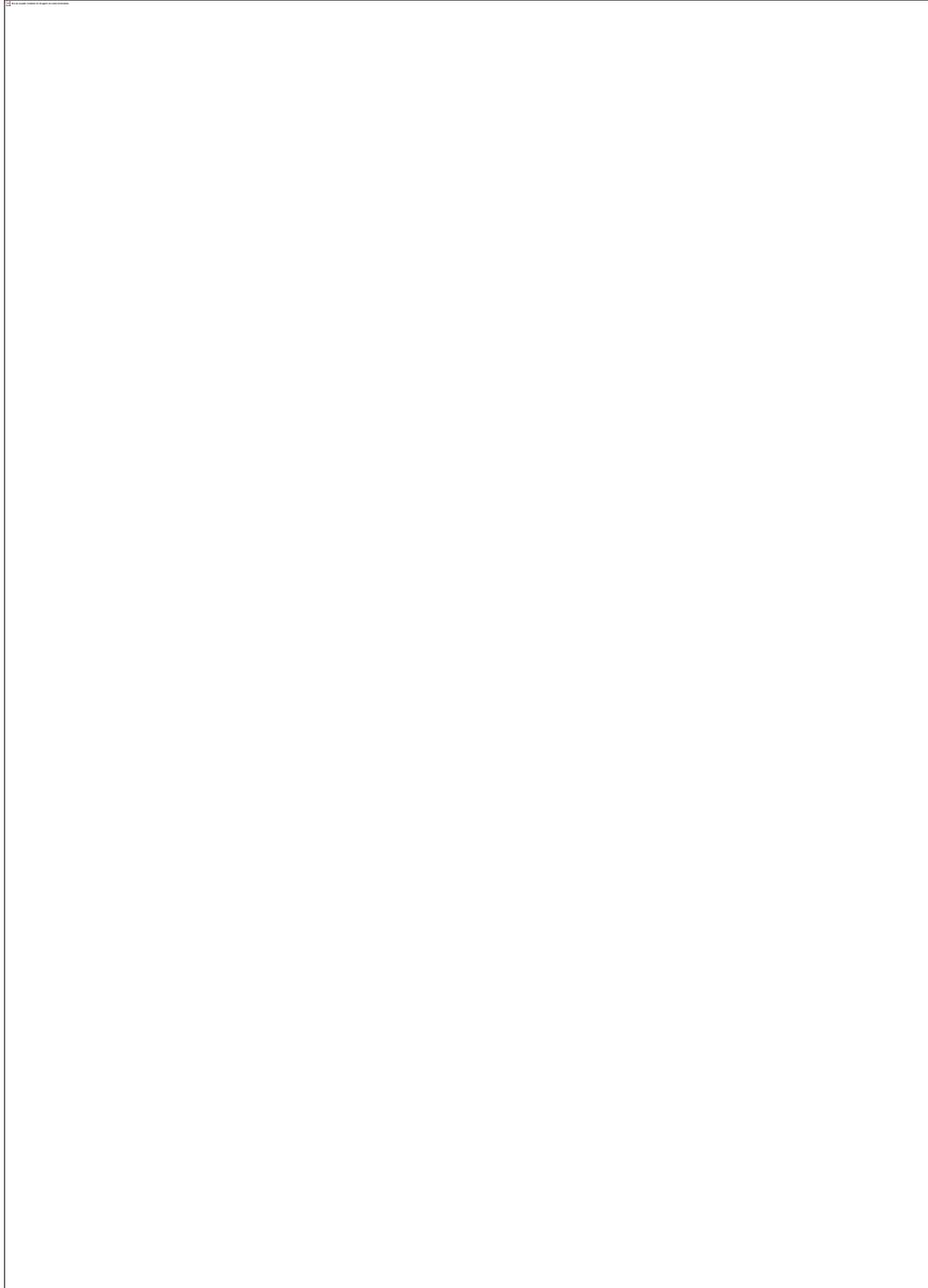
ANEXO 15. RENDIMIENTO TOTAL (kg/ha)

