



PORTADA

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

**“DIFERENTES DOSIS DE BIOREGULADOR ORGÁNICO EN LA
GERMINACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BROCOLI
(*Brassica oleraceae* L.) EN EL CANTÓN SALCEDO.”**

AUTOR

JUAN CARLOS NAVAS SALAZAR

DIRECTOR

ING. FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO MSc.

Quevedo - Los Ríos

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Juan Carlos Navas Salazar**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Juan Carlos Navas Salazar.

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. Francisco Espinosa Carrillo MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **Juan Carlos Navas Salazar**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario de grado titulada “**DIFERENTES DOSIS DE BIOREGULADOR ORGÁNICO EN LA GERMINACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BROCOLI (*Brassica oleraceae* L.) EN EL CANTÓN SALCEDO**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Francisco Espinosa Carrillo MSc.
DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“DIFERENTES DOSIS DE BIOREGULADOR ORGANICO EN LA
GERMINACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BROCOLI
(*Brassica oleraceae L.*) EN EL CANTÓN SALCEDO.”**

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**.

Aprobado:

**Lcdo. Héctor Castillo Vera, MsC.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Carmen Samaniego Armijos, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. Geovanny Suarez Fernández, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

**AÑO 2013
AGRADECIMIENTO**

A Dios, por sus infinitas bendiciones que durante toda mi carrera me acompañaron, y me permitieron culminar con éxito este importante reto.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por darme acogida en su seno a través de la Unidad de Estudios a Distancia, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, y haberme formado como profesional y moldeado como persona de bien.

A todas y cada una de las autoridades de la Universidad, principalmente:

Al Ing. Manuel Haz Álvarez (+), por la visión, amor y entrega que dedicó para la consolidación del trabajo que viene emprendiendo la U.E.D.

Al Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su diaria labor en procura de la excelencia académica e institucional.

Al Ec. Roger Tomás Yela Burgos, MSc., Director de la UED, por su diligente compromiso de trabajo y el apoyo incondicional que siempre nos dispensó.

Al Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc., Director de Tesis, por sus conocimientos y permanente guía, por el tiempo y dedicación que me brindó para asesorar el presente trabajo.

A mis maestros por los conocimientos impartidos, quienes con su experiencia, paciencia y motivación han contribuido para culminar mis estudios.

Finalmente, a mis compañeras(os) de aula, especialmente a aquellos que me brindaron su amistad, colaboración y apoyo, sobre todo en los momentos cuando la voluntad flaqueaba más, demostrándome con ello, que los verdaderos amigos son para toda la vida.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con todo mi amor:

A **Dios** por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible.

A mis padres **Elvita y Carlitos**, que hoy ven un anhelo hecho realidad, quienes con infinito amor han sabido inculcar en mí, hábitos, valores y sentimientos, que me han servido a lo largo de mi vida estudiantil y personal.

A mis adorados hijos **Carlos Alberto, Juan Camilo y José Miguel**, quienes son el motor de mi vida y la razón de mis logros.

A mi esposa y compañera **Sussy**, quien con su amor supo doblegar esfuerzos para organizar nuestro hogar en los momentos de mi ausencia.

A mis **hermanos, familiares y amigos**, quienes siempre tuvieron una palabra de aliento en los momentos difíciles y que han sido verdaderos ejemplos de valor y perseverancia.

Juan Carlos Navas Salazar

ÍNDICE

PORTADA.....	i
--------------	---

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
TRIBUNAL DE TESIS	iv
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE.....	vi
ABSTRAC	xiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.2. Objetivos	4
1.2.2. Específicos.....	4
1.3. Hipótesis	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. El cultivo del brocoli (<i>Brassica oleracea itálica</i>)	6
2.1.1. Origen	6
2.1.2 Clasificación científica	6
2.1.3 Características botánicas	7
2.1.3.1 Variedades	7
2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	8
2.1.5 Competencia entre plantas.	9
2.1.6 Manejo del cultivo	10
2.2. Plagas y enfermedades	14
2.2.1 Plagas del brocoli	14
2.2.2 Enfermedades del brocoli.....	14
2.3. Biorregulador de crecimiento	14
2.3.1 Tipo de biorreguladores	15
2.3.1.1 Bioestimulantes	15
2.3.1.2 Biorreguladores.....	16
2.3.2 Agrostemin	17
2.4. Producción de plántulas.....	19
2.4.1 Charolas de siembra	20

2.4.2 Germinación.....	21
2.4.3 Semilla	21
2.4.4 Germinación en mesas de invernadero.....	22
2.4.5 Prácticas de cultivo	23
2.4.6 Sustrato.....	24
2.4.7 Calidad del agua	25
2.4.8 Desarrollo.....	26
2.4.12 Reguladores de crecimiento.....	27
2.4. 13. Nutrición	29
2.4.14 Terminado	30
2.8. Investigaciones realizadas	30
CAPÍTULO III.....	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. Materiales y Métodos.....	34
3.1.1. Localización y duración del experimento.....	35
3.2. Condiciones meteorológicas	35
3.3. Materiales y equipos	36
3.4. Tratamientos	37
3.5. Diseño experimental	37
3.5.1 Características de las parcelas (Unidad experimental)	39
3.6. Mediciones experimentales.....	39
3.6.1 Porcentaje de germinación.....	39
3.6.2 Altura de la planta	39
3.6.3 Número de hojas funcionales.....	39
3.6.4 Diámetro del tallo	39
3.6.5 Largo de la raíz	40
3.6.6 Peso de la raíz	40
3.6.7 Producción de plantas comerciales.....	40
3.6.8 Costos de los tratamientos en estudio	40
3.7. Análisis Económico	40
3.7.1 Costos totales	40
3.7.2 Ingresos	41
3.7.3 Utilidad neta	41

3.8. Manejo del Experimento	41
3.8.1 Labores preculturales.....	41
3.8.1.1 Condiciones del invernadero.....	42
CAPÍTULO IV	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Resultados y discusión	44
4.1.1 Porcentaje de germinación.....	45
4.1.2 Altura de la planta	46
4.1.3 Número de hojas funcionales.....	47
4.1.4 Diámetro del tallo	48
4.1.5 Largo de la raíz	49
4.1.6 Peso de la raíz	50
4.1.7 Producción de plantas comerciales.....	51
4.2. Costos de producción y análisis económico	52
4.2.1. Costos de producción.....	52
4.2.2. Análisis económico.....	54
CAPÍTULO V	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones	57
CAPÍTULO VI	58
BIBLIOGRAFÍA	58
6.1. Literatura Citada	59
CAPÍTULO VII	62
ANEXOS.....	62
7.1. Anexos	62
Anexo 1. Croquis de ubicación de las parcelas en el invernadero	63
Anexo 2. Fotografías de la investigación	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Extracción de nutrientes en el cultivo de brócoli	9
2	Condiciones meteorológicas del lugar de la investigación diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	35
3	Materiales para la investigación, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	36
4	Tratamientos empleados en la investigación, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	37
5	Esquema de análisis de varianza de diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	38
6	Esquema del experimento diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	38
7	Porcentaje de germinación en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	45
8	Altura de planta en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	46
9	Número de hojas funcionales en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	47
10	Diámetro de tallo en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	48
11	Largo de raíz y peso de raíz en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	49

12	Plantas Comerciales en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	51
13	Costos de producción en dólares en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	53
14	Ingresos, utilidad y benéfico/costo en dólares en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (<i>Brassica oleraceae</i> L.), en el cantón Salcedo.	54

RESUMEN EJECUTIVO

En la búsqueda de una alternativa incrementar la producción y rentabilidad de plantas de brócoli en invernadero, se realizó la presente investigación en el cantón Salcedo, Provincia Cotopaxi, cuyas coordenadas geográficas son latitud Sur 01°, 03', 0"; longitud Oeste 78°, 35', 0", Altitud 2628 (msnm); la investigación, tuvo una duración de tres meses.

Los tratamientos utilizados fueron 3 dosis del bioregulador Agrostemin y un testigo, que se dispusieron en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones. Para determinar diferencias entre los tratamientos, se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 0.05% de probabilidad.

De los resultados se establece que dentro del comportamiento agronómico de las plántulas de brócoli, en la variable altura de planta de brócoli en centímetros, presenta al tratamiento T2 (Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 10.79 cm como la mejor altura de planta.

Todos los tratamientos presentan 2 hojas funcionales a los 21 días después de la siembra. En cuanto a largo y peso de raíz, el tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) presenta los mayores valores. La mayor producción de plantas comerciales de brócoli, la presenta el tratamiento T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 324.00 plantas. En el aspecto económico, el tratamiento T4 (sin biorregulador) con un costo de producción de \$2.58 USD por bandeja de 338 pilones, es el tratamiento más económico, de mayor utilidad y de mayor beneficio/costo.

ABSTRAC

In the search of an alternative to increase the production and profitability of plants of broccoli in hothouse, was carried the present investigation in the canton Salcedo, County Cotopaxi whose coordinated geographical they are South latitude $01^{\circ}, 03', 0''$; longitude West $78^{\circ}, 35', 0''$, Altitude 2628 (msnm); the investigation had a duration of three months.

The used treatments were 3 doses of the bioregulador Agrostemin and a witness that prepared at random in a Design of Complete Blocks (DBCA), with three repetitions. To determine differences among the treatments, the test of multiple ranges was used from Tukey to 0.05% of probability.

Of the results settles down that inside the agronomic behavior of the plantains of broccoli, in the variable height of plant of broccoli in centimeters, it presents to the treatment T2 (Dilution 3 grams of Agrostemin in 1 liter of water) with 10.79 cm like the best plant height.

All the treatments present 2 functional leaves to the 21 days after the siembra. As for long and root weight, the treatment T1 (Dilution 2 grams of Agrostemin in 1 liter of water) it presents the biggest values. The biggest production of commercial plants of broccoli, presents it the treatment T3 (Dilution of 4 grams of Agrostemin in 1 liter of water) with 324.00 plants. In the economic aspect, the treatment T4 (without biorregulador) with a cost of production of \$2.58 USD for tray of 338 pylons, it is the most economic treatment, of more utility and of more benefit/coast.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El brócoli es una hortaliza originaria del Mediterráneo y Asia Menor. Existen referencias históricas de que el cultivo data desde antes de la Era Cristiana. Ha sido popular en Italia desde el Imperio Romano y en Francia se cultiva desde el siglo XVI. **Fao, (2008).**

Se consume en fresco en ensaladas, sopas, tortas, entre otras. Industrialmente el brócoli es utilizado en la elaboración de curtidos. En los últimos años se le ha dado una mayor importancia a su consumo, debido a resultados de investigaciones que afirman su efectividad en la prevención y control del cáncer.

La producción de brócoli ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto estrella dentro de los no tradicionales de exportación. La información del III Censo Agropecuario muestra que la superficie cosechada de brócoli en el país fue de 3.359 hectáreas, alcanzando una producción total de 50 mil toneladas, aproximadamente, con un rendimiento promedio de 14,6 TM. (Toneladas métricas) por hectárea. **Sica, (2009).**

La región andina es ideal para este cultivo, Cotopaxi es la principal provincia productora del país con el 68% de la producción total, seguida por Pichincha e Imbabura que producen el 16% y el 10% del total nacional respectivamente.

