

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“EVALUACIÓN DE TUZA DEL MAÍZ Y AZOLLA ANABAENA COMO
SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BRÓCOLI”**

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de
Ingeniero Agrónomo

GONZALO XAVIER MENA VIERA

TUTOR: ING. JOSÉ HERNAN ZURITA VÁSQUEZ, MG.

CEVALLOS – ECUADOR

2017

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, **GONZALO XAVIER MENA VIERA**, portador de cédula identidad número: 0502683519, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**EVALUACIÓN DE TUZA DEL MAÍZ Y AZOLLA ANABAENA COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BRÓCOLI**” es original, autentico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.

GONZALO XAVIER MENA VIERA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE TUZA DEL MAÍZ Y AZOLLA ANABAENA COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BRÓCOLI**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

GONZALO XAVIER MENA VIERA

**“EVALUACIÓN DE TUZA DEL MAÍZ Y AZOLLA ANABAENA COMO
SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BRÓCOLI.”**

APROBADO POR:

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.

TUTOR

Ing. Giovanni Patricio Velástegui Espín, Mg.

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR MIEMBROS DE CALIFICACION:

FECHA

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luciano Valle, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION

Ing. Juan Carlos Aldaz, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica De Ambato y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por darme la oportunidad de estudiar y formarme como profesional.

A mi tutor Ing. Mg. José Hernán Zurita Vásquez, Biométrista Ing. Mg. Giovanni Patricio Velástegui Espín, Ing. Mg. Segundo Euclides Curay Quispe redacción técnica, quienes colaboraron de manera incondicional, esmerada y pacientemente en la ejecución de todos de todos las fases de este esta investigación, desarrollando con éxito este proyecto.

A la Dra. Quim. Marcia Buenaño, Ing. Mg. Luciano Valle, por su apoyo, compañía y trabajo desinteresados durante la realización de todo el proyecto.

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi vida y guiarme por un mejor camino para así cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres Braulio y Cori quienes a pesar de los grandes inconvenientes, siempre me han apoyado incondicionalmente y lo siguen haciendo.

A mis hermanas Anita y Verónica quienes me han brindado su apoyo y cariño en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DERECHOS DE AUTOR	iii
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN EJECUTIVO	xii
SUMMARY	xiv
CAPITULO II.	3
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.2.1 Cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>).....	5
Clasificación botánica	5
Características botánicas.	5
Fases del cultivo.....	7
Requerimientos del cultivo	8
Suelo.....	9
Necesidades nutricionales de brócoli.....	10
Valor nutricional	10
Manejo del cultivo.....	11
Sustratos	11
2.2.2 AZOLLA ANABENA	19

Características de Azolla Anabaena.....	20
En la agricultura Azolla Anabaena	21
Tuza del maíz	22
CAPÍTULO III	24
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	24
3.1 HIPOTESIS.....	24
3.2 OBJETIVOS.	24
Objetivo General.	24
Objetivos específicos	24
CAPÍTULO IV	25
MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	25
4.2 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	25
Clima.....	25
Agua	25
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	26
Equipos.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4. FACTORES DE ESTUDIO.....	26
Sustratos	26
4.5 TRATAMIENTOS.....	27
4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	27
4.7 VARIABLES RESPUESTA.....	27
Grosor de Tallo.	27
Altura de Planta.....	27
Volumen de Radicular.....	28

Análisis Foliar	28
4.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	28
CAPÍTULO V	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
5.1 ANÁLISIS DEL SUSTRATO.....	29
5.2 GROSOR DEL TALLO.....	31
5.3 ALTURA DE PLÁNTULA	32
5.4 VOLUMEN RADICULAR	33
5.5 ANÁLISIS FOLIAR.....	34
5.6 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE LA HUMEDAD DE LOS SUSTRATOS..	35
CAPÍTULO VI.....	36
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	36
6.1 CONCLUSIONES	36
6.2 BIBLIOGRAFÍA	38
6.3 ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de los tratamientos aplicados.....	27
Tabla 2: Análisis de laboratorio de los sustratos utilizados	29
Tabla 3: Desempeño de las variables agronómicas del cultivo de brócoli sembradas con diferentes sustratos	30
Tabla 4: Análisis de Foliar realizados en el Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.....	34
Tabla 5: Capacidad de retención de la humedad de los sustratos realizada en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grosor del tallo	31
Figura 2: Altura de planta	32
Figura 3: Volumen radicular	33

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio se realizó en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Montalvo, Barrio Luz de América, en la propiedad del Ing. Segundo Curay, cuyas coordenadas son: 01^o24'00" S, longitud: 78^o23'00" W, y una altitud de 2600 msnm.

Esta investigación se realizó con el fin de evaluar la tuza de maíz y *Azolla anabaena* como sustrato para producción de plantas de brócoli, establecer el porcentaje adecuado de tuza de maíz y *Azolla anabaena* como sustrato para producción de plantas de Brócoli, determinar las características físico-químicas del sustrato elaborado con tuza de maíz y *Azolla Anabaena*, determinar la capacidad de retención de la humedad de los sustratos a evaluar.

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes: T1 que es tuza de maíz al 100%; T2 que es *Azolla Anabaena* al 100%; T3 Tuza de maíz 50% más *Azolla Anabaena* 50%; T4 Tuza de maíz al 75% más *Azolla Anabaena* al 25%; T5 tuza de maíz 25% más *Azolla Anabaena* 75% y finalmente T6 que es el sustrato comercial BM2.

Los factores de estudio analizados fueron: análisis de sustratos, grosor de tallo, altura de planta, volumen radicular y análisis foliar.

Las conclusiones de esta investigación fueron las siguientes: El mayor crecimiento en grosor del tallo a los 28 días de la siembra se observó en el tratamiento BM2 (T6) conformado por sustrato comercial al ubicarse en el primer rango con grosor de tallo promedio de 0,18 cm. El mayor crecimiento en altura de plántula a los 28 días de la siembra se observó en el tratamiento BM2 (T6) conformado por sustrato comercial al ubicarse en el primer rango con altura de plántula promedio de 5,27 cm. El volumen radicular registrado a los 28 días de la siembra, fue significativamente mejor, en los tratamientos que se desarrollaron en el sustrato BM2 (T6) conformado por sustrato comercial al ubicarse en el primer rango con un volumen radicular promedio de 0,61 ml.

El tratamiento Azolla Anabaena 100 % (T2) se ubicó en el segundo lugar de rango a los 28 días de la siembra con grosor de tallo promedio de 0,17 cm, altura de plántula promedio de 4,92 cm, además un volumen radicular promedio de 0,49 ml. En cuanto a la combinación de Tuza y Azolla Anabaena, el tratamiento Tuza de maíz 25% y Azolla Anabaena 75 % (T5) se ubicó en el tercer lugar de rango a los 28 días de la siembra con grosor de tallo promedio de 0,18 cm, altura de plántula promedio de 3,37 cm, además un volumen radicular promedio de 0,40 cc. En lo que se refiera a la capacidad de retención de la humedad, el resultado más alto en Agua Capilar es en el tratamiento Tuza de maíz 75% y Azolla Anabaena 25% (T4) con 34,49 ml. El segundo mejor resultado es para Tuza de maíz 50% y Azolla Anabaena 50% (T3) con una agua capilar de 30,69 ml., seguido por Tuza de maíz 75% y Azolla Anabaena 25% (T5) con una agua capilar de 30,39 ml.

PALABRAS CLAVES: Fijación de nitrógeno, Relación CN, Capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, micronutrientes, propagación

SUMMARY

This study was carried out in the province of Tungurahua, Canton Ambato, Parroquia Montalvo, Barrio Luz de América, on the property of Ing. Segundo Curay, whose coordinates are: 01° 24'00 "S, length: 78° 23'00" W, and one Altitude of 2600 masl.

This research was carried out in order to evaluate the maize tuna and Azolla anabaena as a substrate for the production of broccoli plants, to establish the appropriate percentage of maize tuna and Azolla anabaena as a substrate for the production of Broccoli plants, to determine the physical- Chemical properties of the substrate made from corn and Azolla Anabaena, to determine the moisture retention capacity of the substrates to be evaluated.

The treatments studied were as follows: T1 that is 100% maize tuza; T2 that is Azolla Anabaena to 100%; T3 Tuza of corn 50% more Azolla Anabaena 50%; T4 Tuza of corn to 75% plus Azolla Anabaena to 25%; T5 of corn 25% more Azolla Anabaena 75% and finally T6 which is the commercial substrate BM2.

The study factors analyzed were: substrate analysis, stem thickness, plant height, root volume and leaf analysis.

The conclusions of this investigation were as follows: The greatest growth in stem thickness at 28 days of planting was observed in the treatment BM2 (T6) conformed by commercial substrate to be located in the first range with average stem thickness of 0, 18 cm. The highest seedling height growth at 28 days of planting was observed in the BM2 treatment (T6) formed by commercial substrate when it was placed in the first range with an average seedling height of 5.27 cm. The root volume registered at 28 days of planting was significantly better in treatments that were developed in the substrate BM2

(T6) formed by commercial substrate when located in the first range with an average root volume of 0.61 ml.

The treatment Azolla Anabaena 100% (T2) was placed in the second place of rank at 28 days of planting with an average stem thickness of 0.17 cm, average seedling height of 4.92 cm, and an average root volume Of 0.49 ml. As for the combination of Tuza and Azolla Anabaena, the treatment Tuza of 25% maize and Azolla Anabaena 75% (T5) was placed in the third place of rank at 28 days of planting with an average stem thickness of 0.18 Cm, average seedling height of 3.37 cm, and an average root volume of 0.40 cc. Regarding the capacity of retention of moisture, the highest result in Capillary Water is in the Tuza treatment of 75% maize and Azolla Anabaena 25% (T4) with 34.49 ml. The second best result is for Tuza of 50% maize and Azolla Anabaena 50% (T3) with capillary water of 30.69 ml., Followed by Tuza of 75% maize and Azolla Anabaena 25% (T5) with capillary water of 30.39 ml.