RENDIMIENTO POR HECTÁREA				
TRAT.	SIMBOLOGIA	I	II	III
1	m1h1	15680,59	15028,51	15638,67
2	m1h2	17388,07	16012,06	18379,31
3	m1h3	18226,86	16536,52	18776,89
4	m2h1	14819,54	15617,66	16326,75
5	m2h2	17388,07	16416,98	18583,58
6	m2h3	17500,98	16635,48	18811,83
7	m1	2931,94	3289,66	2831,94
8	m2	3140,88	2640,88	3267,11
9	T0	2977,17	2430,85	2291,83

ANEXO 16. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELO ANTES DE LA SIEMBRA BELISARIO QUEVEDO – COTOPAXI 2010

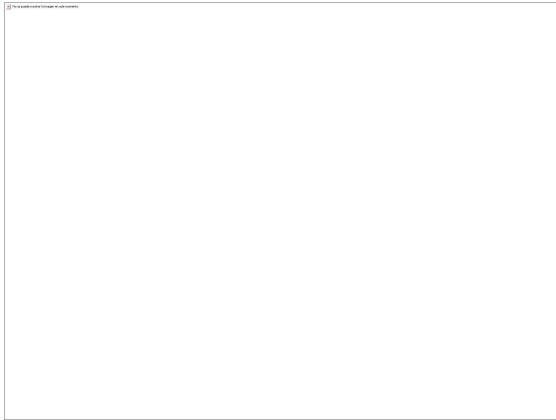


**ANEXO 17. RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELO DESPUES DE LA
SIEMBRA BELISARIO QUEVEDO – COTOPAXI 2011**



FOTOGRAFICO

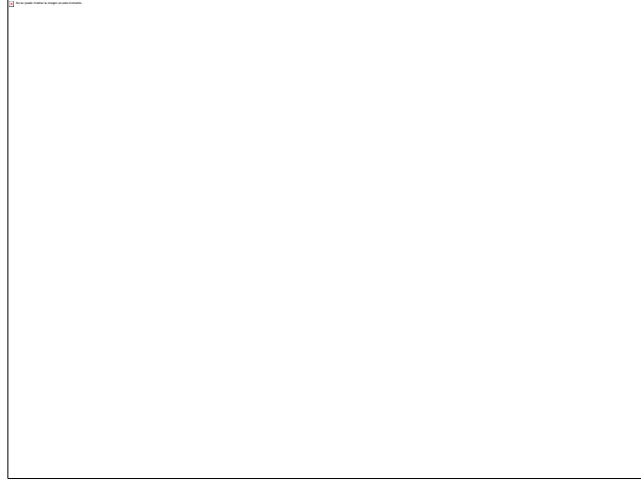
Preparación de terreno



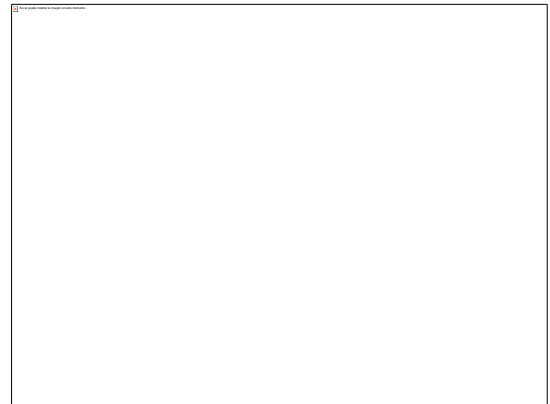
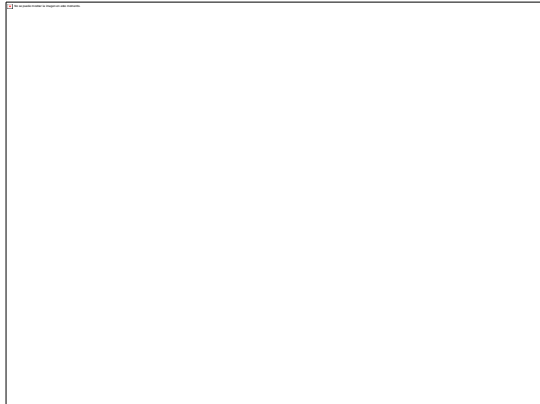
Delimitación del área de ensayo