Estas zonas presentan condiciones favorables para la producción de esta hortaliza durante todo el año, siendo las principales variedades sembradas en el país: Legacy, Marathon, Shogum, Coronado y Domador. **Inec, (2008).**

1.1.1. JUSTIFICACIÓN

En los principales mercados internacionales existe una creciente demanda de las especies oleraceae debido a su calidad nutritiva y a sus propiedades terapéuticas en la prevención del cáncer, entonces es necesario evaluar nuevos cultivares e incrementar las áreas de producción.

El Brocoli, se cultiva por más de 20 años en el país, sin embargo todavía no es muy considerado por los hogares ecuatorianos como alternativa de alimentación, probablemente debido al desconocimiento en cuanto a su preparación, calidad nutritiva y otros beneficios para la salud que proporciona esta hortaliza.

Por otro lado el precio internacional del brócoli es bueno y se ha mantenido por las empresas agroindustriales.

El consumo nacional per/cápita de hortalizas de Ecuador es de 30 Kg/persona/año, siendo el promedio de América Latina de 60 Kg/persona/año,

Las cifras señaladas anteriormente demuestran que en el Ecuador existe un déficit en el consumo de hortalizas y entre ellas de brócoli; por lo tanto es necesario incrementar la producción de hortalizas con alternativas que abaraten los costos de los productos al consumidor final.

Por las razones indicadas, es importante buscar alternativas de producción de plantas sanas, vigorosas en forma rápida y eficiente que permitan incrementar la productividad de este cultivo en las condiciones de clima y suelo del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi.

La presente investigación se realiza en la búsqueda de una alternativa de producción de plantas de brócoli en forma más económica y eficiente.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar la aplicación de diferentes dosis de biorregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae L.*) en el cantón Salcedo.

1.2.2. Específicos

- ✓ Determinar el comportamiento agronómico de las plantas de brócoli germinadas con la aplicación de tres dosis de Agrostemin.
- ✓ Evaluar la eficiencia de tres dosis de Agrostemin en la producción de plantas de brócoli.
- ✓ Realizar el análisis económico de los tratamientos de estudio.

1.3. Hipótesis

- La aplicación de la dilución 3 g/L de Agrostemin es el tratamiento más eficiente en la producción de plantas de brócoli.
- La aplicación de la dilución 3 g/L de Agrostemin es el tratamiento más rentable en la producción de plantas de brócoli.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. El cultivo del brocoli (*Brassica oleracea itálica*)

2.1.1. Origen

El origen del brócoli o brécol se asienta en los países con climas templados a orilla del Mediterráneo oriental, en Oriente Próximo. 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. **Regmurcia, (2008).**

Durante la época de dominio del Imperio Romano, esta verdura llegaría hasta la Península Itálica donde fue cultivada para consumo, llegando a ser muy popular en el país trasalpino. Pero sería mucho más tarde, a mediados del siglo XX, cuando su producción se desarrollaría en Europa. **Regmurcia, (2008).**

En la actualidad su cultivo se extiende por en Europa, diversas naciones asiáticas donde destaca Japón y en América principalmente Estados Unidos. Este último país es el mayor productor mundial, gracias a las plantaciones ubicadas en California, que poseen un clima muy similar al del arco mediterráneo. **Jaramillo y Díaz, (2005).**

2.1.2 Clasificación científica

Reino: Plantae
División: Fanerógama Magnoliophyta
Clase: Dicotiledónea Magnoliopsida
Orden: Brassicales
Familia: Brassicaceae
Género: Brassica
Especie: B. oleracea

Nombre binomial: Brassica oleracea

Nombre trinomial: Brassica oleracea itálica Plenck 1794. **Jaramillo y Díaz, (2005).**

2.1.3 Características botánicas

El brócoli es también conocido por términos como brúcoli o brécol. Su nombre botánico es *Brassica oleracea* L y pertenece a la familia Crucífera, al igual que coles o coliflores.

Posee una forma similar a la coliflor pero con pedúnculos florales menos prietos o compactos, conformando un ramillete o cabeza irregular y abierta. Sus hojas permanecen erguidas, con peciolo desnudos, limbos cuyos bordes se ondulan, así como nervaduras marcadas, blancas.

El cogollo del brócoli puede llegar a desarrollar 20 centímetros de diámetro, rondando los 2 Kg, distinguiéndose colores diferentes según variedades: moradas, rojizas, blancas o amarillentas, siendo la más común la verde oscura en el tallo y verde azulado en el extremo de la flor. Su ingesta ofrece un sabor acre muy pronunciado. **Regmurcia, (2008).**

El brócoli se desarrolla en diversas fases: un periodo de crecimiento en el que sólo se aprecian las hojas; la inducción floral tras bajas temperaturas en la que se inicia la formación de la flor; floración propiamente dicha, los tallos crecen longitudinalmente y se abren las flores; y por último la fructificación donde se forman los frutos y las semillas. Los climas templados mediterráneos resultan óptimos para su cultivo, llegando incluso a proporcionar dos cosechas anuales, recolectadas en octubre y mayo. **Regmurcia, (2008).**

Es muy uniforme en la cosecha. Ciclo promedio de 90 a 110 días, con un tamaño de peso de pella promedio de 1600 a 2000 g. **Bejo, (2004).**

2.1.3.1 Variedades

Las variedades de brócoli se clasifican según el ciclo de formación de la pella, quedando divididas en precoces o tempranas cuando se recolectan menos de 90 días tras la siembra, intermedias al ser cosechadas entre 90 y 110 días

después de plantarlas, y tardías cuando necesitan más de 110 días para alcanzar un adecuado desarrollo. Entre las primeras destacan las Topper, Clipper, Coaster, Azul de Santa Teresa y San Andrés, esta última en tonos rosados. Entre las segundas están las variedades como Rosado de San Antonio (azulada), Lluca o Toro. Finalmente, las tardías más significativas son San José, Verde tardío, San Isidro, Angers, Mammouth, Walcheren y Roscoffo (estas cuatro últimas de pella blanca). **Jaramillo y Díaz, (2005).**

En el mercado existe un gran número de variedades de brócoli que se diferencian por el tiempo que requieren para ser recolectados: desde los cincuenta hasta los ciento cincuenta días entre el momento del transplante y la cosecha. Hay variedades precoces, como el Calabresse o Italian Green Sprouting, el De cicco, Walthman 29, el Green Mountain y los híbridos F1, e intermedios, como el Green Sprouting médium. De igual manera, se diferencian por el tamaño de la planta y de las cabezas o inflorescencias y por el color y la forma de las mismas, ya que unas pueden ser más compactas y grandes que otras. **Angelfire. (2001).**

2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos

a. Suelo

Se adapta bien a suelos de climas fríos, pero su máxima producción se la obtiene en los profundos de textura intermedia o ligeramente pesados, esto es, francos o franco arcillosos, con buen drenaje, pero de adecuada capacidad para retener el agua y nutrimentos, alto contenido de materia orgánica, con pH ligeramente ácido, entre 5.5 a 6.8; especie poco tolerante al exceso de acidez, vegeta bien en pH de 7.6, si no hay deficiencias de los elementos esenciales, además muestran deficiencia de boro (B) cuando la reacción del suelo está cerca del punto neutral. Se desarrolla muy bien en suelos con topografía plana, perfil profundo y buen drenaje, con características químicas como pH neutro (6-8), baja salinidad y alta fertilidad. **Hidalgo, (2004).**

b. Clima

Este cultivo se adapta perfectamente a condiciones de clima templado y frío del callejón Interandino entre los 1.800 hasta 3.200 msnm, con temperaturas medias de 15 a 18°C y precipitaciones atmosféricas entre 800 a 1.200 mm., fuera de estos límites se afecta el desarrollo fisiológico de la planta, tolera ligeramente las heladas. La calidad de la inflorescencia mejora cuando madura en épocas frías, si las temperaturas son altas se retrasa la maduración y toman coloración violácea, requiere de hasta un 75% de humedad relativa **Agroandina, (2010)**.

c. Luz

Algunos procesos fisiológicos como la inducción y diferenciación floral no se ven afectados por la luz. Es de fotoperiodo neutro; condiciones extremas de luminosidad altas o bajas limitan el crecimiento **Hidalgo (2004)**.

d. Fertilizantes

La extracción de nutrientes por el cultivo de brócoli en una hectárea de terreno, se presenta en la cuadro 1.

Cuadro 1. Extracción de nutrientes en el cultivo de brócoli

Nivel	Extracción kg/ha.		
	N	P205	K20
Bajo	180	200	180
Medio	210	220	200
Alto	240	241	220

Fuente: Agroandina 2010.

2.1.5 Competencia entre plantas.

La competencia directa entre plantas trae como resultado déficit de agua y minerales. Bajo estas circunstancias las plantas poseedoras de la capacidad de producir un sistema radical más eficiente son probablemente las que compiten con éxito.

Se sabe que las bajas temperaturas nocturnas promueven el crecimiento radicular de muchas plantas, sin embargo, una sensibilidad aumentada de tal respuesta sería un excelente mecanismo para mejorar las posibilidades de sobrevivencia de una especie en una zona templada. Si tal mecanismo está realmente implicado.

Probablemente la competencia más importante entre plantas es por la luz, materia prima de la fotosíntesis, aunque también en densos doseles foliares, el CO₂. Como consecuencia se ha desarrollado en las especies una variedad de mecanismos, los cuales pueden dividirse en tres grandes categorías: mecanismos para evitar la sombra, mecanismos que incrementan la intercepción de luz o CO₂ y mecanismos que aumentan la eficiencia. **Fao (2010).**

2.1.6 Manejo del cultivo

a. Semilleros

La propagación del brócoli se lo realiza a través de plantas en pilón, para un óptimo prendimiento estos deben tener dos hojas verdaderas bien formadas y la tercera en formación además de abundante presencia de raicillas. **Serrano, (2005).**

Los pilones constituyen plantines de hortalizas enraizadas en turba estéril cultivadas en invernadero y bajo condiciones controladas, para lo cual se utilizan bandejas de germinación de distintos volúmenes de acuerdo con el tipo de hortaliza que se desee propagar, para el caso de brassicas en general se utiliza envases de 16 ml y el tiempo desde la siembra hasta la cosecha de los plantines es de 30 a 35 días dependiendo del clima en general. **Serrano, (2005).**

b. Trasplante

A partir de la siembra, las plantas están listas para el trasplante luego de cinco o seis semanas, tiempo en el cual alcanzan una altura de entre los 12 a 15 cm. o presentan 4 o 5 hojas verdaderas.

Cuatro días antes de la fecha de trasplante, se suspende el riego en el invernadero, con el objeto de que las plantas pasen por un proceso conocido como endurecimiento, que atenúa el estrés producido al ser colocadas en el sitio definitivo.