KEYWORDS: Nitrogen fixation, Carbon-Nitrogen Ratio, Cation exchange capacity, electrical conductivity, micronutrients, propagation

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

El Brócoli en el Ecuador no es muy aceptado para el consumo familiar, debido a la poca información que se tiene sobre esta crucífera. A pesar de aquello, uno de los principales factores del incremento de la comercialización, es la marcada tendencia del mercado internacional hacia el consumo de productos naturales. En la actualidad se sabe que por su contenido alto de ácido fólico, proteínas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono y grasas, puede ser muy importante en la nutrición y salud del hombre. Los beneficios de salud que se le atribuyen al brócoli, ha determinado una amplia aceptación en cuanto a su sabor y variedad de usos culinarios. (Jaramillo, 2003)

Se entiende por sustrato al material sólido natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, pudiendo intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta. (Patrón, 2010)

Dentro de los sustratos que se utiliza tenemos la azolla debido a su capacidad de fijación de nitrógeno, se usan para incrementar la productividad de la agricultura en partes del sudeste de Asia. Cuando los campos de arroz se inundan en primavera, se los puede inocular con *Azolla*, que por su rápida multiplicación, cubre el agua, suprimiendo malezas. Cuando las *Azolla* mueren, contribuyen con nitrógeno que luego el arroz tomará por las raíces, y como los campos de arroz se secan, todas las *Azolla* eventualmente mueren, haciendo un excepcional abono verde. (Montaño, 2005)

Otro elemento importante para usar es la tuza. El alto contenido de hemicelulosas (34%) de la tusa del maíz, del cual aproximadamente el 94% corresponde a xilanas, hacen muy atractivo este residuo para el desarrollo de fertilizantes nitrogenados con acción prolongada o lenta. (Cordoba, 2013)

Con esta investigación se pretende evaluar la tusa de maíz y azolla anabaena como sustrato para producción de plantas de Brócoli.

CAPITULO II.

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

De acuerdo a investigaciones realizadas, se determinaron métodos de secado que fueron al aire libre y bajo cubierta plástica y los tiempos de secado para lo cual se tomaron datos a los 7, 14 y 21 días, además se incorporó 3 cantidades de zeolita que van del 10, 20 y 30% del peso inicial que fue de 20 Kg. En lo que se refiere al contenido de humedad, se observó que con el método bajo cubierta, un tiempo de secado de 21 días y una concentración de 30% (6 kg) de zeolita, se logra un contenido de humedad del 7,92 %, porcentaje que es suficiente para que el sustrato sea fácil de manipular y de transportar para ser aplicado como abono en diferentes cultivos o como sustrato para semilleros o viveros. (Rios, 2014)

En este trabajo de investigación, se realizó el estudio de varios sustratos a base de Azolla anabaena en combinación con otros materiales utilizados comúnmente, (Pomina y Kekilla), en la producción de plantas de brócoli a nivel de pilonera, para poder ofertar una alternativa ecológica de sustrato a los productores de plantas. En el estudio realizado se utilizó Azolla anabaena en mezcla con kekilla en 3 porcentajes diferentes, 75% de azolla + 25% de kekilla, 50% de azolla + 50% de kekilla y 25% de azolla + 75% de kekilla, además se la combinó con pomina en los siguientes porcentajes, 60% de azolla + 40% de pomina, 70% de azolla + 30% de pomina y 80% de azolla + 20% de pomina, y para comparación se empleó un sustrato con el 100% de azolla y otro con el 100% de kekilla. Se tomaron datos de las plantas de brócoli a los 20, 24 y 28 días de la siembra, resultando la combinación de 75% de azolla + 25% de kekilla como la de mejores características de sustrato para las plantas. (Gavilanez, 2015)

El proyecto “Aplicación de la simbiosis diazotrófica entre Azolla y Anabaena como abono verde para el cultivo del arroz en el Litoral Ecuatoriano (IG-CV-053)” fue auspiciado por el PROMSA/BIRF-MAG-BID y ejecutado por la ESPOL-Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales. Su objetivo central consistió en establecer el potencial fertilizante de la Azolla en el cultivo de arroz. En el laboratorio se estudió su taxonomía, encontrándose que la especie nativa corresponde a *Azolla caroliniana* Willd. Las azollas fueron inicialmente adaptadas al laboratorio; una vez que crecieron fueron pasadas a un invernadero para continuar estudiando sus requisitos de crecimiento; a continuación se estudió su desarrollo en el campo bajo distintas condiciones de fertilización. El rendimiento de la Azolla fresca fue de 20 t/ha/mes lo que equivale a 600 kg de nitrógeno por hectárea por año. La capacidad de fertilización de la Azolla se cifra en el rendimiento promedio de 7.42 t/ha de arroz, que se obtuvo en el cultivo de invierno, dosificando 40 t/ha de Azolla como fertilizante. Producir Azolla es negocio rentable que da una Tasa Interna de Retorno de 50.60 %. (Montaño, 2005)

De acuerdo a esta investigación se ha demostrado que los residuales de maíz y quinua pueden ser potenciales sustratos para el cultivo de hongo comestible *Pleurotus ostreatus* var *florida*. dentro del convenio ESPOCH-SENACYT., desarrollado en el Laboratorio de Biotecnología de la ESPOCH. La técnica que se utilizó fue la Fermentación en estado Sólido (FES). Se caracterizaron químicamente residuales con el fin de saber si cumplían con los parámetros necesarios de lignina y celulosa. Posteriormente el repique en tubos y cajas a nivel de laboratorio de la cepa del hongo en estudio, para obtener los inóculos. En el laboratorio se acondicionó la temperatura a 25°C y humedad a 80%, condiciones óptimas para la FES. Realizamos cinco tratamientos: tuza 100%, quinua 100% y en mezclas 50:50%, 70:30% y 30:70%. Determinándose rendimiento, eficiencia biológica y precocidad, se realizó un análisis del contenido de proteína del hongo. Observándose que el tratamiento 70:30 (tuza-quinua), dió mejor rendimiento,(51,52%); eficiencia biológica,(96,67%); y precocidad,(20). Mientras que los tratamientos de quinua y tuza 100% dieron los más altos porcentajes de proteína con valores de 32,12% en quinua y 33,69% en tuza, respectivamente. Las características lignocelulósicas de los residuales de maíz y quinua demuestran que si son potenciales sustratos para la producción a escala industrial de este hongo comestible. Se recomienda utilizar como tecnología la FES para

aprovechamiento biotecnológico de residuos agroindustriales sobre todo en la obtención de *Pleurotus ostreatus* por su alto valor nutritivo. (Toledo, 2008)

2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*)

Cásseres (1980), menciona que el brócoli es originario del Mediterráneo Oriental, (Asia Menor, Líbano, Siria, etc) y aunque se conocía en Europa, en el Ecuador el cultivo de brócoli se inicia hace poco tiempo, siendo introducido como cultivo comercial en la década de los ochenta y rápidamente se ha constituido en una hortaliza de exportación ya que está generando divisas y fuentes de trabajo.

Clasificación botánica

Valdez (1989), indica que pertenece al reino Plantae, subreino Antophyta, división Angiospermae, clase Dicotilodena, orden Rhodiales, familia Brassicaceae, género Brassica, especie Oleraceae, nombre científico *Brassica oleracea*, nombre vulgar brócoli.

Características botánicas.

- *Raíz.*

Guzmán, (2002), expresa que son profundas y una zona radicular amplia que le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y de nutrientes. Se adapta casi a todo tipo de suelos pero como todos los vegetales, prefieren suelos muy ligeros sino uniformes y profundos con buen drenaje. Existen raíces que alcanzan hasta 0,8 m de profundidad. Las raíces secundarias, terciarias y raicillas se encuentran entre los 20 y 60 cm dependiendo de la textura del suelo.

- *Tallo.*

Maroto, (2000), menciona que el brócoli desarrolla un tallo principal con un diámetro de 2 a 6 cm, 20 a 50 cm de largo, sobre el que se disponen las hojas con una apariencia de roseta de coliflor, donde termina la inflorescencia principal.

- *Hojas.*

Maroto (1983), dice que las hojas son de color verde oscura, rizado, festoneado con ligerísimas espículas, presentando un limbo foliar hendido, que en la base de la hoja puede dejar a ambos lados del nervio central pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de foliolos.

- *Flores.*

Las flores son perfectas, actinomorfas con cuatro pétalos libres de color amarillo y dispuestas en forma de cruz, a pesar de tener flores perfectas existe cierto grado de auto incompatibilidad el tipo de polinización es cruzada. (Cassares, 1996)

- *Inflorescencia.*

La inflorescencia está constituida por primordios florales inmaduros dispuestos en un corimbo primario en el extremo superior del tallo, los corimbos son de color variado según el cultivar del verde claro a verde púrpura mantienen muy poco tiempo la compactación por lo que es producto altamente perecible. (Maroto, 2000)

- *Fruto.*

Maroto, (2000), indica que el brócoli es una silicua con más de 10 semillas que a su madurez salen libremente al exterior.

- *Semilla.*

Son redondas de color pardo oscuro, tienen 2 mm y se encuentran en número de 250-300 semillas/grano dependiendo del cultivar. (Hessayon, 1998)

Guarro, (1999), expone que las semillas son redondas de color pardusco; en un gramo pueden existir de 250 a 300 semillas, dependiendo del cultivar con una capacidad germinativa de cuatro años.

Fases del cultivo

En el desarrollo de brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

- *Crecimiento.*

InfoAgro, (2016), indica que la planta desarrolla solamente hojas.

- *Inducción floral.*

Después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento. (InfoAgro, 2016)

- *Formación de pellas.*

La planta en la yema terminal desarrolla una pella y al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal. (InfoAgro, 2016)

- *Floración.*

Namensy, (1993) agrega que los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud con apertura de las flores.

- *Fructificación.*

Se forman frutos (silicuas) y semillas. (InfoAgro, 2016)

Requerimientos del cultivo

- *Ecología.*

Higuita (1990), menciona que las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli son aquellas caracterizadas por bosques secos y zonas húmedas montano bajas, con clima templado frío, lo que convierte a la sierra ecuatoriana en la región productiva por excelencia.

- *Temperatura.*

El rango óptimo es de 13-15°C. La calidad de la inflorescencia es mejor cuando la madurez ocurre en una temperatura promedio mensual de 15°C, aproximadamente. (Higuita, 1990)

Hume, (1992) manifiesta que si la temperatura es mayor a los rangos es óptimos el proceso de maduración se retrasa produciendo cabezas dispersas menos compactas y descoloridas; incluso el sabor es más fuerte que el brócoli de maduración normal. Agrega además que dependiendo de su estado de desarrollo, el cultivo presenta una ligera tolerancia a las heladas. El daño puede ser mínimo si las inflorescencias están ya formadas, de lo contrario se producen manchas de color marrón que señalan el deterioro

del cultivo. Si la temperatura se mantiene en 6 grados centígrados durante más de 8 horas, causa la muerte del cultivo.