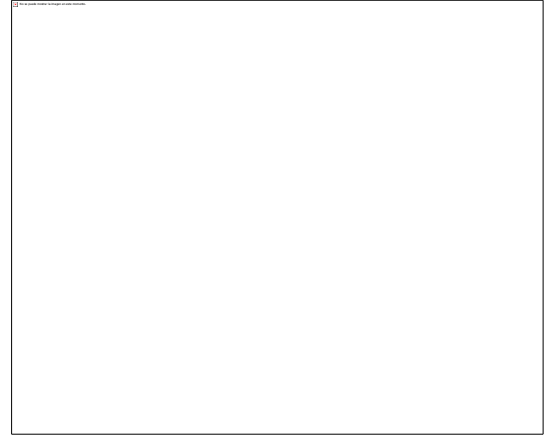
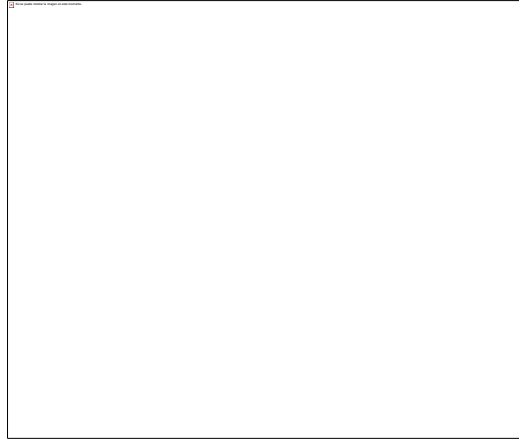
Microorganismos a utilizar