El día del trasplante se debe dar un riego abundante al semillero para que se afloje la tierra o el sustrato y dejar que las plántulas tomen y almacenen algo de agua. El trasplante debe efectuarse con pan de tierra o pilón, en las primeras horas de la mañana o últimas de la tarde. **Agroandina, (2010).**

Otro autor en cambio indica que el trasplante está listo cuando la plántula tiene 3 hojas verdaderas o 10 a 15 cm de altura. La extracción debe hacerse en gavetas de forma manual, previo a esto el terreno debe estar debidamente surcado, rayado y listo para recibir a las plantas a las distancias predeterminada. **Serrano, (2005).**

c. Densidad de plantación.

Determinar la densidad de plantación en un programa de producción de coliflor y brócoli es de vital importancia a la hora de diseñar la plantación, dado que la densidad influye sobre el peso medio de las piezas, el rendimiento y la calidad.

Las distancias de trasplante al sitio definitivo, varían de acuerdo al cultivar, suelo, condiciones climáticas de la zona en que se va a efectuar el cultivo, en general son recomendables las distancias siguientes: entre surcos 70 a 80 cm. y entre plantas 40 a 30 cm. Para agilizar el trasplante se debe efectuar el trazado del sitio

definitivo con suficiente tiempo y hacer el traslado del material vegetativo en jabas de plástico. **Trueba, (2004).**

En la provincia del Cotopaxi se utilizan distancias entre plantas de 40 cm. la separación entre surcos es 70 cm. También se han ensayado usando camas con una distancia entre hileras de 50 cm. entre plantas 45 cm. **Oviedo, (2006).**

En cultivos similares como el brócoli se pueden emplear densidades de 1,5 a 4 plantas/m², la primera da opción a piezas de gran tamaño, cercanas a los dos kilos de peso medio en periodos de buenas temperaturas, propias de producto destinado a mercado interior.

La segunda opción está pensada para piezas de 800 a 1.000 gramos de peso medio, apetecidas por determinados mercados, pudiendo recurrir a densidades intermedias con el objetivo de poder obtener confecciones que permitan llegar a distintos mercados, según conveniencia.

Ajustar el peso medio final buscado, como hemos visto, requiere conocer bien la variedad, fecha de plantación, desarrollo del cultivo y densidad. Para producir coliflores pequeñas se emplean densidades de 9 a 11 plantas/m², con variedades que se adaptan a dicho sistema de plantación; así, se obtienen piezas compactas de color blanco de 200 a 250 gr de peso unitario. **Trueba, (2004).**

d. Riego

En general el romanesco requiere de un riego mínimo de 0.6 l/seg/ciclo y la humedad del suelo debe propender a generar permanente capacidad de campo para evitar estrés en la planta cuyo efecto se manifiesta en reducción de la producción total hasta en un 25 o 30%. El riego debe ser abundante y regular durante la fase de crecimiento y a disminuir durante la floración y la formación de la pella. **Enciclopedia Terranova, (2001).**

Existen varios sistemas de riego que podemos emplear. El primero a estudiar es el comúnmente llamado “Por Surcos” en el que se traza unos canales en el terreno que se inundan, se emplean los llamados surcos separados entre 0.5 y 0.8 m. Si empleamos el riego “Por Goteo” que es un método que emplea unos tubos cargados de agua que mediante unas válvulas van soltando el agua en la cantidad indicada. Dicho método suele emplear bancos distanciados entre 1 y 1.4 metros. **Agroandina, (2010).**

c. Control de malezas y escardas

El control de malezas se efectúa a los 18, 32 y 45 días posteriores al trasplante, esta actividad se la combina con la fertilización.

En función de la temporada invierno o verano se puede emplear solo dos escardas para verano, mientras que para invierno en algunas zonas se hace necesario tres y hasta cuatro remociones con el objeto de oxigenar el sistema radicular y fertilizar. **Trueba, (2004).**

2.2. Plagas y enfermedades

2.2.1 Plagas del brocoli

Polilla de las crucíferas: *Plutella xylostella*

Pulgón de las crucíferas : *Brevicoryne brassicae*

Gusanos cortadores; Géneros: *Spodoptera*, *Pieris*, *Mamestra*

Mosca de la col: *Chorlhopilla brassicae*. **Agroandina, (2010).**

2.2.2 Enfermedades del brocoli

Alternaria: *Alternaria brassicae*

Hernia de la col: *Plasmodiophora brassicae*

Mancha angular: *Sclerotinia sclerotiorum*

Mildiu: *Peronospora brassicae*

Rizoctonia: *Rhizoctonia solani*

Roya: *Albugo candida*. **Agroandina, (2010).**

2.3. Biorregulador de crecimiento

Biorregulación Es el proceso de manipular un evento fisiológico de una planta, a que éste se sobreexpresa o bien se inhiba.

Los compuestos biorreguladores son aquellos que en su formulación contienen moléculas protagónicas para la expresión o bien inhibición de un cierto proceso, estas moléculas generalmente son fitohormonas (idénticos a los compuestos naturales) o bien compuestos de efecto tipo hormonal (sintetizados en un laboratorio). **Montenegro, (2010).**

El conocimiento actual sobre la formación y función de compuestos hormonales en las plantas ha permitido explicar diversos procesos fisiológicos sobre cómo se regula el crecimiento y reproducción de los cultivos.

Las auxinas y giberelinas influyen en la división y el alargamiento celular, mientras que las citocininas lo hacen solo en la división; sin embargo también hay inhibidores de esos procesos que limitan el crecimiento vegetal. Otras funciones más específicas son el retraso del envejecimiento por citocininas, la dominancia apical y la estimulación de formar raíces por las auxinas, la inhibición floral por las giberelinas, la maduración y la caída de órganos por el etileno, etc. Aún con lo anterior hay que reconocer que la regulación de la expresión de eventos fisiológicos en las plantas está en función de la cantidad y tipo de hormonas presentes, o sea el balance hormonal que debe darse en el lugar y momento indicado. **Fundación Wikimedia, Inc., (2012).**

2.3.1 Tipo de biorreguladores

Existen distintos tipos de biorreguladores en el mercado, siendo importante identificarlos para que cuando se utilicen en los cultivos se obtenga el resultado esperado. En función del tipo y cantidad de hormona que contiene, así como del efecto esperado, los productos comerciales se pueden clasificar en dos tipos: bioestimulantes y biorreguladores. **Montenegro, (2010).**

2.3.1.1 Bioestimulantes

Son formulaciones a base de varios compuestos químicos incluyendo hormonas, aminoácidos, vitaminas, enzimas y elementos minerales, y son los más conocidos y de uso común en la agricultura. La concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja (menos de 0,02% o 200 ppm de cada hormona en un litro), así como también la de los demás componentes de la formulación. Los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas dependen del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc) y su procesamiento. En general las dosis recomendadas para la aplicación de los bioestimulantes se manejan en volumen (0,5 a 1 L de la formulación por unidad de superficie, hectárea por ejemplo) durante el desarrollo del cultivo. **Fundación Wikimedia, Inc., (2012).**

Por sus características de múltiples hormonas en baja cantidad, así como por las dosis recomendadas, la aplicación de un bioestimulante difícilmente puede regular o manipular un proceso. Por lo tanto el uso de un bioestimulante sólo puede servir como complemento auxiliar en el mantenimiento fisiológico de la planta aplicada, lo cual puede ser importante en condiciones limitantes del cultivo por mal clima, sequía, ataque de patógenos, etc. En términos generales un cultivo con un buen desarrollo y productividad no responde significativamente a los bioestimulantes. **Montenegro, (2010).**

2.3.1.2 Biorreguladores

Son formulaciones a base de uno o dos compuestos hormonales, cuya acción fisiológica está muy definida y la recomendación de su aplicación tiene un objetivo muy específico: regular o manipular un determinado proceso. Aun cuando se reconoce que los eventos fisiológicos se regulan por balances hormonales, también está establecido que para ciertos eventos hay una o dos hormonas protagonistas o especialistas de ese evento (ej. citocininas hacia división celular). Para lograr el efecto deseado con el uso de biorreguladores específicos es importante conocer el proceso a regular, en cuanto a qué hormona o grupo de hormonas requiere, la cantidad necesaria para manipular el proceso, y tener establecido con precisión el momento en que el órgano objetivo es sensible a la manipulación deseada. **Fundación Wikimedia, Inc., (2012).**

En términos generales los biorreguladores se formulan a alta concentración de una de las hormonas protagonistas, manejándose en niveles superiores a 0,1% y hasta 50% del ingrediente activo, sea en solución o en polvo soluble. En todos los casos, los biorreguladores específicos siempre se aplican en base a concentración (cc o gr del ingrediente activo por litro de agua), ya que es la forma en que se asegura de que el evento objetivo se puede regular de manera efectiva y consistente; esta manera de dosificar es una de las grandes diferencias con los cócteles que se manejan en litros por superficie. **Montenegro, (2010).**

De los biorreguladores específicos simples con un solo ingrediente, el más conocido es el Ácido giberélico (GA3) otros compuestos serían el Ethephon (Formulación que induce a la planta a producir etileno), cianamida hidrogenada (auxiliar en terminar la dormancia de yemas en frutales caducifolios), Paclobutrazol (para inhibir crecimiento vegetativo), indolbutírico (para estimular formación de raíces en estacas de tallos), Forclorfenurón (CCPU) molécula manipulada para efectos citocinina, etc. **Fundación Wikimedia, Inc., (2012).**

También hay biorreguladores específicos que contienen dos hormonas para ejercer un efecto fisiológico sinérgico (amplificado); Recientemente se ha definido otro grupo de biorreguladores específicos complejos, el cual es la mezcla de una hormona base con otros ingredientes menores para equilibrar la respuesta fisiológica. **Fundación Wikimedia, Inc., (2012).**

La elección de qué biorregulador utilizar, está en función del objetivo. Si se desea auxiliar al cultivo en términos generales para que tenga un desarrollo normal más eficiente, la utilización de un bioestimulante es lo indicado. Pero, si se desea manipular o regular un proceso o evento específico, entonces es mejor hacer uso de un biorregulador específico para ese evento y así asegurar una respuesta efectiva y consistente. **Montenegro, (2010).**

2.3.2 Agrostemin

Biorregulador de crecimiento de origen natural vegetal, exclusivo para uso agrícola.

Agrostemin es un nuevo tipo de regulador de crecimiento natural que se obtiene de las semillas de maíz de berberechos (*Agrostemma Githago L.*), una mala hierba común del trigo en Yugoslavia. Fue descubierto por el Dr. Danica Gajic como resultado de sus investigaciones sobre el comportamiento alelopático de malezas en relación con las prácticas culturales. Aplicada una vez a un ritmo de 100 g / ha, Equivalente a sólo 1 g / ha de ingrediente activo, que ha inducido a muchos efectos favorables sobre el crecimiento, el desarrollo, la propagación

vegetativa, rendimiento, calidad de la fruta (sobre todo el contenido de antocianinas) y la vida de almacenamiento. **Stankovic, D. y Rajkovic, N., (s/f).**

Agrostemin es un no-tóxico (Nom 4), de color blanco grisáceo polvo soluble en agua de punto de fusión 225 ° C, que tiene una estabilidad ilimitada en forma de polvo. Los ingredientes activos principales son la alantoína, el triptófano, ácido fólico, orcialanine, ácido glutámico, ácido alantoideo y adenina. **Stankovic, D. y Rajkovic, N., (s/f).**

Método de Aplicación.- Tratamiento de semilla por aspersión, impregnación ó inmersión. Aspersión de solución preparada en las etapas de foliación y desarrollo vegetal.