- *Precipitación.*

CENDES (1992) menciona que la precipitación anual es de entre 800-1200 mm.

- *Humedad relativa.*

La humedad relativa es: no menor al 70% y se espera un 80% como condición ideal. (CENDES, 1992)

- *Altura sobre el nivel del mar.*

La altura está entre 2600 y los 3000 m.s.n.m. (CENDES, 1992)

Suelo

- *Propiedades físicas.*

Las brassicáceas en general presentan las conveniencias de adaptarse y crecer en distintos tipos de suelos; sin embargo, los niveles de desarrollo son mejores si el suelo presenta condiciones óptimas para cada variedad. En el caso del brócoli el suelo debe ser profundo, de textura media a franca, estructura friable, de fácil drenaje pero con la capacidad de retener nutrientes. (InfoAgro, 2016)

- *Propiedades químicas.*

El pH para un buen desarrollo del brócoli fresco debe estar entre 6-6,8. La calidad adecuada de agua debe presentar una baja concentración de sales, que a su vez

contengan porcentajes bajos de cloruros y sulfatos. Es importante que exista un alto porcentaje de materia orgánica para evitar problemas en el desarrollo radicular de las plantas y en la compactación de los suelos; estos problemas causan mala aireación y rendimientos bajos. La fertilización constituye uno de los principales factores que limitan la producción agrícola, pues los cultivos absorben solo una fracción de fertilizantes aplicados que oscila entre 10 y 60%. (AGROMAR, 2014)

Necesidades nutricionales de brócoli.

El cultivo del brócoli es recomendable adicionar 200 kg de nitrógeno/ha; 220 kg de P₂O₅/ha y 200 kg de K₂O. (CENDES, 1992)

Valor nutricional

Pascual (1994), menciona que el brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitamina C, B2 y vitamina A es elevado: además suministra cantidades significativas de minerales:

Proteínas (g) 5,45

Lípidos 0,3

Glúcidos 4,86

Vitaminas A (U.I) 3500

Vitaminas B1 (mg) 100

Vitaminas B2 210

Vitamina 118

Calcio 130

Fosforo 76

Hierro 1,3

Calorías 42-32

Manejo del cultivo.

- *Semilleros.*

Cassares (1996), manifiesta que al ser el brócoli una hortaliza de trasplante, la semilla se coloca en semilleros o en pilones hasta que germine. Los semilleros son camas de tierra con fertilizantes, delimitados con bloques de madera y ubicados bajo galpones.

El mismo autor cita que el sistema tradicional de producción de plántulas en almacigo está siendo sustituido por la producción en pilones. Además las empresas productoras de plántulas ya emplean este sistema puesto que el resultado es una planta más fuerte y saludable con relación a las plántulas producidas en viveros de almácigos. El sistema de pilones induce el crecimiento y fortalecimiento de la raíz y retarda el crecimiento de hojas y tallos. El índice de mortalidad de las plántulas provenientes de pilones es apenas el 10% mientras que en almacigo es de 30 a 40%. (Cassares, 1996)

Sustratos

Utilizar el término sustrato es referirse al material que se utiliza para llenar el recipiente de cultivo que, es el reemplazante de la tierra. Es decir, es el medio donde van a crecer las raíces, y de donde estas van extraer los nutrientes para compartir entre todas las partes de la planta durante su crecimiento inicial. La selección de un buen sustrato es el factor más importante para el éxito de las plantas obtenidas en la pilonera. (Clavijo, 2008)

- *Características de un buen sustrato*

Según Llurba (1997), para que un sustrato sea el adecuado, debe tener las siguientes características:

Debe ser ligero, para permitir que disminuya el peso en las bandejas y facilitar su transporte y el de los recipientes.

Es necesario que contenga gran cantidad de poros (es decir, espacios libres), lo cual permitirá que las raíces se desarrollen fácilmente facilitando la circulación del agua, al efectuar los riegos.

También deben tener un buen contenido de nutrientes, generalmente la mayoría de sustratos aportan poca cantidad de nutrientes a la plántulas, por lo que será necesario aplicar al sustrato un abono orgánico.

Un sustrato adecuado es necesario que posea una buena estabilidad, para que mantenga sus propiedades durante varios meses.

Actualmente los sustratos que poseen la mayor parte de estas características mencionadas son los denominados orgánicos o tierras vegetales.

- *Los Sustratos en la producción de planta en vivero*

Para Terres, *et al* (1997), los sustratos de producción deben de tener unas características:

Poseer en lo posible una granulometría uniforme.

Mantener una estabilidad química y no poseer elementos fitotóxicos.

Al momento de realizar la desinfección, debe permanecer estable.

Gran facilidad para realizar la mezcla.

En lo posible Poder ser reutilizados.

Es necesaria una aireación adecuada.

Resistir al lavado de nutrientes, en todo el tiempo de uso.

Un bajo costo, buena retención de humedad

Bajo peso y baja contracción de volumen.

Control del pH.

Un buen sustrato posee actividad supresora ante patógenos

- *Características de los sustratos*

A lo que denominamos sustrato es un sistema formado por una parte sólida y otra porosa. Su estructura física está formada por un esqueleto sólido que conforma un espacio de poros. Deben existir poros entre partículas y dentro de ellas. La porosidad de un sustrato se expresa como el % de espacio poroso en relación al volumen aparente del sustrato. (Terres *et al*, 1997)

La porosidad interna de algunos sustratos puede hacerse accesible a través de la fracturas generadas por las hifas de los hongos, también la porosidad está influida por el contenedor es mayor cerca de las paredes, y el tamaño del contenedor también afecta a la porosidad. (Terres *et al*, 1997)

- *El agua en el sustrato*

El agua disponible suele encontrarse en los poros, cuando llegan a estar llenos se dice que el sustrato está saturado. Es necesario conocer que el contenido de agua de un sustrato está influido por la altura del contenedor, a mayor altura menos agua (Llurba, 1997).

- *El aire en los sustratos*

Un punto muy importante es la aireación, pues las raíces absorben y liberan CO₂, los microorganismos también precisan O₂ y compiten por la planta por él. Si el aire no se renueva pueden producirse fermentaciones anaerobias, originándose metano y etileno. (Llurba, 1997)

- *Reacciones químicas en el sustrato*

La fertilidad del sustrato y el manejo del abonado pueden depender de la reactividad del sustrato que ocasiona que el material no sea estable en el tiempo. (Llurba, 1997)

Conceptos: “Capacidad tampón: este tema se refiere la capacidad del sustrato para mantener la concentración de nutrientes” (Terres *et al.*, 1997)

“Conductividad eléctrica: en cambio la CE expresa la concentración de sales ionizadas en la solución del sustrato” (Terres et al., 1997)

Intercambio catiónico (CIC o CEC): como es conocido la materia orgánica contiene grupos químicos capaces de captar iones de hidrógeno. Los cationes adsorbidos en la superficie de las partículas del sustrato pueden ser reemplazados por otros cationes, actuando de esta manera como reserva de elementos nutritivos del sustrato. Este proceso es el intercambio catiónico. Es muy importante en los procesos de adsorción de nutrientes por las plantas ya que los cationes adsorbidos son disponibles para las plantas por intercambio de iones de H generados por la respiración celular. En resumen la CIC es la capacidad de un sustrato de adsorber e intercambiar iones. Los iones de cambio se pueden mantener mediante aportes continuos de una disolución nutritiva. (Terres et al., 1997)

La materia orgánica en el sustrato: esta actúa de una manera de un reservorio dosificador de nutrientes, por su alta CIC y por la capacidad de transformar cationes metálicos en complejos asimilables a las plantas, actúa a su vez como sumidero de metales pesados, al sufrir ataques de microbios libera compuestos que se mineralizan en N y P mejorando la fertilidad. (Terres et al., 1997)

El humus es el resultado final de la descomposición de materia orgánica, conjuntamente con elementos mineralizados. Las sustancias húmicas cumplen un papel muy importante en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, estos forman complejos con metales como el hierro, manganeso, cadmio y cobre y contribuyen a mejorar la absorción de P, K, calcio y Mg. (Terres et al., 1997)

Relación C/N: “Este es un parámetro que indica la descomposición de la materia orgánica, disminuye con la compostación, varía entre 5 y 30 para un material compostado, valores inferiores a 20 suelen indicar madurez y estabilidad” (Terres et al., 1997)

- *Problemas ecológicos derivados de la utilización de sustratos*

Pero no todo es color de rosa, la implantación de un cultivo en sustratos ha sobrellevado un aumento gradual del impacto causado en los lugares donde estos

productos son extraídos, siendo bien graves los daños ecológicos que producen por la explotación de las turberas del norte de Europa. (Maroto, 2000)

Maroto (2000), manifiesta que: en efecto, la turba, se encuentra de forma natural en depósitos que se han formado por los restos de materias orgánicas diversas en un ambiente carente de oxígeno, tan solo pueden darse en zonas de encharcamientos permanentes, en compañía de temperaturas frías durante gran parte del año. El problema es que tan solo reúnen estas condiciones el extremo norte de los continentes Eurasiático y Norteamericano. Estos depósitos no suelen superar los 10 m de espesor y su explotación masiva está causando en la actualidad graves problemas en amplias zonas de Finlandia y Rusia. (p.321)

Por ende la creciente sensibilidad hacia esta problemática está haciendo que se utilicen cada vez más sustratos distintos para evitar este problema. Algunos de los más estudiados están subproductos de la industria maderera (compost de corteza de pino) o de la agrícola (fibra de corteza de coco, algunas fibras de pajas vegetales). (Maroto, 2000)

- *Propiedades de un sustrato*

El sustrato que utilicemos, tiene que reunir varias condiciones básicas y otras no tan básicas para cada planta. Por lo general, las plantas que utilizamos son especies adaptadas (y no tan adaptadas) importadas de otros países, incluso continentes. Esto implica que debemos simular de la mejor manera posible las condiciones del entorno donde se desarrollaron de forma primitiva, si queremos unos resultados óptimos y una variedad vegetal sin precedente. Para eso debemos empezar, como por ejemplo en una casa se tratase, primero por los cimientos. (Hartmann & Kester, 2007)