Aplicación de microorganismos en agua para inmersión de plántulas de brócoli

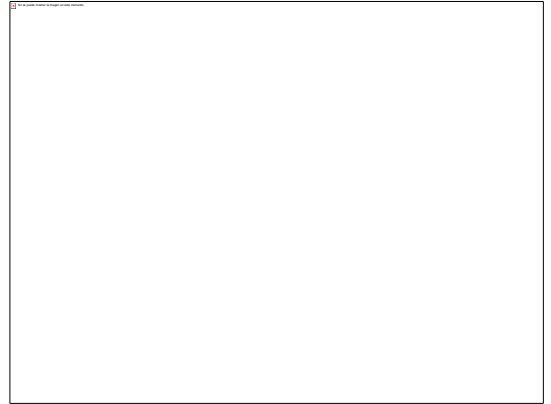


Transplante

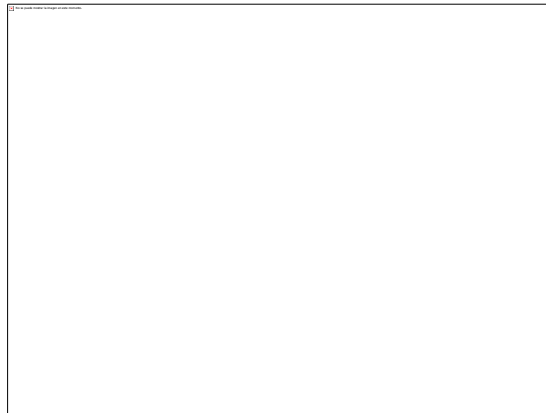


Aplicación de microorganismos a partir de la segunda semana de siembra

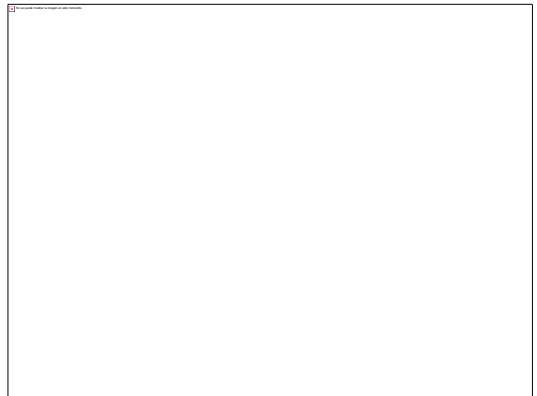
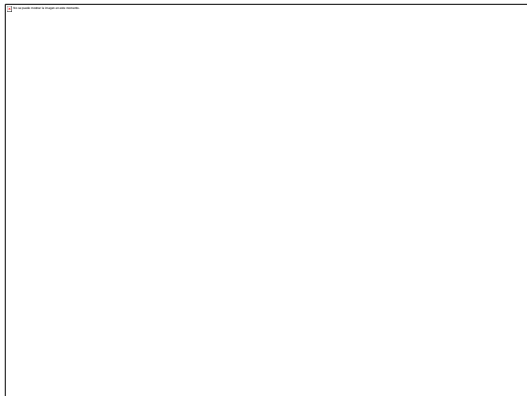
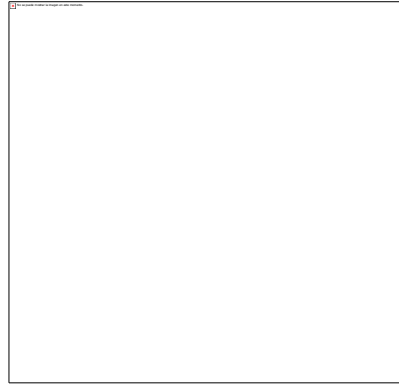
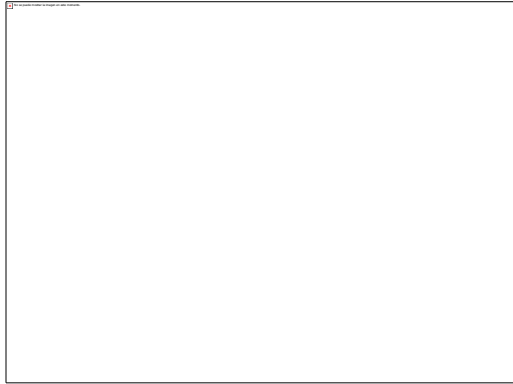


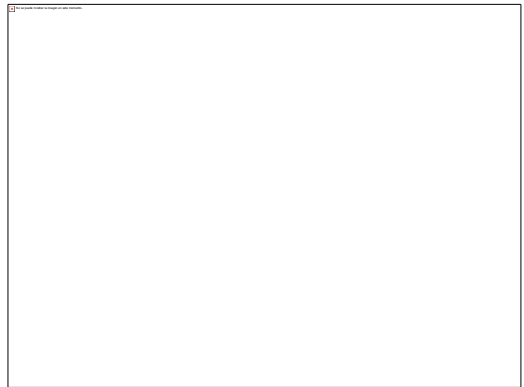
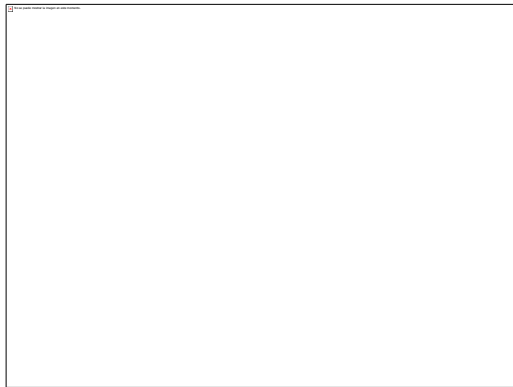


Evaluación del porcentaje de prendimiento a los 30 días



Altura a los 30, 45, 60 y 75 días





Evaluación de incidencia y severidad de plagas y enfermedades

Cosecha