Composición Química del Producto

Hierro 3.48%
Calcio 1.92%
Magnesio 3.77%
Potasio 0.09%
Manganeso 0.10%
Proteína (N X 6.25) 2.74%
Solubilidad en Agua 1.96%
Cobre 61.59 ppm
Niquel 579.89 ppm
Zinc 58.84 ppm
Vehiculo Neutro c.p.b.100%

Aminoácidos (g/100g de proteína):

Aspártico 0.05
Treonina 0.32
Serina 0.35
Glutámico 0.88

Prolina (No Detectado)

Glicina 0.41

Alanina 0.21

Valina 0.49

Isoleucina 0.26

Leucina 0.43

Tirosina 1.86

Fenilalanina 0.1

Histidina 0.15

Apariencia Física Polvo microfino de color grisáceo

Solubilidad En agua (20° C): 1.10g/L En disolventes orgánicos: <1.0 g/L

Estabilidad Las sustancias activas y el producto terminado es termoestable en el rango de temperatura de 4° a 120°C, sometido hasta presiones de 3 atmósferas. El producto es perfectamente estable en las condiciones normales de almacenamiento, hasta por un período de 10 años. **Stankovic, D. y Rajkovic, N., (s/f).**

Presentación y Forma de empaque del producto Bolsa de papel de 50 y 100 gramos. Caja de cartón de 1,000 gramos.

2.4. Producción de plántulas

La producción de plántulas requiere de atención a todos los detalles, desde la siembra hasta el trasplante. Deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

Se requiere una inversión importante en las instalaciones para germinación, en sembradoras mecánicas, charolas y otros equipos y materiales.

La germinación y desarrollo subsecuente de las plántulas requieren de un sistema confiable de equipo e instrumentación para controlar el ambiente y proporcionar niveles específicos de luz, temperatura, humedad y nutrientes.

La calidad del agua, del medio de cultivo y de los nutrientes deben ser los óptimos y habrán de ser adecuadamente monitoreados. **Will, H. (2011).**

Se debe estar al día e implementar los avances tecnológicos aplicables.

2.4.1 Charolas de siembra

Las charolas de siembra varían de tamaño y forma de la celda o cavidad. Las charolas más comunes tienen entre 128 y 800 cavidades; las celdas pueden ser redondas, cuadradas o hexagonales. En sección transversal, las celdas pueden tener forma cilíndrica o de pirámide invertida.

Tamaño de celda ideal para cada cultivo. Las especies suculentas (begonias, impacientes) o plantas que requieren un mayor periodo de tiempo para trasplantarse, se desarrollan mejor en celdas grandes. Las especies de corto tiempo de crecimiento se dan bien en celdas pequeñas.

Los distintos tamaños de celda requieren de ajustes en la forma de cultivo. Mientras más pequeña la celda, la planta es más susceptible a fluctuaciones en humedad, nivel de nutrientes, oxígeno, pH y contenido de sales solubles. Las celdas entre más profundas muestran mejor drenaje, permitiendo mejor lixiviación de sales y mayor aireación en el medio de cultivo. **Will, H. (2011).**

Nunca debe permitirse que el medio de cultivo seque totalmente; la humedad debe regularse para mojar muy bien la celda y permitir el drenaje y el intercambio de oxígeno. Cuando se satura el medio de cultivo, casi no retiene oxígeno (0 — 2%). Debe por tanto dejarse secar para que entre el oxígeno y resulte una buena germinación y crecimiento.

El agua solo debe escurrir del medio al apretarlo; esto indica que hay la proporción adecuada de humedad y oxígeno para el buen desarrollo de la plántula. **Will, H. (2011).**

2.4.2 Germinación

El desarrollo de las plántulas puede dividirse en cuatro etapas:

Etapas 1. El período que transcurre entre la siembra y la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla. En esta etapa se requieren niveles altos de humedad y oxígeno alrededor de la semilla.

Etapas 2. Entre la emergencia de la radícula que penetra en el suelo y la emergencia del hypocotilo (tallo) y las hojas cotiledonares; durante esta etapa aumentan las necesidades de oxígeno de la raíz y por tanto debe disminuirse la cantidad de humedad suministrada.

Etapas 3. Es el período de crecimiento y desarrollo de las hojas verdaderas.

Etapas 4. El período previo al embarque o trasplante.

Las etapas más críticas son la 1 y la 2. La diferencia entre el éxito y el fracaso depende de que se puedan mantener las condiciones óptimas de humedad, oxígeno, temperatura y luminosidad. **Will, H. (2011).**

2.4.3 Semilla

El primer ingrediente necesario para una buena germinación es una semilla de calidad. Se han tenido grandes avances en la producción de semillas de calidad. Algunas semillas se modifican para facilitar su manejo con la sembradora. Las semillas de cempasuchil (marigold) se tratan para quitar las colas o se recubren con grafito; las de tomate se desborran y las de begonia se peletizan.

La semilla pre-germinada como la Genesis, ha sido pre-condicionada para la germinación; bajo condiciones controladas, se induce el proceso de imbibición y la primera fase de la germinación. Se detiene entonces el proceso antes que la radícula penetre la cubierta de la semilla y se seca al nivel original de humedad. Como resultado se obtiene una semilla que germina a un rango mucho más amplio de temperaturas. La germinación es más alta, más rápida y más uniforme aún que con la semilla refinada.. **Will, H. (2011).**

2.4.4 Germinación en mesas de invernadero

Ya sea que las charolas de germinación se coloquen en una cámara o en una mesa de invernadero, se requiere un ambiente controlado. Si hay espacio en el invernadero y es factible controlar con precisión el ambiente, puede hacerse la germinación en la cama del invernadero. También pueden germinarse ahí semillas de plantas que no son muy susceptibles a las condiciones ambientales como la zinia, el cempasuchil, y el melón.

Las mesas deben construirse de metal expandido, malla o rejillas, para permitir el movimiento de aire. Esto es particularmente importante si se va a usar algún sistema de calefacción bajo las camas. Debe mantenerse la temperatura adecuada del medio de cultivo, usando calefacción sobre o bajo las camas.

La humedad puede administrarse mediante un sistema de nebulización o de aspersión de gotas muy finas. No se recomiendan los sistemas de riego de aguilón para semillas muy pequeñas por el tamaño demasiado grande de las gotas producidas. Se requiere un tamaño de gota de 15 — 18 micras para obtener el balance adecuado de humedad y oxígeno a la semilla y a la radícula recién salida. Los sistemas de aspersión producen gotas de 300 — 800 micras que son demasiado grandes y no permiten la llegada del oxígeno a la semilla.

Un método para realizar la germinación en camas de invernadero consiste en cubrir las charolas con una tela porosa como Vispore o Manta-ray para obtener un micro-clima ideal para la germinación, evitando que las gotas de agua

ahoguen las semillas. Las cubiertas deben retirarse cuidadosamente después de la germinación, una vez que se abran los cotiledones. **Will, H. (2011).**

2.4.5 Prácticas de cultivo

Algunas plantas germinan mejor con luz y fertilización, que desde luego se requieren para el crecimiento después de la germinación.

Durante la fase de germinación, incluyendo la Etapa 1 y el principio de la Etapa 2, cambian las necesidades de temperatura, humedad y oxígeno de la semilla. Al principio de la etapa 1 la semilla sobre el medio de cultivo requiere un nivel alto de humedad y oxígeno. Una vez que emerge la radícula (Etapa 2) la necesidad de oxígeno aumenta y para proporcionárselo, es necesario bajar la humedad.

Para obtener una germinación y crecimiento rápidos y uniformes durante la Etapa 1 y 2, cada especie requiere una temperatura óptima en el medio de cultivo. Puede obtenerse información sobre temperaturas específicas para diversos cultivos en la sección correspondiente, en los paquetes de semillas; dichas temperaturas deben servir como orientación y habrán de probarse y ajustarse para las condiciones de cada área de producción.

La mayoría de las semillas requieren temperaturas de 21 a 27 °C para germinar. Las plántulas permanecen en la cámara 2 a 14 días y se retiran tan pronto empiezan a emerger los cotiledones. Si se dejan demasiado tiempo en la cámara, las altas temperatura y humedad, y la baja intensidad de luz harán que resulten plantas ahiladas y poco uniformes. **Will, H. (2011).**

La luz proporciona calor y energía para la fotosíntesis. Pocas plantas requieren de luz para germinar.

Los beneficios de la luz se muestran claramente durante la Etapa 2 cuando se desarrollan el hipocotilo y las hojas cotiledonares. La luz evita su elongación excesiva y ayuda a promover la iniciación de las ramas.

La nutrición suplementaria puede mejorar la germinación. Durante la Etapa 1 la aplicación de 25 ppm de nitrato de potasio puede ayudar a romper la latencia de algunas semillas. Una segunda aplicación de nitrato de potasio o 50 ppm de una fórmula 20-10-20 proporciona nutrientes benéficos para el desarrollo temprano de la plántula. Las petunias y las begonias son dos plantas que responden bien a la fertilización temprana. **Agroandina, (2010).**

2.4.6 Sustrato

El medio de cultivo debe proporcionar un ambiente adecuado desde la germinación hasta el momento del trasplante. Durante este período, la plántula cambia de forma, de tamaño y de necesidades. El medio de cultivo debe entonces poderse ajustar a las necesidades de las plantas pero ser consistente en sus propiedades físicas y químicas. **Angelfire, (2001).**

Las celdas de las plántulas tienen una muy pequeña cantidad de medio de cultivo que con gran rapidez puede variar en contenido de humedad, aireación, pH, contenido de sales solubles y nivel de nutrientes. Un medio de cultivo deseable debe tener una alta capacidad de retención de agua, una distribución amplia de tamaño de partículas y una función amortiguadora para resistir los cambios físicos y químicos.

Las características que debe tener un buen medio de cultivo incluyen:

La habilidad para retener humedad para la germinación en la Etapa 1, especialmente para plantas como los pensamientos, las vincas (teresitas) y las salvias.

Un grado de porosidad que asegure la disponibilidad de oxígeno para el desarrollo de las raíces de las plántulas. Las necesidades de oxígeno aumentan durante la Etapa 2. Puede aumentarse la aireación bajando el nivel de humedad. La aireación del medio de cultivo original puede mejorarse agregando

arcilla calcinada, perlita o corteza composteada. Debe lograrse un balance adecuado entre la aireación y la capacidad de retención de agua. En la medida que aumenta la capacidad de retención de agua, baja la porosidad del medio de cultivo.

La carga inicial de nutrientes debe ser baja: igual o menor a EC 1.0 mmhos/cm. pH de 5.8 — 6.5 para permitir la disponibilidad de nutrientes mayores y menores.

Will, H. (2011).