Lo principal que debemos tener en cuenta es que el sustrato ante efectos fisicoquímicos, no tiene las mismas características de un suelo. Un sustrato debe ser mucho más aireado en relación al poco peso que genera el volumen contenido en una bandeja. Pero una de las diferencias más importantes, es quizá el contenido en materia orgánica. (Hartmann & Kester, 2007)

Actualmente, un suelo con un 3% de MO se considera un buen suelo. La gran mayoría están entre el 1% y el 2% y a veces no se llega ni al 1%. Un sustrato no obstante, perfectamente puede llegar a niveles del 70% en materia orgánica, inclusive pudiendo ser cercanos al 90% en algunos casos. Otros factores importantes para la selección o creación de un sustrato serán la porosidad o capacidad de intercambio de aire, y la capacidad de retención de agua. En el caso del agua, también es importante no solo la capacidad de retenerla sino también la cantidad disponible para la planta. Probablemente la última característica de un sustrato aunque pueda parecer obvia, es el soporte para el desarrollo de la planta. (Hartmann & Kester, 2007)

- *Sustratos naturales*

Arena: este es uno de los sustratos que se utiliza mayormente por su fácil manera de uso, granulometría y porque presta un buen drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato. Mediante pruebas realizadas se ha detectado que las mejores arenas para este fin, son las provenientes de río. Poseen una capacidad de retención de agua media. El único problemilla que podemos tener, es que con el tiempo perderemos un poco de la fase aérea debido a la compactación por lo tanto la capacidad de aireación disminuirá levemente. Otro aspecto interesante es que apenas se degradan con el tiempo. (Fernandez *et al*, 1988)

Gravas: otro sustrato también muy utilizado. Buena estabilidad estructural, baja capacidad de retención de agua (drenante), pero en cambio su porosidad es alta por lo que ayudan a la aireación general del sustrato. También son muy estables como las arenas de río, así que tendremos grava para buen tiempo. Las mejores son las de cuarzo, y las que tengan poco contenido en carbonato de calcio. La piedra pómez es otra interesante pero debe ser lavada antes de su utilización. (Fernández *et al*, 1998)

Grava volcánica: La procedencia de este material resulta ser obvia. Es un compuesto principalmente por óxidos de Si y Al, entre otros. Como algunas ventajas podríamos decir que contiene algunos micro y macronutrientes como Ca, Mg y P. El pH es algo ácido y su capacidad de retención de agua es prácticamente nula. (Fernández *et al*, 1998)

Turba: de igual manera como los tres materiales anteriores se podrían considerar inertes, en la turba ya nos salimos un poco de esta clasificación. La turba se refiere a la primera fase de formación del carbón mineral partiendo de restos vegetales, la composición es muy variable, distinguimos entre turbas rubias y negras. Las primeras son menos mineralizadas y por ende un mayor contenido en MO son muy utilizadas en semilleros por ejemplo. Las genuinas y buenas turbas rubias son las compuestas por restos de musgos del norte de Europa. Las negras, todo lo contrario, tienen más contenido mineral, pero su estabilidad es mejor. Al momento de comprar turba tenemos que poner mayor cuidado que con otros sustratos. Al variar su composición en función de su procedencia debemos tenerlo en cuenta. (Fernández et al, 1998)

Fibra de coco: es un material muy utilizado para este fin. Tiene una muy buena capacidad de retención de agua y a su vez buena capacidad de aireación. Suele contener sales así que debe lavarse. (Fernández et al, 1998)

Estiércol: debe estar previamente tratado, en compost y descompuesto para su utilización directa. Posee un alto contenido en materia orgánica, dependerá también del tipo de estiércol del que se trate y de su nivel de compostado. Su capacidad de retención de agua es muy buena también. (Fernández et al, 1998)

Humus de lombriz: este es un tipo de compost elaborado sabiamente por la lombriz roja californiana, a este pequeño anélido le debemos mucho. Este sustrato es uno de los mejores actualmente, su aporte en nutrientes disponibles es excepcional, además de mejorar la estructura del sustrato y su composición química. (Fernández et al, 1998)

Corteza de pino: es también muy utilizada de las cortezas puede que se lleve la palma. Se utiliza tanto fresca como en compost, siendo el más recomendable. Las que son frescas pueden causarnos problemas de fitotoxicidad. Tiene buena capacidad de aireación y su capacidad de retención de agua es media-baja. (Fernández et al, 1998)

Piedra pómez o pomina: al utilizar la pomina como medio de enraizamiento se tiene un buen resultado por ser un material esponjoso y poroso que atrapa el aire impidiendo así que se sature de agua por completo; es químicamente inerte y de reacción

neutra. Las partículas presentan un diámetro de 0,0015 a 0,0031 m. (Fernández et al, 1998)

Entre varias definiciones que se pueden dar a los sustratos algunos manifiestan su punto de vista; Hartmann & Kester (2007), sostienen:

Aquel sustrato es una roca volcánica que originalmente se hizo espuma debido a los gases, proporcionándole así una textura esponjosa. Aquel material es inerte y de reacción neutra. En la propagación se utilizan las partículas que van de 0,00158 a 0,00317 m de diámetro.

- *Sustratos artificiales*

En determinadas ocasiones podremos necesitar alguno de estos sustratos porque puedan tener propiedades necesarias para un caso definido. Algunos de los artificiales como las arcillas expandidas o las perlitas y vermiculitas tienen unas propiedades excelentes. (Fernández et al, 1998)

Perlita: posee gran capacidad de retención de agua, puede llegar hasta 5 veces su peso, pero a su vez, gran porosidad. Es un excelente componente que proviene de gravas volcánicas a las que se les aplica un tratamiento térmico para que adquiera dichas propiedades. Muy utilizada junto con la vermiculita en sustratos para semillero. También tiene una durabilidad aceptable, aproximadamente 6 años. (Fernández et al, 1998)

Vermiculita: es un mineral perteneciente a la familia de las micas compuesto por silicatos de Al, Mg y Fe, al que se le trata térmicamente adquiriendo un volumen muy superior al original. Esta expansión es la que le confiere las características de alta capacidad de retención de agua y capacidad de aireación aunque este último se llegue a perder con el tiempo por la compactación así como pasa con las arenas. (Fernández et al, 1998)

Arlitas: estas son conocidas también como arcillas expandidas, deben tratarse térmicamente para que adquieran un volumen muy superior a su peso y ganen en porosidad, esa es su gran virtud, ya que por el lado contrario tenemos una baja capacidad de retención de agua. (Fernández et al, 1998)

Lana de roca: Este sustrato es fabricado a partir de roca volcánica, se lo utiliza mucho en la industria de la construcción por sus propiedades ignífugas e insonorizantes, pero también tiene su aplicación para crear un sustrato para plantas. Como ventaja de este material se puede decir que consigue tener una buena capacidad de retención de agua y a la vez conseguir una aireación aceptable. Se puede llegar a degradar con el tiempo. (Fernández et al, 1998)

Poliestireno expandido: aunque es un plástico, ha sido y sigue siendo utilizado como componente aireador de muchos sustratos. El bajo precio puede ser un buen motivo de su uso tan común. Posee una baja capacidad de retención de agua. (Fernández et al, 1998)

- *Sustratos comerciales*

Se puede decir que es el camino fácil, pero no por ello lo peor. Indudablemente tendremos una selección de sustratos generales, como es el sustrato universal, que nos servirán para la gran mayoría de plantas pero no siempre de forma óptima. En la actualidad existen también sustratos específicos para cactus, para plantas acidófilas, y un sin número de ellos que están formulados para especies y plantas específicas. (Fernández et al, 1998)

Es necesario aclarar que no hay un material mejor, ni perfecto para realizar un sustrato. Esto es como en la cocina, la correcta mezcla de ingredientes es lo que hace un gran plato. Aquí pasa algo similar. La combinación adecuada de materiales es la que da las características fisicoquímicas necesarias para cada planta.

2.2.2 AZOLLA ANABENA

La *Azolla sp.* es un helecho acuático que alberga en sus cavidades basales de la fronda una cianobacteria del género *Anabaena sp.* En el ámbito ecológico la *Azolla* es responsable del aumento sustancial de N del ambiente puesto que durante su vida fija nitrógeno y al morir el nitrógeno fijado puede ser utilizado por las plantas a su alrededor. La asociación de *Azolla anabaena* tiene un alto potencial como abono verde en los cultivos de arroz en las zonas tropicales, con una fijación aproximada de 600 kg de

N/ha/año en condiciones óptimas de luz, T y composición química del sustrato. (Petters, 1985)

Actualmente se tiene información que en China y Vietnam se cultiva *Azolla* comercialmente, en donde se la ha utilizado por años como abono verde en sembríos de arroz por inundación. En China su uso se remonta al menos a la época de la dinastía Ming mientras que los registros de Vietnam datan del siglo 11. En el Ecuador, algunos trabajos preliminares establecen la presencia de *Azolla* nativa en la Costa y sus bondades como abono verde sobre los campos de arroz. (Ramírez, 1986)

Características de Azolla Anabaena

Gracias a la capacidad de fijación de nitrógeno, se las usan para incrementar la productividad en la agricultura en partes del sudeste de Asia. En la etapa en que los campos de arroz se inundan en primavera, se los puede inocular con *Azolla*, y debido a su rápida multiplicación, cubre el agua, logrando suprimir malezas. Cuando las *Azolla* mueren, estas contribuyen con nitrógeno que posteriormente el arroz tomará por las raíces, y en vista de que los campos de arroz se secan, todas las *Azolla* eventualmente mueren, logrando un excelente abono verde, pudiendo proveer más de 9 y/ha/año de proteína FAO figures. Así, *Azolla* puede reemplazar agroquímicos. (Espinoza & Gutierrez , 2004)

La mayoría de las especies producen grandes cantidades de antocianinas en presencia del sol brillante, creando una intensa coloración rojiza la cual da la sensación de cubrir la superficie acuosa con una alfombra roja. Esta puede desarrollar en temperaturas frescas, con prolongadas heladas en invierno, y a veces no pueden pasar el invierno así. También son utilizadas como planta ornamental. (Espinoza & Gutierrez , 2004)