La mayoría de los medios de cultivo comerciales contienen una carga de nutrientes. Conviene hacer un análisis del medio de cultivo en un laboratorio de prestigio. Los elementos claves a monitorear (Procedimiento de extracción de Iowa State University) incluyen los siguientes:

Nitrógeno amoniacal N <20 ppm

Magnesio Mg 25 - 50 ppm

Nitrógeno nítrico N 35-80 ppm

Sodio Na <50 ppm

Fósforo P 5 - 15 ppm

Cloruros Cl <30 ppm

Potasio K 35 - 60 ppm

Sulfatos SO₄ <100 ppm

Calcio Ca 50 - 100 ppm. **Will, H. (2011).**

2.4.7 Calidad del agua

Cada día se pone mayor atención a la calidad del agua de riego. El agua de baja calidad puede anular todos los esfuerzos del productor, no solo en la etapa de germinación, sino en todo el proceso de producción de plántulas y los subsecuentes, después del trasplante. Es necesario hacer un análisis del agua. Las características deseables en el agua de riego son:

pH 5.8 — 6.0. El rango de pH al que la mayoría de los nutrientes son solubles y están disponibles para la planta.

Los resultados del análisis de agua deben revisarse con un técnico en la materia. Si se encuentran niveles altos de bicarbonatos o SAR se pudiese requerir la instalación de un sistema de ósmosis inversa (R/O) o de deionización de agua. **Will, H. (2011).**

2.4.8 Desarrollo

El período de desarrollo, Etapas 3 y 4, va de la formación de las primeras hojas verdaderas al momento que las plántulas se trasplantan. En este período las plantas son más tolerantes en cuanto a requisitos ambientales, pero las condiciones de crecimiento deben ser controlables para producir el tipo de plántula final deseada.

2.4.9 Temperatura

Durante la Etapa 3, las temperaturas deben de estar entre 15 — 18 °C, dependiendo del tipo de desarrollo deseado. Si las plantas van a ser embarcadas será necesario aclimatarlas o 'endurecerlas' un poco para que resistan adecuadamente el embarque. Una temperatura de 15 °C producirá una planta tolerante al transporte.

Si las plántulas van a trasplantarse directamente en el lugar donde se producen, se tendrán plántulas satisfactorias a temperaturas de 18 °C. Durante la Etapa 4, las plántulas pueden forzarse a que desarrollen más, aumentando la temperatura a 21 °C o pueden detenerse hasta por 2 semanas si se baja la temperatura a no menos de 14 °C. Debe tenerse en cuenta que si no se ha iniciado la floración, la reducción de temperaturas abajo de 15 °C conducirá a un retraso en la floración. Nota: las temperaturas demasiado altas también pueden provocar un retraso en la floración. **Will, H. (2011).**

2.4.10 Humedad

Durante las Etapas 3 y 4, las plántulas deben regarse según se considere necesario, de preferencia por aspersión muy fina. Debe administrarse suficiente agua para cubrir muy bien las charolas y dejar que escurra un poco para que se lixivien las sales solubles pero deben dejarse secar lo bastante para permitir la salida de gases nocivos como el etileno y la entrada de oxígeno a las raíces.

2.4.11 Luz.

El crecimiento y desarrollo de muchas plántulas se propicia manteniendo una intensidad luminosa al nivel de las plantas de un mínimo de 4,300 lux, por 18 — 20 horas diarias, durante 2 — 3 semanas después de la germinación. Se recomienda usar lámparas HID (Alta intensidad de descarga). **Enciclopedia Terranova, (2001).**

Ver recomendaciones específicas en la especie correspondiente.

Las plantas de día largo como los claveles o clavelines (*Dianthus*) y las begonias de raíz tuberosa requieren de luz para interrumpir la noche (4 horas diarias) para asegurar la floración en tiempo. Las plantas de día corto como las marigold africanas requieren de sombreado en esta etapa, para inducir la floración. Las petunias requieren de temperaturas arriba de 15 °C y días de más de 12 horas para inducir la floración. **Enciclopedia Terranova, (2001).**

2.4.12 Reguladores de crecimiento

La altura y forma de las plantas puede ser controlada por el manejo cultural y por reguladores químicos de crecimiento; usados en forma apropiada estos reguladores pueden controlar el crecimiento sin provocar retraso en la floración. Cuando se usen reguladores de crecimiento:

Deben leerse y seguirse las instrucciones de la etiqueta.

Realizar el tratamiento en la etapa fisiológica correcta. Típicamente, la primera aplicación se realiza cuando el punto de crecimiento de la plántula empieza a elongarse, o cuando el tallo alcanza 1 — 2 cm de diámetro, o cuando se forma la primera o segunda hoja verdadera. Las plantas deben estar turgentes y creciendo activamente, y no deben estar sometidas a ningún tipo de 'stress'. Tener cuidado en usar la concentración correcta para cada especie y variedad. Aplicar el volumen correcto de solución por unidad de superficie, i.e., 2 l/10 m², o la concentración recomendada de producto químico en la solución.

Normalmente debe hacerse la aplicación hasta mojar bien el follaje pero evitando el escurrimiento.

Las aplicaciones más frecuentes a dosis más bajas producen resultados más manejables que 1 o 2 aplicaciones a dosis más altas. Las concentraciones altas pueden conducir a un retraso en la floración, o a producir flores más pequeñas, en particular si se aplican al final del desarrollo de las plántulas.

El follaje debe estar seco al momento de la aplicación. Verificar el tiempo que debe transcurrir entre la aplicación y el siguiente riego al follaje. (Bonzi — 1 hora, B-Nine — 24 horas). **Will, H. (2011).**

Tener en cuenta las condiciones ambientales, en particular la temperatura y la intensidad de luz. Las temperaturas entre 18 — 21 °C y los niveles bajos de luz favorecen la acción de los reguladores de crecimiento.

La respuesta de las plantas a un regulador de crecimiento puede variar de acuerdo con la estación, la región y otros factores ambientales.

Es muy importante llevar registros cuidadosos y detallados de la calibración de los equipos, del volumen aplicado, de los datos climáticos y de la respuesta de las plantas, para poder ir afinando el uso de los reguladores químicos. Siempre

es necesario hacer pruebas en pequeña escala para determinar la respuesta en las condiciones específicas de cada vivero o invernadero. **Will, H. (2011).**

2.4. 13. Nutrición

A medida que las plántulas crecen y se desarrollan, el manejo de la nutrición se convierte más en un arte que en una ciencia. Los cultivos tienen necesidades diferentes según la especie, variedad y cultivar, el estado de desarrollo y las limitantes de la programación. El productor debe tener en cuenta la capacidad de intercambio de cationes (CIC) del medio de cultivo, el tipo de cubierta del invernadero, la calidad del agua y la cantidad de agua aplicada en cada riego. **Serrano, (2004).**

El manejo de la nutrición de plántulas depende de:

El tipo de medio de cultivo. Distintos medios tienen diferente CIC (habilidad para retener e intercambiar nutrientes). Cada medio de cultivo debe ser probado antes de usarse en forma extensiva. La fertilización deberá ser más alta en medios con baja CIC. **Serrano, (2004).**

Cultivo, estado de desarrollo y tipo de crecimiento deseado. Algunas plantas como las teresitas (vincas) y los pensamientos (pansies) son sensibles a las sales solubles y deberán fertilizarse solo en la medida necesaria y después que las raíces están bien establecidas. Las plántulas tiernas en los Estados 1 y 2 se desarrollarán bien con niveles bajos, (25 — 50 ppm) de fertilizante una vez por semana. **Enciclopedia Terranova, (2001).**

Las Etapas 3 y 4 involucran un desarrollo más activo. Pueden entonces aplicarse niveles moderados (50 — 100 ppm) de nitrato de potasio, amonio y calcio, con elementos menores, en la medida necesaria, evitando la sobre-fertilización. Si se usa un fertilizante a base de nitrato de amonio y nitrato de potasio, se promueve un desarrollo más rápido y succulento; si se usa nitrato de calcio y de potasio, las plantas serán más firmes y resistentes. **Trueba, (2004).**

Condiciones ambientales incluyendo luz y temperatura. Las temperaturas altas promueven un rápido desarrollo y crecimiento. Las plantas requieren fertilizaciones más frecuentes para apoyar este desarrollo. Las temperaturas bajas, como las usadas para detener las plantas, reducen el crecimiento y las necesidades de fertilizante. Las plantas creciendo bajo cubiertas de alta transparencia requieren más fertilizante que bajo condiciones de menor luminosidad.

Programación. Los programas para crecimiento rápido requieren de un nivel más alto de fertilizante que los programas de crecimiento lento, o de detención de las plantas.

Análisis del medio de cultivo original y posteriormente cada 2 semanas. Las sales solubles y el pH deben monitorearse cada semana, tanto en el medio de cultivo como en el agua. **Will, H. (2011).**

2.4.14 Terminado

De la Etapa 4, las plántulas se trasplantan al envase final y se terminan para la venta. El trasplante puede hacerse a mano o mecánicamente con equipo especial. La petunia y la cineraria son de las pocas plantas que se prestan bien para el trasplante mecánico. Se recomienda el uso de extractores o botadores para evitar dañar las plántulas al jalarlas de las charolas. Igualmente, conviene regar las charolas 2 a 3 horas antes del trasplante, para facilitar la extracción de las plántulas. Una vez realizado el trasplante, deben regarse las plántulas profusamente. **Will, H. (2011).**

Algunas plantas requieren cuidados especiales: Las teresitas (vincas) necesitan un medio sin carga de nutrientes y con pH 5.5. Es necesario esperar a que se desarrollen las nuevas raíces para aplicar fungicida o fertilizante. **Will, H. (2011).**

2.8. Investigaciones realizadas

El objetivo del trabajo presente era observar algunos aspectos morfológicos de las frutas de *Lycopersicon esculentum* Molino. La var. Ángela Gigante, tratado con los reguladores de crecimiento de planta, con o sin los fertilizantes adicionales, también para determinar los efectos en la productividad. Se dirigieron dos ensayos en el invernáculo: en el primero, los arbolillos se seleccionaron y transfirieron a recipientes de 12 L de capacidad, conteniendo una mezcla de tierra arcillosa, arena, materia orgánica y un N complementario, P, el K mineral fertilizando; en el segundo después del traslado del arbolillo, además del N, P, el K fertilizando, una fertirrigación suplementaria se llevó a cabo con el objetivo de verificar el efecto en la producción de fruta.

En ambos ensayos después de que las plantas habían desarrollado cuatro hojas definitivas, ellos se rociaron con GA3 50 mg/L; NAA 100 mg/L; CCC 1,500 mg/L y SADH 3,000 mg/L.

Cuatro cosechas de fruta por la planta se llevaron a cabo en ambos ensayos. El tratamiento con CCC sin fertirrigación, tendió a aumentar el número y el peso total de frutas maduras por la planta en cada uno de las cuatro cosechas. Las fertirrigaciones adicionales no cambiaron el rendimiento de fruta significativamente en los tratamientos diferentes, cuando comparó al mando.

El tratamiento con GA3 indujo maduración temprana de placenta respecto al pericarpio. Se observaron las frutas germinadas en plantas tratadas con promotores de crecimiento. **Montenegro, (2010).**

El tratamiento T1 (*Bacillus Subtilis* 5 cc. lt.⁻¹) presentó en el control biológico del damping off (*fusarium*, *phytophthora* y *rhizoctonia*) en la propagación de plántulas de brócoli, diferencias estadísticas a los demás tratamientos en estudio, el tratamiento antes citado presentó el mayor promedio de porcentaje de germinación con 97%, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt.⁻¹) registró el menor porcentaje de germinación de plántulas de brócoli con 93,5%, en relación a las demás aplicaciones. **Navas, (2012).**

El tratamiento T1 (*Bacillus Subtilis* 5 cc. lt.⁻¹) presentó en el control biológico del damping off (*fusarium*, *phytophthora* y *rhizoctonia*) en la propagación de plántulas de brócoli, diferencia estadísticas a los demás tratamientos en estudio, el tratamiento antes citado presentó el mayor promedio de masa radicular con 0,73 gramos, mientras que en el

tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt.⁻¹) registró el menor peso radicular de las plántulas de brócoli con 0,48 gramos en relación a las demás aplicaciones.

El tratamiento T1 (Bacillus Subtilis 5 cc. lt.⁻¹) presentó en el control biológico del damping off (fusarium, phytophthora y rhizoctonia) en la propagación de plántulas de brócoli, diferencia estadísticas a los demás tratamientos en estudio, el tratamiento antes citado presentó el mejor promedio de longitud de raíz con 7,91 centímetros, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt.⁻¹) registró el menor largo de la raíz de plántulas de brócoli con 6,03 centímetros, en relación a las demás aplicaciones.

El tratamiento T2 (Bacillus Laterosporus 5 cc. lt.⁻¹) presentó en el control biológico del damping off (fusarium, phytophthora y rhizoctonia) en la propagación de plántulas de brócoli, diferencia estadísticas a los demás tratamientos en estudio, el tratamiento antes citado presentó el mayor promedio de longitud de tallo con 9,07 centímetros, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt.⁻¹) registró el menor largo de tallo de las plántulas de brócoli con 8,10 centímetros, en relación a las demás aplicaciones.

El tratamiento T1 (Bacillus Subtilis 5 cc. lt.⁻¹) presentó en el control biológico del damping off (fusarium, phytophthora y rhizoctonia) en la propagación de plántulas de brócoli, diferencia estadísticas a los demás tratamientos en estudio, el tratamiento antes citado presentó el mayor promedio de emisión foliar con 4,58 hojas, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt.⁻¹) registró el menor número de hojas de plántulas de brócoli con 4,23 unidades, en relación a las demás aplicaciones. **Navas, (2012).**

El menor costo de producción es el del tratamiento T4 (Trichoderma 5 cc. lt.⁻¹) con USD 34.37 por parcela, seguido del tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt.⁻¹) con USD 34.46 por parcela, el tratamiento T2 (Bacillus Laterosporus 5 cc. lt.⁻¹) con USD 35.07 por parcela y el tratamiento con mayor costo de producción es el tratamiento T1 (Bacillus Subtilis 5 cc. lt.⁻¹) con USD 35.45 por unidad.

El tratamiento T4 (Trichoderma 5 cc. lt.⁻¹) tiene el costo de producción más bajo, que al venderlo a un precio de USD 0,0125 que es el precio promedio anual, no tenemos el mejor ingreso, pero la relación beneficio costo en este tratamiento es de USD 1,594 por

cada dólar de inversión, siendo el tratamiento más atractivo económicamente hablando.
Navas, (2012).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el cantón Salcedo, Provincia Cotopaxi, cuyas coordenadas geográficas son latitud Sur 01°, 03', 0"; longitud Oeste 78°, 35', 0", Altitud 2628 (msnm); la investigación tuvo una duración de tres meses.

3.2. Condiciones meteorológicas

En el cuadro 2, se presentan las condiciones meteorológicas del sitio de investigación.

Cuadro 2. Condiciones meteorológicas del lugar de la investigación diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae L.*), en el cantón Salcedo.

Parámetros		Promedio
Humedad	(%)	70,00
Temperatura	(°C)	12,00
Precipitación	(mm)	450,00
Heliofanía	(h/luz/año)	1080,00
Altitud	(msnm)	2628,00

Fuente: Estación meteorológica Rumipamba (2012).

3.3. Materiales y equipos

Los materiales que se emplearon en esta investigación se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Materiales para la investigación, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae L.*), en el cantón Salcedo.

Concepto	Unidad	Cantidad
Semillas		
Semillas de brócoli	Semilla	4056
Biorregulador		
Agrostemin	kg	0,5
Fertilizantes		
Nitrofoska	kg	2
Sustrato		
Completo de germinación (turba rubia, perlita y vermiculita)	kg	12
Fungicidas		
Carbendazim	kg	0,5
Deltametrina	kg	0,5
Sulfato de cobre pentahidratado	kg	0,5
Herramientas y materiales de campo		
Bandejas	u	12
Bomba de mochila	u	1
Calibrador	u	1
Instalaciones		
Invernadero (alquiler)	m2	7
Materiales de oficina		
Computadora	u	1
Cámara fotográfica	u	1
Libreta de apuntes	u	1
Regla	u	1
Esferos rojo, azul,	u	2
Calculadora	u	1
Hojas	u	500
Carpetas	u	16
CD's	u	5

3.4. Tratamientos

El método es práctico, de observación directa, cuantitativa y analítica.

Factor en estudio.

El factor en estudio de esta investigación son las diluciones de Agrostemin aplicadas a las semillas y plántulas de brócoli.

Tratamientos

Los tratamientos para esta investigación se establecieron en correspondencia a dosis a utilizarse.

Cuadro 4. Tratamientos empleados en la investigación, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae L.*), en el cantón Salcedo.

Tratamiento	Descripción
T1	Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua
T2	Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua
T3	Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua
T4	Sin biorregulador (Testigo)

3.5. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y para establecer la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Cuadro 5. Esquema de análisis de varianza de diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae L.*), en el cantón Salcedo.

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	3
Repeticiones	r-1	2
Error	(t-1) x (r-1)	6
Total	(t x r)-1	11

Cuadro 6. Esquema del experimento diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae L.*), en el cantón Salcedo.

Tratamientos	Descripción	Unidades Experimentales	Repeticiones	Total unidades experimentales
T1	Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua	1	3	3
T2	Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua	1	3	3
T3	Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua	1	3	3
T4	Sin biorregulador (Testigo)	1	3	3
TOTAL		4	3	12

3.5.1 Características de las parcelas (Unidad experimental)

La unidad experimental para esta investigación es la bandeja de germinación con capacidad para 338 plantas, en total se utilizaron 12 unidades experimentales.

3.6. Mediciones experimentales

Para determinar los resultados de los tratamientos aplicados en 10 plantas tomadas al azar en cada tratamiento y repetición, se realizaron mediciones experimentales en las siguientes variables:

3.6.1 Porcentaje de germinación

A los 16 días después de la siembra se contabilizó el número de semillas germinadas por tratamiento y se expresó en porcentaje.

3.6.2 Altura de la planta

Se tomó la altura de las plantas desde la base del tallo, hasta el ápice de las hojas a los 21, 28 y 35 días después la siembra.

3.6.3 Número de hojas funcionales

Se contabilizó el número de hojas funcionales a los 21, y 35 días después la siembra.

3.6.4 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo se midió en centímetros con la ayuda de un calibrador a los 21, 28 y 35 días después la siembra.

3.6.5 Largo de la raíz

A los 35 días se midió el largo desde el cuello hasta la parte apical de la raíz, se expresará en centímetros.

3.6.6 Peso de la raíz

Las raíces de 10 plantas tomadas al azar, a los 35 días fueron lavadas y secadas al ambiente bajo sombra, luego de lo cual se procedió a pasarlas el resultado se expresó en gramos de raíz por planta.

3.6.7 Producción de plantas comerciales

En cada tratamiento se contabilizó las plantas que presenten condiciones comerciales.

3.6.8 Costos de los tratamientos en estudio

En cada tratamiento se registraron los costos de producción. Se expresó en USD/tratamiento.

3.7. Análisis Económico

Para el análisis económico se utilizó los siguientes datos.

3.7.1 Costos totales

Es la suma de los costos fijos y de los costos variables, se aplicó la siguiente fórmula:

$CT = CF + CV$; Donde:

CT = costos totales

CF = costos fijos, y

CV = costos variables.

3.7.2 Ingresos

Son los valores totales de los tratamientos que se obtuvieron, multiplicando el número de plantas comerciales por el precio de la planta de brócoli en el mercado local.

3.7.3 Utilidad neta

Es la diferencia de los ingresos y los costos totales. Se aplicó la siguiente fórmula:

$U N = IT - C$, donde;

U N = Utilidad neta.

I T = Ingresos

CT = Costos **Cimmyt, (1988).**

3.7.4 Rentabilidad

Se calculó mediante la relación beneficio/costo, aplicando la siguiente fórmula.

Relación B/C = $\frac{\text{utilidad}}{\text{Costos}} \times 100$

3.8. Manejo del Experimento

3.8.1 Labores preculturales

Antes de la instalación de la investigación se procedió a alquilar el invernadero donde se realizó la investigación; entre otros, se compró el sustrato completo para germinación de brócoli, la semilla de brócoli variedad itálica y las bandejas de germinación.

3.8.1.1 Condiciones del invernadero

El invernadero donde se realizó la investigación se mantuvo libre de agentes contaminantes, la temperatura fué entre 18 a 24 °C y la humedad relativa estuvo alrededor del 75%.

3.8.2 Labores culturales

3.8.2.1 Llenado de bandejas

Los 338 pilones de cada bandeja fueron llenados a ras con el sustrato previamente humedecido y se realizó una ligera compactación para eliminar posibles bolsas de aire.

3.8.2.2 Siembra

En cada pilón se depositó una semilla a la que se le tapó ligeramente con sustrato tamizado.

3.8.2.3 Riego

El sustrato se humedeció antes de la siembra, inmediato de la siembra se dio un riego para humedecer la semilla y el sustrato; luego se regó en función del estado de desarrollo de las plántulas y sus necesidades de agua tratando de mantener siempre los pilones en capacidad de campo.

3.8.2.3 Fertilización

Cuando las plantas presentaron hojas funcionales se fertilizó con Nitrofoska a razón de 0,1 gramo por pilón.

3.9.2.5 Control de malezas

El control de malezas se efectuó en forma manual dependiendo de la presencia o no de plantas indeseables.

3.9.2.6 Control de plagas y enfermedades

Se utilizó carbendazim y deltametrina para prevenir la presencia de damping off y de trozadores, luego se realizó una aplicación general de sulfato de cobre pentahidratado y azufre micronizado para el control de Xantomonas, Pseudomonas y Peronospora.

3.9.2.7 Plantas comerciales

A los 21 días después de la siembra o cuando las plantas presentaron cuatro a cinco hojas funcionales se determinó el momento de comercialización y venta de las plantas.

3.9.2.8 Aplicación de los tratamientos

El bioregulador agrostemin se aplicó de acuerdo a las dosis en los tratamientos y repeticiones correspondientes, las aplicaciones fueron a los 2, 14 y 21 días después de la siembra.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

Con los datos de campo obtenidos en la investigación se tiene los siguientes resultados.

4.1.1 Porcentaje de germinación

En el cuadro 6 se presentan las medias de la variable porcentaje de germinación de la semilla de brócoli, en el análisis de varianza los tratamientos en estudio no reportaron diferencias estadísticas.