Azolla tiene gametocitos machos y hembras microscópicos los cuales se desarrollan dentro de las esporas macho y hembra. El gametocito femenino proviene del

megaesporo y sostiene de uno a varios arquegonios, cada uno conteniendo un solo huevo. El microesporo forma un gametofito femenino con un solo anteridio que producirá ocho espermios nadantes. El gloquidio barbado en los clusters de esporos masculinos presumiblemente les causa que se fijen a las megaesporas femeninas, logrando así la fertilización. (Quinteros, 1995)

Azolla tiene un amplio intervalo de distribución de pisos altitudinales, puede desarrollarse desde cerca del nivel del mar hasta 5.000 msnm. Pero generalmente, *Azolla* prefiere condiciones frías y semisombreadas y se desarrolla mejor en contenidos altos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo. (Carrapico, 2001)

En la agricultura Azolla Anabaena

La utilización de organismos que fijan nitrógeno como *Azolla* puede ayudar a mejorar una agricultura más sustentable, por una disminución del riesgo de problemas asociados con los efectos contrarios sobre la fertilidad del suelo que causa el uso por largos periodos de tiempo de fertilizantes químicos. No obstante, es necesario evaluar el impacto de aplicación de grandes cantidades del helecho sobre la emanación de gases invernadero como CO₂ y N₂O, que se producen como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica y la desnitrificación del NO₃ producido como consecuencia de la descomposición, condiciones anaeróbicas y C presente. (Espinoza & Gutierrez , 2004)

Se debe sembrar el helecho a una proporción de 7,5 a 10 t/ha, en los campos preparados e inundados para plantar arroz, cuando ha alcanzado la densidad necesaria (entre 5 a 10 días; aproximadamente, 22 a 25 t/ha), se saca el agua y se incorpora al suelo. Una vez que la *Azolla* es incorporada al suelo el nitrógeno orgánico que contiene en su estructura celular se mineraliza, y de esta manera queda disponible para la planta de arroz. Por otra parte, la asociación en simbiosis normalmente excreta al ambiente acuático 25% del nitrógeno fijado en un período aproximado de 30 días de incubación. La incorporación de *Azolla* al cultivo de arroz proporciona 50% del N necesario para

producir 5 t. A pesar de las grandes cantidades de N que la asociación simbiótica *Azolla-anabaena* aporta para el cultivo de arroz, algunos experimentos realizados en África han demostrado que la mejor producción del cultivo (2.835 kg/ha) se obtiene cuando *Azolla* se utiliza en mezcla con urea a una proporción de 7.000 kg *Azolla*/ha + 43,5 kg N/ha, comparado con fertilizante químico donde se obtuvo una producción de arroz de 3.158 kg/ha. (Carrapico, 2001)

Debido a sus características de crecimiento y siendo un potencial fijador de nitrógeno, *Azolla* es un gran fuente de N para algunos sistemas agrícolas. El nitrógeno que se produce por la fijación simbiótica, puede ser disponible para la planta de arroz y otros cultivos, ya sea por descomposición del helecho *Azolla*, o por excreción del nitrógeno al ambiente. (Baca, 2006)

Tuza del maíz

El residuo del desgranado del maíz (*Zea mays* L.) se conoce como olote de maíz, un tejido esponjoso y blanco que representa la médula donde se almacenan las reservas alimenticias del cereal. Está compuesto en base seca por celulosa (45 %), hemicelulosa (35 %) y lignina (15 %), de los cuales la hemicelulosa se compone mayoritariamente por xilano de olote (28-35 % base seca) uno de los heteroxilanos complejos que contiene residuos de xilosa con enlaces β -1,4 (Saha y Bothast, 1999). El xilano de olote de maíz se compone principalmente de xilosa (48-54 %), arabinosa (33-35 %), galactosa (5-11 %) y ácido glucurónico (3-6 %) (Doner y Hicks, 1997; Saha y col., 2003). Estas características le confieren al olote la posibilidad de ser empleado como sustrato en la producción de la enzima xilanasa. (Robledo, 2012)

El olote se emplea como forraje y soporte para disminuir la erosión en la tierra, ambos procesos con bajos rendimientos y poco redituables, de otra manera, los residuos del maíz son incinerados o esparcidos en la intemperie, generando contaminación ambiental. Para emplear los residuos de la cosecha del maíz, evitando la contaminación por ellos y además generar metabolitos de interés como lo es la enzima xilanasa, se

requiere el desarrollo de tecnologías que nos permitan obtener altos rendimientos de ésta enzima, empleando el olote como soporte-sustrato. (Robledo, 2012)

BM2

Según EDIFARM (2017) los datos técnicos del sustrato BM2 son los siguientes:

- **FORMULACIÓN:** mezcla física.
- **COMPOSICIÓN:** Turba fina, Perlita fina, Vermiculita fina, Cal dolomita, Cal cálcica, Agente humectante no iónico, Carga inicial de fertilizante
- **GENERALIDADES:** BM2 Y BM2 GREEN GIANT son sustratos para germinación a base de turba esfagnacea canadiense. Consiste en una mezcla de fibras finas, vermiculita fina y perlita fina, diseñada especialmente para semilleros y bandejas. Promueve rápida y uniforme germinación, así como desarrollo de raíces.
- **USO DEL PRODUCTO:** Descompactar la funda con 20 litros de agua, mezclar bien hasta tener una turba húmeda pero no mojada.
- **CULTIVOS RECOMENDADOS:** Cualquier cultivo que se desee germinar.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPOTESIS

Los sustratos de tuza del Maíz y Azolla Anabaena mejoraran las características agronómicas para las plántulas de Brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. Itálica)

3.2 OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la tuza de maíz y Azolla anabaena como sustrato para mejorar las características de las plántulas de Brócoli. (*Brassica oleracea* L. Var. Itálica)

Objetivos específicos

- Establecer el porcentaje adecuado de tuza de maíz y *Azolla anabaena* como sustrato para producción de plantas de Brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. Itálica)
- Determinar las características físico-químicas del sustrato elaborado con tuza de maíz y *Azolla anabaena*.
- Determinar la capacidad de retención de la humedad de los sustratos a evaluar.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Este estudio se realizó en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Montalvo, Barrio Luz de América, en la propiedad del Ing. Segundo Curay, a una latitud de: 01°24'00" S, longitud: 78°23'00" W, y con una altitud de 2600msnm. (IGM, 2017)

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

Clima

Según (INAMHI, 2016) en el sector de Querochaca se registraron los siguientes datos:

- Temperatura máxima promedio: 16,3 °C
- Temperatura mínima promedio: 8,7 °C
- Humedad relativa promedio: 68%
- Velocidad del viento promedio: 1,2 km/h
- Precipitación anual: 465 mm

Agua

El agua es tomada del ramal norte canal Ambato-Huachi- Pelileo, el mismo que es almacenado en un tanque reservorio para disposición de acuerdo a las necesidades. Además mediante un análisis obtuvimos los siguientes resultados: pH: 7,82, C.E: 0,3 milimhos/cm, alcalinidad: 140,2 mg/l, y una dureza total: 110,2 mg/l. (UTA, 2016)

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Tuza de Maíz.
- Azolla Anabaena.
- Semillas de Brócoli Variedad Coronado.
- Bandejas de germinación.
- Calibrador vernier.
- Flexómetro.
- Probeta.
- Regadera.
- Balanzas.
- Fertilizantes:
 - Nitrato de calcio
 - Nitrato de Potasio
 - Nitrato de Amonio
 - Nitrato de magnesio
- Raizal
- Nutri floración
- Hakaphos producción
- Oligomix
- Quelato de manganeso
- Quelato de hierro

4.4. FACTORES DE ESTUDIO

Sustratos

- Tuza de Maíz
- Azolla Anabaena

4.5 TRATAMIENTOS

Tabla 1: Tratamientos aplicados

N°	Símbolo	Sustratos
1	T1	Tuza de Maíz 100%
2	T2	Azolla Anabaena 100%
3	T3	Tuza de Maíz 50% - Azolla Anabaena 50%
4	T4	Tuza de Maíz 75% - Azolla Anabaena 25%
5	T5	Tuza de Maíz 25% - Azolla Anabaena 75%
6	T6	BM2 (Sustrato comercial)

4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y seis repeticiones.

4.7 VARIABLES RESPUESTA

Grosor de Tallo.

Se registró el grosor del tallo, midiendo con un calibrador vernier a altura media a 10 plántulas tomadas al azar de la parcela neta, el registro se efectuó a los 28 días de la siembra.

Altura de Planta.

Se registró la altura de plántula, midiendo con flexómetro desde el cuello hasta el ápice de la hoja bandera, a 10 plántulas tomadas al azar de la parcela neta, la lectura se efectuó a los 28 días de la siembra.

Volumen de Radicular.

Se determinó el volumen del sistema radicular, a diez plántulas tomadas al azar de la parcela neta, mediante el método volumétrico, utilizando una probeta de 50 ml, a los 28 días de la siembra.

Análisis Foliar

Se realizó un análisis a los 28 días después de la siembra los mismos que fueron enviados al Laboratorio de Suelos, Aguas y Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Capacidad de retención de humedad

En una funda plástica, colocar una porción de tierra, previamente procesada. Tomar las dimensiones de la funda de la muestra, y sacar su volumen. Realizar perforaciones en la base de la funda; con una probeta verter agua en la funda, la cantidad de agua es la mitad del volumen de la tierra. Pesar el agua más la funda que contiene la tierra. Tome el tiempo hasta que el agua salga por los orificios, recoger el agua durante una hora. Medir el agua recogida, y corresponde al agua gravitacional. En otro recipiente filtrar el agua por 24 horas medir el agua recogida, esta corresponde al agua capilar. Romper la funda y exponer la muestra al aire, durante 24 horas. Tomar una muestra de la tierra, pesar y colocar en un crisol, colocar en la estufa a 125° C por 5 horas. Sacar la muestra, pesar y calcular por diferencia de pesos el agua microscópica. (UTA, 2017)

4.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la interpretación de los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación se utilizó el análisis de varianza (ADEVA), con la prueba de significación de Tukey al 5%, aplicando el programa INFOSTAT versión 2015.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ANÁLISIS DEL SUSTRATO.