Según la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se tiene que las medias de los tratamientos se ubican en un solo rango de distribución y que el tratamiento T4 (sin biorregulador) presentó el mayor porcentaje con 98.72%, mientras que en el tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) registró el menor porcentaje de germinación de plántulas de brócoli con 97.76 % de semillas germinadas.

Cuadro 6. Porcentaje de germinación en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.), en el cantón Salcedo.

Tratamientos	Promedios
T1 2 gramos de Agrostemin	97.04 a
T2 3 gramos de Agrostemin	97.76 a
T3 4 gramos de Agrostemin	98.52 a
T4 Sin biorregulador (Testigo)	98.72 a
CV%	0.75

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

Resultados que difieren y son superiores a los presentados por **Navas, (2012)**, el tratamiento T1 (*Bacillus Subtilis* 5 cc. lt⁻¹) presentó el mayor promedio de porcentaje de germinación con 97%, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido

Oxolínico 5 cc. lt⁻¹) registró el menor porcentaje de germinación de plántulas de brócoli con 93,5%, en relación a las demás aplicaciones.

4.1.2 Altura de la planta

En el cuadro 7, se presentan las medias de la variable altura de planta de brócoli en centímetros, en el análisis de varianza los tratamientos en estudio no reportaron diferencias estadísticas en ninguna de las tres evaluaciones realizadas.

Según la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se tiene que en las tres evaluaciones realizadas, las medias de los tratamientos se ubican en un solo rango de distribución y que el tratamiento T2 (Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 8.55, 10.01 y 10.79 cm, presentó la mayor altura a los 21, 28 y 35 días después de la siembra; el T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 7.83, 9.28, y 10.06 cm, presenta la menor altura de planta de brócoli.

Cuadro 8. Altura de planta en, diferentes dosis de bio regulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.), en el cantón Salcedo.

Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	21 días	28 días	35 días
T1 2 gr de Agrostemin	8.052 a	9.42 a	10.58 a
T2 3 gr de Agrostemin	8.55 a	10.01 a	10.79 a
T3 4 gr de Agrostemin	7.83 a	9.28 a	10.06 a
T4 Sin biorregulador	8.03 a	9.58 a	10.64 a
CV%	7.19	6.07	5.48

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

En el cuadro 7 se aprecia, que en la variable altura de planta de brócoli en centímetros, presenta al tratamiento T2 (Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 10.79 cm como la mejor altura de planta de los tratamiento utilizados

en esta investigación. Resultados que difieren y son superiores a los presentados por **Navas, (2012)**, El tratamiento T2 (*Bacillus Laterosporus* 5 cc. lt⁻¹) presentó el mayor promedio de longitud de tallo con 9,07 centímetros, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt⁻¹) registró el menor largo de tallo de las plántulas de brócoli con 8,10 centímetros, en relación a las demás aplicaciones.

4.1.3 Número de hojas funcionales

En el cuadro 8, se presentan las medias de la variable número de hojas funcionales, en el análisis de varianza los tratamientos en estudio no reportaron diferencias estadísticas en ninguna de las tres evaluaciones realizadas.

Según la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se tiene que en las tres evaluaciones realizadas, las medias de los tratamientos se ubican en un solo rango de distribución y que todos los tratamientos presentan 2 hojas funcionales a los 21 días después de la siembra y 3 hojas funcionales a los 35 días después de la siembra.

Cuadro 9. Número de hojas funcionales en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.), en el cantón Salcedo.

Tratamientos	Números de hojas funcionales	
	21 días	35 días
T1 2 gr de Agrostemin	2.00	3.00
T2 3 gr de Agrostemin	2.00	3.00
T3 4 gr de Agrostemin	2.00	3.00
T4 Sin biorregulador	2.00	3.00
CV%		

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

Resultados que difieren y son inferiores a los presentados por **Navas, (2012)**, el tratamiento T1 (*Bacillus Subtilis* 5 cc. lt⁻¹) presentó el mayor promedio de emisión foliar con 4,58 hojas, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt⁻¹) registró el menor número de hojas de plántulas de brócoli con 4,23 unidades, en relación a las demás aplicaciones. La diferencia radica en que Navas registró en su investigación

todas las hojas que la planta emitió hasta el momento de la evaluación; y, en esta investigación únicamente se tomó en cuenta la hojas que están en capacidad de realizar fotosíntesis.

4.1.4 Diámetro del tallo

En el cuadro 9, se presentan las medias de la variable diámetro de tallo de la planta de brócoli en centímetros, en el análisis de varianza los tratamientos en estudio no reportaron diferencias estadísticas en ninguna de las tres evaluaciones realizadas.

Según la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se tiene que en las tres evaluaciones realizadas, las medias de los tratamientos se ubican en un solo rango de distribución y que el tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 0.19 cm, presentó el mayor diámetro de tallo a los 21, días después de la siembra; el T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 0.24 y 0.27 cm presenta el mayor diámetro de planta de brócoli a los 28 y 35 días después de la siembra; los tratamientos T3 y T4, con 0.25cm presentan el menor diámetro del tallo da la planta de brócoli.

Cuadro 10. Diámetro de tallo en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.), en el cantón Salcedo.

Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)		
	21	28	35
T1 2 gr de Agrostemin	0.19 a	0.23 a	0.27 a
T2 3 gr de Agrostemin	0.17 a	0.22 a	0.25 a
T3 4 gr de Agrostemin	0.18 a	0.24 a	0.27 a
T4 Sin biorregulador	0.15 a	0.21 a	0.25 a
CV%	10.42	9.07	5.07

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

En el cuadro 9, se aprecia, que en la variable diámetro de tallo de planta de brócoli en centímetros, presenta a los tratamiento T1 y T3 (Dilución de 2 y 4 gramos

de Agrostemin en 1 litro de agua) con 0.27 cm como el mejor diámetro de tallo de entre los tratamientos utilizados en esta investigación.

4.1.5 Largo de la raíz

En el cuadro 10, se presentan las medias de la variable largo de raíz en centímetros en la planta de brócoli, en el análisis de varianza los tratamientos en estudio no reportaron diferencias estadísticas en ninguna de las tres evaluaciones realizadas.

Según la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se tiene que en la evaluación realizada, las medias de los tratamientos se ubican en un solo rango de distribución y que el tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 8.06 cm, presentó el mayor largo de raíz; el T2 (Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 6.68 cm, presenta el menor largo de raíz en la planta de brócoli.

Cuadro 11. Largo de raíz y peso de raíz en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.), en el cantón Salcedo.

Tratamientos	Largo de raíz (cm)	Peso de raíz (g)
	35 días	35 días
T1 2 gr de Agrostemin	8.06 a	0.30 a
T2 3 gr de Agrostemin	6.68 a	0.29 a
T3 4 gr de Agrostemin	7.92 a	0.25 a
T4 Sin biorregulador	6.80 a	0.26 a
CV%	6.25	15.38

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

En el cuadro 10 se aprecia, que en la variable largo de raíz de la planta de brócoli en centímetros, presenta al tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 8.06 cm como el mejor largo de raíz de la planta de entre los tratamiento utilizados en esta investigación. Resultados que difieren y son

superiores a los presentados por **Navas, (2012)**, El tratamiento T1 (Bacillus Subtilis 5 cc. lt^{-1}) presentó el mejor promedio de longitud de raíz con 7,91 centímetros, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt^{-1}) registró el menor largo de la raíz de plántulas de brócoli con 6,03 centímetros, en relación a las demás aplicaciones.

4.1.6 Peso de la raíz

En el cuadro 10, se presentan las medias de la variable peso de raíz en gramos en la planta de brócoli, en el análisis de varianza los tratamientos en estudio no reportaron diferencias estadísticas en ninguna de las tres evaluaciones realizadas.

Según la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se tiene que en la evaluación realizada, las medias de los tratamientos se ubican en un solo rango de distribución y que el tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 0.30 g, presentó el mayor peso de raíz; el T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 0.25 g, presenta el menor peso de raíz en la planta de brócoli.

En el cuadro 10 se aprecia, que en la variable peso de raíz de la planta de brócoli en centímetros, presenta al tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 0.30 g, como el mejor largo de raíz de la planta de entre los tratamiento utilizados en esta investigación. Resultados que difieren y son inferiores a los presentados por **Navas, (2012)**, El tratamiento T1 (Bacillus Subtilis 5 cc. lt^{-1}) presentó el mayor promedio de masa radicular con 0,73 gramos, mientras que en el tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt^{-1}) registró el menor peso radicular de las plántulas de brócoli con 0,48 gramos en relación a las demás aplicaciones.

Esta diferencia de resultados posiblemente se deba a la diferencia en el tamaño de los pilones que se utilizaron para la semilla del brócoli, pues Navas utilizó

pilones de mayor volumen, lo que puede haber influido en el desarrollo y peso de las raíces.

4.1.7 Producción de plantas comerciales

En el cuadro 11, se presentan las medias de la variable plantas comerciales de brócoli, en el análisis de varianza los tratamientos en estudio no reportaron diferencias estadísticas en la evaluación realizada.

Según la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se tiene que en la evaluación realizada, las medias de los tratamientos se ubican en un solo rango de distribución y que el tratamiento T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 324 plantas, presentó el mayor número de plantas comerciales; el T2 (Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 321 plantas, presenta el menor número de plantas comerciales de brócoli.

Cuadro 12. Plantas Comerciales en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae L.*), en el cantón Salcedo.

Tratamientos	Plantas comerciales
T1 2 gramos de Agrostemin	321.67 a
T2 3 gramos de Agrostemin	321.00 a
T3 4 gramos de Agrostemin	324.00 a
T4 Sin biorregulador (Testigo)	321.33 a
CV%	1.98

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

En el cuadro 11 se aprecia, que en la variable plantas comerciales de brócoli, presenta al tratamiento T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 324.00 plantas, como la mayor producción de plantas comerciales de entre los tratamientos utilizados en esta investigación.

Con estos resultados se rechaza la hipótesis que dice: la aplicación de la dilución 3 g/L de Agrostemin es el tratamiento más eficiente en la producción de plantas de brócoli.

4.2. Costos de producción y análisis económico

4.2.1. Costos de producción.

En el cuadro 12 se presentan los costos de producción de cada uno de los tratamientos utilizados en esta investigación, en el que se puede observar que el menor costo de producción lo presenta el tratamiento T4 (sin bioregulador) con 2.58 USD por bandeja, seguido del tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con USD 2.64 por bandeja y el tratamiento con mayor costo de producción es el tratamiento T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con USD 2.70 por bandeja de 338 pilones.

En el cuadro 12 se presenta al tratamiento T4 (sin biorregulador) con USD 2.58 por bandeja de 338 pilones cm como el tratamiento más económico de entre los tratamientos utilizados en esta investigación. Resultados que difieren y son inferiores a los presentados por **Navas, (2012)**, El menor costo de producción es el del tratamiento T4 (Trichoderma 5 cc. lt.⁻¹) con USD 34.37 por parcela, seguido del tratamiento T3 (Ácido Oxolínico 5 cc. lt.⁻¹) con USD 34.46 por parcela, el tratamiento T2 (Bacillus Laterosporus 5 cc. lt.⁻¹) con USD 35.07 por parcela y el tratamiento con mayor costo de producción es el tratamiento T1 (Bacillus Subtilis 5 cc. lt.⁻¹) con USD 35.45 por unidad.