Tabla 2: Análisis de laboratorio de los sustratos utilizados

Cod. Cliente	Lab. N°	pH	CE us/cm	Análisis									
				N	P2O5	K2O	CaO	MgO	C	Relación C:N	Cu	Mn	Zn
				%	%	%	%	%	%		ppm	ppm	ppm
T1	82,6	6,05	1275	1,14	0,87	0,34	2,96	0,67	45,58	23:30	19	38	58
T2	82,5	6,35	1948	1,51	1,38	0,16	2,86	0,54	35,18	39:38	19	353	37
T3	82,4	6,33	1888	1,39	0,90	0,1	2,5	1,28	42,98	30:92	20	159	20
T4	82,3	6,33	1493	1,25	0,76	0,1	1,37	0,28	43,65	34:92	39	96	39
T5	82,2	6,29	2004	1,50	0,85	0,26	2,7	0,47	39,12	26:08	20	223	20
BM2	82,1	4,96	720	0,71	1,35	0,09	6,12	3,28	35,24	49:63	20	79	40

En el análisis de laboratorio de cada sustrato se puede observar la relación C/N que presenta cada uno de los tratamientos, siendo el sustrato comercial BM2 con 49:63 el que tiene un valor más alto y el T2 tuza de maíz al 100% el más bajo con 23:30

La relación C/N es considerado importante por la disponibilidad del N mineral que las plantas pueden absorber. El N es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantulas a partir de la germinación de la semilla. En la relación C/N se puede entender también que a partir de esto la actividad microbiana comenzará su actividad conjuntamente con otros parámetros como humedad, temperatura y aireación pudiendo ser ésta rápida o lenta. Por lo tanto también se entiende que ese trabajo que realizarán los microorganismos, serán para la transformación del nitrógeno orgánico al mineral que necesita la planta.

Los microorganismos utilizan generalmente 30 partes de C por cada una de N. (Jhorar, Phogat, & Malik , 1991). En el caso de los diferentes sustratos utilizados en el ensayo

vemos que tienden a tener cantidades altas de carbono-nitrógeno, pudiendo así ser una fuente de disponibilidad continua del nitrógeno mineral en el transcurso del crecimiento de la plántula.

Haciendo un análisis general de los sustratos y la relación C/N que éstos presentan, observamos que el sustrato comercial BM2 tiene mayor relación a diferencia de los otros, podríamos estimar este resultado posiblemente porque éste en su mayoría se encuentra formado por turba, la misma que es rica en carbono.

En cuanto a la Azolla se puede mencionar que al ser un helecho acuático ya contiene nitrógeno por ser un vegetal y por ende estará en disponibilidad de la planta en su proceso de descomposición o mineralización. Por ésta razón vemos que si tiene un contenido alto de relación C/N

La tuza de maíz muestra una relación C/N más baja 23:30 en el tratamiento T2, la relación de este sustrato es menor probablemente las variables respuesta también se vieron afectadas y por eso obtuvo valores menores a comparación con los otros sustratos.

Tabla 3: Desempeño de las variables agronómicas del cultivo de brócoli sembradas con diferentes sustratos

Tratamientos	Variables respuestas		
	Grosor del tallo (cm)	Altura planta (cm)	Volúmen radicular (cc)
Solo tuza	0,12 ^b ^c	2,06 ^c	0,26 ^d
Solo Azolla	0,17 ^{ab}	4,92 ^a	0,49 ^b
50% tuza + 50% azolla	0,12 ^c	2,66 ^c	0,26 ^d
75% tuza + 25% azolla	0,12 ^c	2,53 ^c	0,19 ^d
25% tuza + 75% azolla	0,14 ^{bc}	3,73 ^b	0,40 ^c
BM2 (comercial)	0,18 ^a	5,27 ^a	0,61 ^a
EE	0,01	0,17	0,02
Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV ¹ (%)	10,76	11,51	12,26

5.2 GROSOR DEL TALLO

En cuanto a los resultados obtenidos para grosor del tallo, con $P < 0,0001$ los valores mayores alcanzaron los tratamientos BM2 (comercial) con 0,18 cm, compartiendo el rango se encuentra el tratamiento solo Azolla Anabaena con 0,17 cm. Los tratamientos que alcanzaron el menor valor fueron los que se utilizaron 50% tuza + 50% Azolla Anabaena y 75% tuza + 25% Azolla Anabaena, con 0,12 cm cada uno.

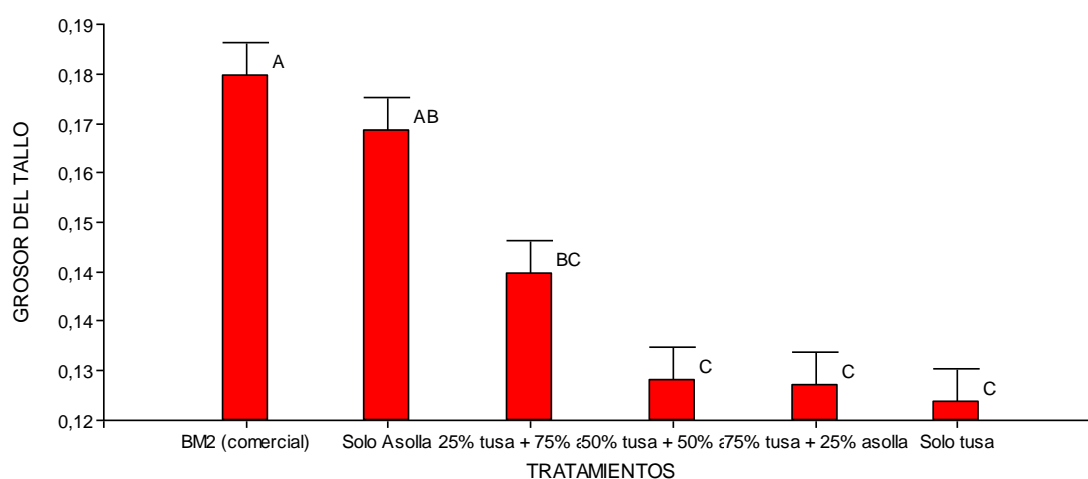


Figura 1: Grosor del tallo

El fósforo es uno de los nutrientes más limitantes en el crecimiento y desarrollo de la planta junto con el Nitrógeno. En general, hojas, tallos y peciolo maduros se observan de color verde oscuro o azulado o pueden ser morados. Las hojas pueden verse enrolladas. Las plantas tienen un desarrollo lento, la floración se demora, el sistema radical es pobre y las plantas son bastante susceptibles a infecciones. (Xiang-wen et ál. 2008)

En la deficiencia de fósforo se presentan hojas con un verde oscuro apagado que adquiere luego un color rojizo o púrpura característicos y llegan a secarse. Además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas, menor desarrollo radicular, menor floración y menor cuajado de frutos (INFOJARDIN, 2006).

5.3 ALTURA DE PLÁNTULA

Respecto a los resultados de la variable altura de planta (tabla 1 y figura 2), con $P < 0,0001$ el valor más alto se encuentra el tratamiento BM2 (comercial) con 5,27 cm, comparte también este rango el que se utilizó solo Azolla anabaena T2 con un promedio de 4,92 cm; en comparación con el tratamiento solo tusa T1 que obtuvo la menor altura de planta con 2,06 cm

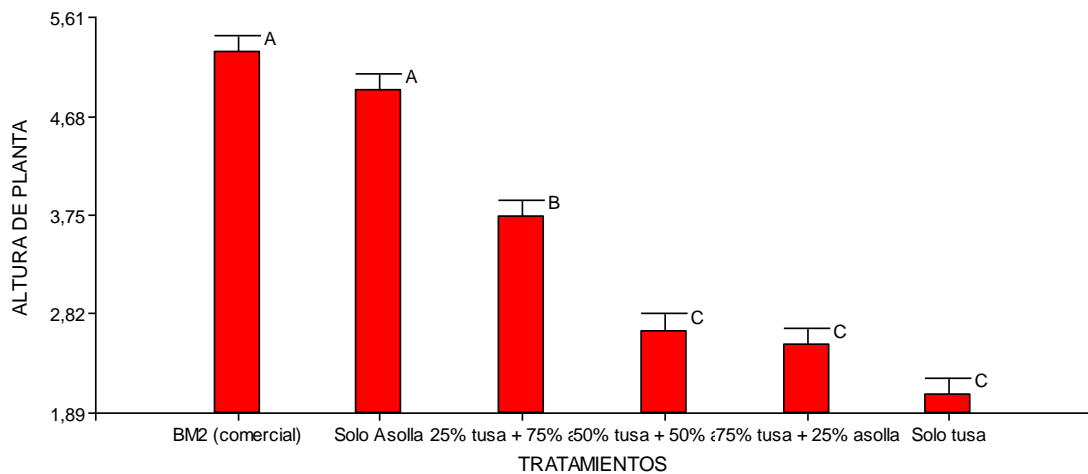


Figura 2: Altura de planta

El tratamiento (T2) 100% Azolla Anabaena obtiene buenos resultados en comparación con el tratamiento (T6) BM2 ya que Azolla Anabaena tiene valores similares en nitrógeno, fosforo y potasio los nutrientes que tiene en menor cantidad son maganesio y calcio.

Rodríguez, (2003), señala que los síntomas que presentan los vegetales ante las deficiencias de potasio se pueden generalizar en: reducción general del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento.

5.4 VOLUMEN RADICULAR

La variable volumen radicular, con $P < 0,0001$, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento BM2 (comercial) con un promedio de 0,61 cc; este rango comparte con el utilizado solo Azolla Anabaena con un valor de 0,49 cc. El menor volumen radicular lo obtuvo el tratamiento compuesto por 75% tuza + 25% Azolla Anabaena con 0,19 cc.