Cuadro 13. Costos de producción en dólares en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.), en el cantón Salcedo.

Concepto	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Semillas				
Semillas de brócoli	2,64	2,64	2,64	2,64
Biorregulador				
Agrostemin	0,18	0,27	0,36	-
Fertilizantes				
Nitrofoska	0,04	0,04	0,04	0,04
Sustrato				
Complejo de germinación (turba rubia, perlita y verniculita)	2,94	2,94	2,94	2,94
Fungicidas				
Carbendazim	0,16	0,16	0,16	0,16
Deltametrina	0,15	0,15	0,15	0,15
Sulfato de cobre pentahidratado	0,18	0,18	0,18	0,18
Herramientas y materiales de campo				
Bandejas	0,06	0,06	0,06	0,06
Bomba de mochila	0,01	0,01	0,01	0,01
Instalaciones				
Invernadero	0,70	0,70	0,70	0,70
Mano de obra				
Control de la investigación	0,88	0,88	0,88	0,88
Costo USD/tratamiento	7,9314	8,0214	8,1114	7,7514
Costo USD/bandeja	2,6438	2,6738	2,7038	2,5838
Costo USD/planta	0,0078	0,0079	0,0080	0,0076

4.2.2. Análisis económico

En cuadro 13 se observa el análisis económico de la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* var. legacy) por parcela, el tratamiento T4 (sin biorregulador) con valores de \$ 1.43 USD y 1.55, la mayor utilidad y beneficio/costo, esto cuando el precio de la planta es de USD 0,0125 (este precio es el precio promedio del año 2012 para la planta de brócoli).

Cuadro 14. Ingresos, utilidad y benéfico/costo en dólares en, diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.), en el cantón Salcedo.

Parámetros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Costo de producción/bandeja USD	2,64	2,67	2,70	2,58
Producción de plantas por bandeja	321,67	321,00	324,00	321,33
Precio de venta/planta USD	0,012	0,012	0,012	0,012
Ingresos brutos USD	4,02	4,01	4,05	4,01
Utilidad USD	1,37	1,33	1,34	1,43
Beneficio/costo	1,52	1,50	1,49	1,55

Según los resultados del análisis económico que se presenta en el cuadro 13, el T4 (sin biorregulador) presenta con valores de \$ 1.43 USD y 1.55, la mayor utilidad y mayor beneficio/costo. Estos resultados difieren y son inferiores a los reportados por **Navas, (2012)**, el tratamiento T4 (*Trichoderma* 5 cc. lt.⁻¹) tiene el costo de producción más bajo y la relación beneficio/costo en este tratamiento es de USD 1,594 por cada dólar de inversión, siendo el tratamiento más atractivo económicamente hablando.

Con estos resultados se rechaza la hipótesis: La aplicación de la dilución 3 g/L de Agrostemin es el tratamiento más rentable en la producción de plantas de brócoli.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se tienen las siguientes conclusiones.

En la variable porcentaje de germinación, presenta al tratamiento T4 (Testigo) con 98.72% que corresponde a la mayor germinación.

En la variable altura de planta de brócoli en centímetros, presenta al tratamiento T2 (Dilución de 3 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 10.79 cm como la mejor altura de planta.

Todos los tratamientos presentan 2 hojas funcionales a los 21 días después de la siembra.

En la variable diámetro de tallo de planta de brócoli en centímetros, presenta a los tratamientos T1 y T3 (Dilución de 2 y 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 0.27 cm como el mejor diámetro de tallo.

En la variable largo de raíz, peso de raíz, el tratamiento T1 (Dilución de 2 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) presenta los mayores valores.

La mayor producción de plantas comerciales de brócoli, la presenta el tratamiento T3 (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua) con 324.00 plantas.

El tratamiento T4 (sin biorregulador) con \$2.58 USD por bandeja de 338 pilones, es el tratamiento más económico, de mayor utilidad y de mayor beneficio/costo.

5.2. Recomendaciones

Para obtener la mayor producción de plantas comerciales de brócoli, utilizar una (Dilución de 4 gramos de Agrostemin en 1 litro de agua).

Realizar otras investigaciones con biorreguladores orgánicos.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

AGROANDINA. 2010. Productos hortalizas. Consultado el 25 de enero del 2012
Disponible en [www. agroandina. com/productos /hortalizas /cuerporomanesco](http://www.agroandina.com/productos/hortalizas/cuerporomanesco)

ANGELFIRE. 2001. Cultivo de Brócoli. Consultado el 28 de abril del 2012.
Disponible en <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm>

BEJO. 2004. Semillas de hortalizas, Guatemala. Promocional.

BIDWELL, R. 1979. Fisiología Vegetal. Ediciones AGT s.a. México. 599-624 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2011. Manual técnico: Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 100 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2008. Fichas técnicas. Consultado el 18 de abril del 2012, disponible en Brócoli, [http://www. fao.org/inpho /content/ documents/ library/ ae620s/ Pfrescos/ brocoli. htm](http://www.fao.org/inpho/content/documents/library/ae620s/Pfrescos/brocoli.htm).

FUNDACIÓN WIKIMEDIA, INC. 2012. Biorregulador. El texto disponible bajo la Licencia Creative Commons. Consultado el 26 de abril del 2012. Disponible en [http:// es. wikipedia. org/wiki/Biorregulador](http://es.wikipedia.org/wiki/Biorregulador).

HIDALGO, L. 2004. Profesor de Horticultura ESPOCH. Referencia personal de datos sin publicar

JARAMILLO N. J. E.; DIAZ, D. C.A. 2005. El Cultivo de las Crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA,

Centro de Investigación La Selva, Rio negro, Antioquia, Colombia. Manual Técnico 4.176 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. 2008. Proyecto: FAO TCP/ECU/0066 “Mejoramiento de la Disponibilidad de Alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil (CDIs) del Instituto de la Niñez y la Familia (INNFA), Ecuador

MAROTO, J. V. 1995. ‘Horticultura Herbácea Especial” Ed. Mundi Prensa. (4° cd.) Madrid.

MONTENEGRO, D. 2010. Uso de biorreguladores en el cultivo de cucurbitáceas, consejos para el manejo eficaz de hormonas. Consultado el 24 de abril del 2012. Disponible en <http://www.hortalizas.com/ehortalizas/cropfocus/?storyid=2120>

NAVAS, A. 2012. Control biológico del damping off (Fusarium, Phytophthora Y Rhizoctonia) en la propagación de plántulas de brócoli (Brassica Oleracea Var. Legacy) en semillero en el cantón Salcedo. Tesis. Ingeniería Agropecuaria, Unidad de Estudios a Distancia. Quevedo, Ecuador. P 76.

OVIEDO, L. 2006. Evaluación de veinte densidades de plantación en el cultivo de romanesco (Brassica oleracea L. Botrytis L. Var itálica Plenck). Tesis de Grado. Escuela politécnica superior del Chimborazo. Ecuador. P 61.

REGIÓN DE MURCIA. (REGMURCIA). 2008. Brocoli. Consultado el 23 de abril del 2012. Disponible en http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20161-detalle_reportajespadre.

SERRANO, J. 2004. Gerente Técnico de Pilandes. Referencia personal. Datos sin publicar

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR (SICA). 2009. El brócoli en el Ecuador, consultado el 15 de abril del 2012. Disponible en http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brócoli/brocoli_ecuador.htm

STANKOVIC, D. Y RAJKOVIC, N. (S/F). Agrostemin - un nuevo biorregulador natural prometedor ISHS. Acta Horticulturae 120: Simposio de Reguladores de Crecimiento de la producción de frutas. Consultado el 26 de abril del 2012. Disponible en http://www.actahort.org/books/120/120_56.htm

ENCICLOPEDIA TERRANOVA. 2001. Producción Agrícola II. Ediciones Terranova. Bogotá Colombia. 27- 41 p.

TRUEBA, J. 2004. Gerente Técnico de 1QF. Agroindustrial. Referencia personal de datos sin publicar

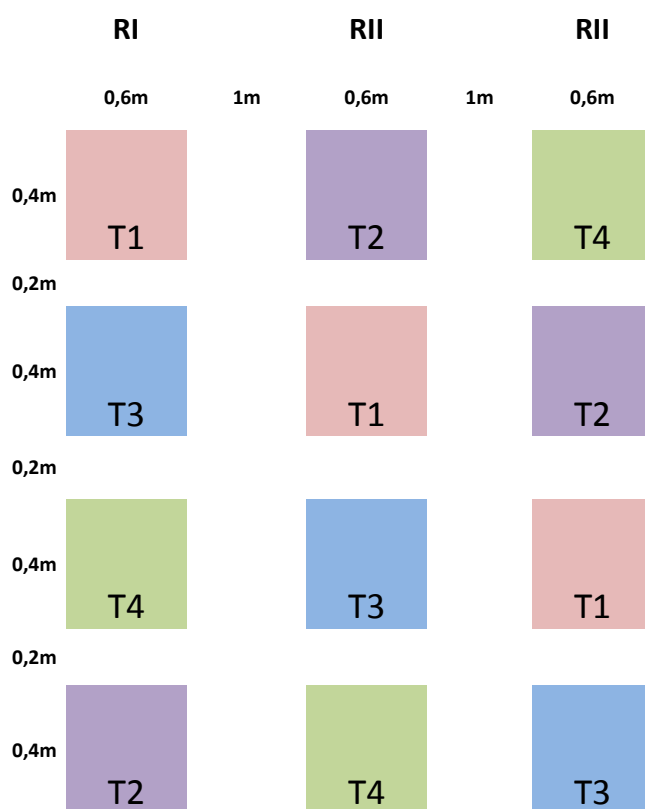
WILL, H. 2011. Recomendaciones Generales BallSeed para Producción de Plántulas. Ballseed. Consultado el 17 de septiembre del 2012. Disponible en www.Faxsa.com.mx/semflor1/seeaaa10.htm

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

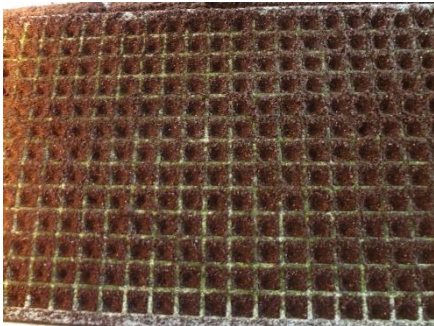
Anexo 1. Croquis de ubicación de las parcelas en el invernadero



Anexo 2. Fotografías de la investigación



Bandejas de piloneras y sustrato utilizado en la investigación



Bandeja con sustrato lista para la siembra y semilla de brócoli



Semillas colocadas en los pilones e hidratación de bandejas



Ubicación de bandejas en invernadero y aplicación del bioestimulante



Instalaciones para riego y control fitosanitario en el invernadero



Plantas de brócoli a los 21 y 28 días de edad



Preparación de plantas para toma de datos



Registro de largo y peso de raíz



Planta lista para ser comercializadas