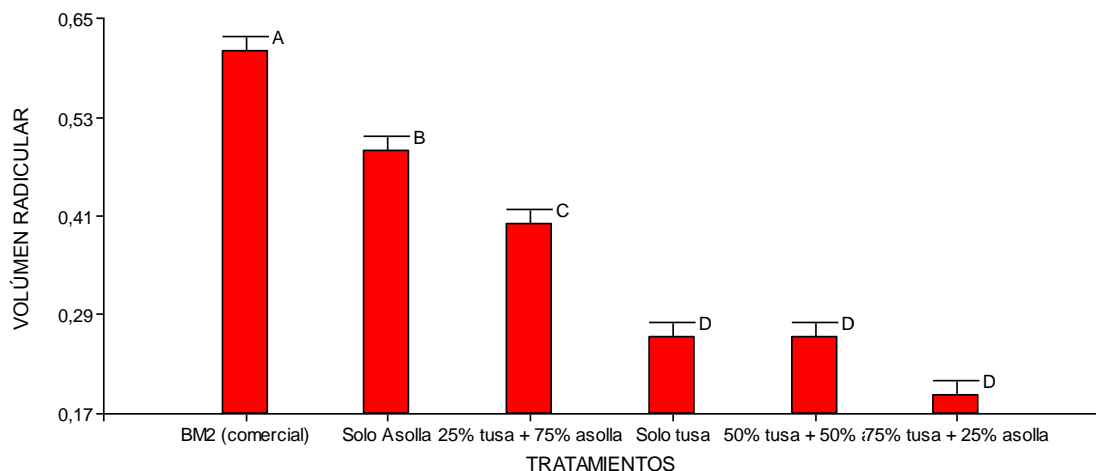


Figura 3: Volumen radicular

En general, la planta con déficit de potasio se observa débil, con un sistema radical pobre, y con muy baja tolerancia a situaciones de estrés o ataques de enfermedades. La deficiencia estomática implica reducción de las tasas de transpiración e intercambio de gases (Gierth y Mäser 2007)

El Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas, el calcio es absorbido por las plantas en forma de catión Ca^{++} . Una vez dentro de la planta, el calcio funciona en varias formas, incluyendo las siguientes: a) estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas, b) reduce el nitrato (NO_3^-) en la planta, c) activa varios sistemas de enzimas, d) neutraliza los ácidos orgánicos en la planta (INPOFOS, 1997).

Cakmak (2010) reporta que existe un efecto positivo entre la cantidad de Mg que el cultivo absorbe y el crecimiento de raíz y las partes aéreas de una planta, las raíces en crecimiento se afectan severamente cuando existe deficiencia de Mg.

5.5 ANÁLISIS FOLIAR

Tabla 4: Resumen del análisis foliar

Cod. Cliente	Lab. N°	N	P2O5	K2O	CaO	MgO	Cu	Mn	Zn
		%	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm
T1	82,7	1,65	507	2,28	1.21	0,27	10	29	1044
T2	82,8	2,25	462	2,16	1,53	0,23	9	73	840
T3	82,9	1,90	493	2,7	1,05	0,28	9	66	828
T4	82,1	1,60	522	1,4	1,15	0,20	14	55	737
T5	82,11	1,95	449	2,76	1,34	0,21	10	76	849
BM2	82,12	1,86	500	1,26	2,43	0,32	10	39	628

Como resultado del análisis foliar se puede observar que el tratamiento BM2 (sustrato comercial) tiene valores óptimos en cantidad de macro y micro elementos, especialmente en CaO (2,43%), pero en los demás elementos los resultados son parejos en los diferentes sustratos estudiados. El sustrato de tuza se destaca por sus valores en zinc (1044 ppm); el sustrato de azolla se destaca por su valor de nitrógeno (2,25%), así como en su concentración de potasio (2,16%), Manganeso (73 ppm) y zinc (840 ppm) en relación al sustrato comercial. El sustrato T3 (50% tuza – 50% azolla) si destaca ligeramente en sus valores de nitrógeno (1,90%), manganeso (66 ppm) y zinc (828 ppm) en relación al sustrato comercial. El sustrato T4 (75% tuza – 25% azolla) se destaca por su valor de fósforo (522 ppm), manganeso (55 ppm) y zinc (737 ppm). El sustrato T5 (25% tuza – 75% azolla) se destaca por sus valores en nitrógeno (1,95%), potasio (2,76%), manganeso (76 ppm) y zinc (849 ppm) en relación al sustrato comercial.

5.6 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE LA HUMEDAD DE LOS SUSTRATOS.

Tabla 5: Capacidad de retención de la humedad de los sustratos estudiados

Sustrato	Agua Gravitacional (ml)	Agua Capilar (ml)	Agua Higroscópica (ml)
T1	0	29,69	17
T2	43	4,79	0,9
T3	1,5	30,69	12,1
T4	3,2	34,49	11,4
T5	5,4	30,39	11,2
BM2	30	14,19	1,8

Podemos observar que el sustrato T4 (75% tuza – 25% azolla) tiene el mejor valor en agua capilar (34,49 ml), lo que demuestra que este sustrato tiene mejor capacidad de retención de humedad, ya que el agua capilar queda retenida por las partículas del aire del suelo por la fuerza de cohesión, y es el agua más útil para la plántula propagada en sustratos. El sustrato preparado solo con tuza retiene demasiada humedad y el preparado solo con azolla es demasiado suelto, perdiendo con mayor facilidad el agua.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1 CONCLUSIONES

El mayor crecimiento en grosor del tallo a los 28 días de la siembra se observó en el tratamiento BM2 (T6) conformado por sustrato comercial al ubicarse en el primer rango con grosor de tallo promedio de 0,18 cm.

El mayor crecimiento en altura de plántula a los 28 días de la siembra se observó en el tratamiento BM2 (T6) conformado por sustrato comercial al ubicarse en el primer rango con altura de plántula promedio de 5,27 cm.

El volumen radicular registrado a los 28 días de la siembra, fue significativamente mejor, en los tratamientos que se desarrollaron en el sustrato BM2 (T6) conformado por sustrato comercial al ubicarse en el primer rango con un volumen radicular promedio de 0,61 cc.

El tratamiento Azolla Anabaena 100 % (T2) se ubicó en el segundo lugar de rango a los 28 días de la siembra con grosor de tallo promedio de 0,17 cm, altura de plántula promedio de 4,92 cm, además un volumen radicular promedio de 0,49 cc.

En cuanto a la combinación de Tuza y Azolla Anabaena, el tratamiento Tuza de maíz 25% y Azolla Anabaena 75 % (T5) se ubicó en el tercer lugar de rango a los 28 días de la siembra con grosor de tallo promedio de 0,18 cm, altura de plántula promedio de 3,37 cm, además un volumen radicular promedio de 0,40 cc.

En el análisis foliar se puede apreciar que el sustrato T4 (Tuza de maíz 75% - Azolla 25%) se destaca por sus valores de fósforo (522 ppm), manganeso (55 ppm) y zinc (737 ppm). en relación al sustrato comercial.

En lo que se refiera a la capacidad de retención de la humedad, el resultado más alto en Agua Capilar es en el tratamiento Tuza de maíz 75% y Azolla Anabaena 25% (T4) con 34,49 ml. El segundo mejor resultado es para Tuza de maíz 50% y Azolla Anabaena 50% (T3) con una agua capilar de 30,69 ml., seguido por Tuza de maíz 25% y Azolla Anabaena 75% (T5) con una agua capilar de 30,39 ml.

6.2 BIBLIOGRAFÍA

AGROMAR. (30 de Junio de 2014). Manejo del suelo en la agricultura. *El Comercio*, pág. C4.

Baca, B. (2006). *Fijación Biológica de nitrógeno*. México: Universidad Autónoma de Puebla.

Carrapico, F. (2001). Azolla as biofertilizer in Africa. *Revista de Ciencias Agrarias*.

Cassares, E. (1996). *Producción de hortalizas*. San José: IICA.

CENDES. (1992). *Manual de Brócoli, nuevos productos de exportación*. Quito: Proexant.

Clavijo, P. (2008). *Sustratos agrícolas*. TRELLES.

Cordoba, J. A. (2013). Caracterización y Valoración química del olote: degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas. *Revista latinoamericana de química*, 41:(3)(171-184).

CORPEI. (2008). *Estadística Agrícola del Ecuador*. Quito: CORPEI.

Espinoza, Y., & Gutierrez , R. (2004). *Caracterización de accesiones de azolla en Venezuela*. Caracas: LUZ.

Fernandez, M., Aguilar , M., Carrique, J., Tortosa , J., García, C., López, M., & Pérez, J. (1988). *Suelo y medio ambiente en invernaderos*. Andalucía: Consejería de Agricultura y Pesca.

Gavilanez Gavilanez, E. J. (2015). *Evaluación del helecho de agua asociado con anabaena como sustrato ecológico para producción de plantas de brócoli*. Cevallos: UTA.

Guarro, C. (1999). *El Brócoli*. Barcelona: Grijalvo.

Guzmán, M. (2002). *El cultivo de brócoli*. Ambato: UTA.

Hartmann, H., & Kester, D. (2007). *Propagación de plantas*. Méico: Editorial Continental.

Hessayon, D. (1998). *Manejo de Crucíferas*. Madrid: Mundiprensa.

Higuita, N. (1990). *Horticultura*. Bogotá: CNIA.

Hume, W. (1992). *Producción comercial de coliflor, coles de bruselas y otros cultivos afines*. Zaragoza: ACRIBIA.

INAMHI. (2016). *Anuario Meteorológico*. Cevallos.

InfoAgro. (17 de Marzo de 2016). *InfoAgro*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>

Jaramillo, C. E. (2003). *Respuesta del cultivo de brócoli (Brassica oleácea 64 var. Itálica), híbrido Legacy a la aplicación de Kemilato y dos fitoestimulantes foliares Latacunga, Cotopaxi*. Latacunga: UTC.

Leñano, F. (1992). *Hortalizas de hoja y flor*. Barcelona: De Vecchi.

Llurba, M. (1997). Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. *Revista Hortícola*, 125.

Maldonado, T. (2004). *Carta de información manejo cultivos comerciales*. Quito: Prodecoagro.

Maroto, J. M. (2000). *Elementos de horticultura general*. Madrid: Mundiprensa.

Montaño Armijos, M. (2005). Estudio de la aplicación de Azolla Anabaena como bioabono en el cultivo de arroz en el Litoral ecuatoriano. *Revista Tecnológica ESPOL*, 18(1): 147-151.

- Montaño, C. (2005). *Uso de azolla como abono verde en maíz*. Guayaquil: ESPOL.
- Namensy, A. (1993). *Post recolección de hortalizas*. México: Ediciones de Horticultura.
- Pascual, A. (1994). Brócoli su cultivo y perspectiva. *Revista Hortícola*, N° 14 (34-37).
- Patrón Ibarra, J. C. (2010). *Sustratos orgánicos: elaboración, manejo y principales usos*.
Chapingo: Colegio de Posgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Petters, G. (1985). *Biofertilización*. Buenos Aires: Hemisferio Sur.
- Quinteros, L. (1995). *Sistemas simbióticos de la naturaleza*. Madrid.
- Ramírez, H. (1986). *Fertilización agrícola*. Bogotá: Latina.
- Rios Vaca, C. A. (2014). *Determinación de los métodos y tiempos de secado de Azolla*.
Cevallos: UTA.
- Robledo, A. (2012). Uso del olote de maíz como sustrato microbiano para la obtención de xilanasa. *Ciencia química*.
- Seymour, J. (1997). *El horticultor autosuficiente*. Barcelona: Blume.

Terres, V., Artexte, A., & Beunza, A. (1997). Característica física de los sustratos. *Revistaa Hortícola*, 86.

Toledo, M. F. (2008). *Residuo de maíz y quinua como potenciales sustratos para el cultivo de hongos comestibles Pleurotus ostreatus*. Riobamba: ESPOCH.

6.3 ANEXOS

Datos de Grosor del Tallo en centímetros

Tratamientos	Bloques						Media
	I	II	III	IV	V	VI	
T1	0,175	0,1	0,105	0,115	0,115	0,108	0,12
T2	0,162	0,173	0,157	0,178	0,185	0,172	0,17
T3	0,138	0,116	0,134	0,125	0,118	0,111	0,12
T4	0,113	0,125	0,119	0,121	0,122	0,138	0,12
T5	0,147	0,144	0,127	0,149	0,132	0,165	0,14
T6	0,198	0,191	0,179	0,163	0,19	0,168	0,18

Tabla resumen de Altura de planta

Tratamientos	Bloques						Media
	I	II	III	IV	V	VI	
T1	1,4	2,055	1,93	2,055	2,435	2,495	2,06
T2	4,705	5,34	5,41	4,45	5,235	4,355	4,92
T3	2,985	2,41	3,02	2,845	2,145	2,555	2,66
T4	2,245	2,915	2,465	2,29	2,6	2,65	2,53
T5	3,91	3,685	3,455	4,07	3,33	3,945	3,73
T6	5,72	5,625	5,305	4,825	5,63	4,54	5,27

Tabla resumen de Volumen Radicular

Tratamientos	Bloques						Media
	I	II	III	IV	V	VI	
T1	0,22	0,34	0,26	0,31	0,23	0,19	0,26
T2	0,48	0,55	0,5	0,45	0,47	0,46	0,49
T3	0,23	0,25	0,33	0,27	0,19	0,28	0,26
T4	0,17	0,21	0,15	0,18	0,21	0,21	0,19
T5	0,37	0,42	0,41	0,43	0,34	0,4	0,40
T6	0,7	0,62	0,64	0,59	0,59	0,49	0,61

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1 DATOS INFORMATIVOS

Título: “PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. Var. *Itálica*) CON SUSTRATO A BASE DE TUZA DE MAÍZ Y AZOLLA-ANABAENA”

Institución ejecutora:

Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencias Agropecuarias

Beneficiarios:

Comunidad en general

Ubicación:

Territorio Ecuatoriano

7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta fue diseñada basando en los siguientes resultados:

- El tratamiento Tuza de maíz 25% y Azolla Anabaena 75 % (T5) se ubicó en el tercer lugar de rango a los 28 días de la siembra con grosor de tallo promedio de 0,18 cm, altura de plántula promedio de 3,37 cm, además un volumen radicular promedio de 0,40 cc.

- En el análisis foliar se puede apreciar que el sustrato T4 (Tuza de maíz 75% - Azolla 25%) se destaca por sus valores de fósforo (522 ppm), manganeso (55 ppm) y zinc (737 ppm). en relación al sustrato comercial.
- En lo que se refiera a la capacidad de retención de la humedad, el resultado más alto en Agua Capilar es en el tratamiento Tuza de maíz 75% y Azolla Anabaena 25% (T4) con 34,49 ml. El segundo mejor resultado es para Tuza de maíz 50% y Azolla Anabaena 50% (T3) con una agua capilar de 30,69 ml., seguido por Tuza de maíz 75% y Azolla Anabaena 25% (T5) con una agua capilar de 30,39 ml.

7.3 JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta es muy importante ya que al presentar alternativas en la transferencia de tecnología se logra hacer un aporte a la comunidad directa como beneficiaria; esto es el agricultor, mismo que mejorará de forma integral sus recursos disponibles teniendo un aprovechamiento de la tuza de maíz mezclada con azolla-anabaena como sustrato para propagar plántulas de brócoli de manera tan eficiente como con cualquier sustrato comercial. Así mismo la comunidad universitaria sería otro beneficiario más al ser el que impulse la expansión de este tipo de investigación y por ser quien se interesa en las oportunidades de la mejora de calidad de vida de la sociedad.

7.4 OBJETIVO

Propagar plántulas de brócoli utilizando sustrato a base de tuza de maíz y azolla-anabaena. .

7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Es factible realizar esta propuesta, porque se cuenta con los aspectos técnicos necesarios como el conocimiento de la elaboración de sustratos adecuados para la propagación de vegetales.

A través del punto de vista económico y financiero esta es una propuesta que no requiere de mayor inversión, ya que la tuza de maíz está al alcance de los agricultores, así como también azolla-anabaena es de fácil propagación.

Por otra parte en cuanto al factor social, esta propuesta es factible realizar, por la disposición de la sociedad agrícola en mejorar la calidad y la cantidad de plántulas de brócoli propagadas con sustratos no convencionales.

La propuesta es llevadera con el ambiente, ya que al utilizar materiales orgánicos como la azolla, no hay ningún tipo de contaminación posible.

Además la Universidad Técnica de Ambato por medio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, es capaz de llevar a cabo esta propuesta mediante proyectos de vinculación con la colectividad puesto que dispone de los recursos económicos, físicos y humanos.

7.6 FUNDAMENTACIÓN

Utilizar el término sustrato es referirse al material que se utiliza para llenar el recipiente de cultivo que, es el reemplazante de la tierra. Es decir, es el medio donde van a crecer las raíces, y de donde estas van extraer los nutrientes para compartir entre todas las partes de la planta durante su crecimiento inicial. La selección de un buen sustrato es el factor más importante para el éxito de las plantas obtenidas en la pilonera. (Clavijo, 2008)

Según Llurba (1997), para que un sustrato sea el adecuado, debe tener las siguientes características:

Debe ser ligero, para permitir que disminuya el peso en las bandejas y facilitar su transporte y el de los recipientes.

Es necesario que contenga gran cantidad de poros (es decir, espacios libres), lo cual permitirá que las raíces se desarrollen fácilmente facilitando la circulación del agua, al efectuar los riegos.

También deben tener un buen contenido de nutrientes, generalmente la mayoría de sustratos aportan poca cantidad de nutrientes a la plántulas, por lo que será necesario aplicar al sustrato un abono orgánico.

Un sustrato adecuado es necesario que posea una buena estabilidad, para que mantenga sus propiedades durante varios meses.

Actualmente los sustratos que poseen la mayor parte de estas características mencionadas son los denominados orgánicos o tierras vegetales.

Para Terres, *et al* (1997), los sustratos de producción deben de tener unas características:

Poseer en lo posible una granulometría uniforme.

Mantener una estabilidad química y no poseer elementos fitotóxicos.

Al momento de realizar la desinfección, debe permanecer estable.

Gran facilidad para realizar la mezcla.

En lo posible Poder ser reutilizados.

Es necesaria una aireación adecuada.

Resistir al lavado de nutrientes, en todo el tiempo de uso.

Un bajo costo, buena retención de humedad

Bajo peso y baja contracción de volumen.

Control del pH.

Un buen sustrato posee actividad supresora ante patógenos

La utilización de organismos que fijan nitrógeno como *Azolla* puede ayudar a mejorar una agricultura más sustentable, por una disminución del riesgo de problemas asociados con los efectos contrarios sobre la fertilidad del suelo que causa el uso por largos periodos de tiempo de fertilizantes químicos. No obstante, es necesario evaluar el impacto de aplicación de grandes cantidades del helecho sobre la emanación de gases invernadero como CO₂ y N₂O, que se producen como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica y la desnitrificación del NO₃ producido como consecuencia de la descomposición, condiciones anaeróbicas y C presente. (Espinoza & Gutierrez , 2004)

7.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.7.1 Ubicación

Parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

7.7.2 Tipo de Documento

Guía para la propagación de plántulas de brócoli usando sustratos preparados con tuza de maíz y azolla anabaena.

7.7.3 Periodos

Taller teórico-práctico periódico de 8 horas.

7.7.4 Preparación del sustrato

- ✓ Se recolecta azolla fresca que se desarrolla como helecho de agua en los reservorios.
- ✓ Se pone a secar dentro de un invernadero por el lapso de 14 días.
- ✓ Se recolecta tuzas de maíz y se pone a secar por 14 días.
- ✓ Con la ayuda de un molino se desmenuza la tuza de maíz y la azolla seca por separado, hasta obtener 50kg de tuza de maíz molida y 20 kg de azolla – Anabaena molida.
- ✓ Utilizando una balanza, se pesa 45 kg de tuza de maíz molida y 15 kg de azolla – anabaena molida.
- ✓ Con la ayuda de palas, se mezcla los dos materiales, hasta obtener una mezcla uniforme cuya proporción es 75% de tuza de maíz (45 kg) y 25% de azolla – Anabaena (15 Kg).
- ✓ Desinfectar el sustrato con Vitavax flow 2 ml en 20 litros de agua.
- ✓ Desinfectar las bandejas de propagación con agua hervida a 80°C.
- ✓ Llenar las bandejas con el sustrato preparado y desinfectado.
- ✓ Colocar 3 semillas por pilón a una profundidad de 5-7 mm.
- ✓ Cubrir las bandejas con paja seca para retener la humedad y evitar el ataque de pájaros e insectos.

7.8 ADMINISTRACIÓN

Organización General: Decanato de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Aval académico: Subdecanato de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Ente ejecutor: DIVISO (Dirección de Vinculación con la Sociedad) Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Organización Logística: Coordinación de Carrera Ingeniería Agronómica

Organización Exposición: Gonzalo Xavier Mena Vera