

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

La producción de brócoli en el Ecuador, ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto bandera dentro de los no tradicionales de exportación (Aprofel, 2007).

El brócoli responde a la fertilización nitrogenada; sin embargo, el exceso de nitrógeno causa tallos huecos. Es importante dotar al cultivo de cantidades suficientes de fósforo y potasio. Los fertilizantes químicos correctamente utilizados no causan residuos tóxicos en la planta, puesto que están compuestos de nutrientes que pasan a ser elementos integrantes de la estructura química de la planta. Así, el nitrógeno se transforma en clorofila y luego en proteínas, el fósforo en sabia y el potasio permite la concentración de azúcares y color (Salazar, 1999).

Los fertilizantes son productos que representan entre el 20 y 30% de los costos de producción de un cultivo. Muchos agricultores están aplicando fertilizantes en exceso, encareciendo los costos de producción, desmejorando la calidad y desnaturalizando la fertilidad de los suelos de Ecuador que tiene un clima precioso para la producción agrícola. Se debe hacer un llamado a los agricultores del país para que traten de minimizar las adiciones innecesarias de fertilizantes, nitrogenados, fosforados y potásicos al suelo (Bernal, 2004).

El consumo global de fertilizante aumentó alrededor de 31% de 1996 al 2008 y en los países en vías de desarrollo este incremento es de 56%, según la Asociación

Internacional de la Industria de Fertilizantes. El precio de algunos fertilizantes casi se han triplicado en el año pasado, siendo este uno de los factores que actualmente contribuyen en el alza de los precios de los alimentos (El Universo, 2008).

La lixiviación de nitratos hacia el subsuelo puede contaminar los acuíferos subterráneos, creando graves problemas de salud si se consume agua rica en nitratos, debido a su transformación en nitritos por participación de bacterias existentes en el estómago y vejiga urinaria. A su vez los nitritos se transforman en ciertos compuestos cancerígenos (Nitrosaminas), que afectan al estómago e hígado (García y Dorronso, 1995).

1.2. Justificación

Junto con otras hortalizas, el brócoli es muy importante en la nutrición humana, y su valor nutritivo radica principalmente en su alto contenido de vitaminas y minerales, es una excelente fuente de vitamina A, potasio, hierro y fibra, además de ser rico en hidratos de carbono, proteínas y grasa (Bernal, 2004).

Dada la importancia del cultivo de esta hortaliza, se prevé que en los próximos 50 años será necesario un incremento sin precedentes en la producción agrícola para satisfacer la gran demanda de la población mundial. El cultivo de brócoli en el Ecuador requiere de dosis altas de fertilizantes, por lo que es imperativa la búsqueda de nuevos métodos de producción agronómica y económicamente sustentables para proteger el entorno. Por lo tanto, la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados sintéticos (fuentes inorgánicas) por la fijación biológica del nitrógeno y solubilización biológica del fósforo; contribuirá en la reducción de la contaminación del aire y agua dando una alternativa de producción para los productores de brócoli.

Los resultados de la presente investigación serán difundidos a los productores de brócoli de la zona, con el fin de mejorar las recomendaciones de fertilización edáfica para el cultivo, complementando con los biofertilizantes que existen en el mercado; enfocado hacia una producción ecológica, sustentable y económicamente rentable.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de las bacterias de vida libre del suelo, fijadoras de N y solubilizadoras de P como complemento a la fertilización edáfica en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea var. Legacy*).

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar el efecto de dos fuentes de biofertilizantes fijadores de N y solubilizadoras de P en el rendimiento de brócoli.
- b) Determinar la dosis óptima de biofertilizantes para la producción de brócoli.
- c) Evaluar el efecto de las interacciones entre fuentes y dosis de biofertilizantes con niveles de fertilizantes químicos.
- b) Realizar un análisis económico de los tratamientos.

1.4. Formulación de hipótesis

Ha = Las dosis y fuentes de biofertilizantes utilizados en el ensayo complementan los requerimientos de N y P en el cultivo de brócoli.

Ho = Las dosis y fuentes de biofertilizantes utilizados en el ensayo no complementan los requerimientos de N y P en el cultivo de brócoli.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen de la especie

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

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

2.2. Clasificación Botánica

El brócoli tiene la siguiente clasificación botánica.

Reino	:Plantae
Division	:Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub-clase	: Dilleneidae
Orden	: Capparales
Familia	: Brassicaceae
Género	: Brassica
Especie	: Oleraceae
Variedad	: Italica
Hibrido	: Legacy
Nombre científico	: <i>Brassica oleracea l</i>
Nombre vulgar	:Brocoli

2.3. La variedad

La variedad “Legacy” ha tenido un buen desarrollo en las regiones productoras de brócoli del Ecuador, y la razón principal es que se adapta con excelentes resultados a zonas altas. Se caracteriza por tener una pella bien formada que permite cortes de tallos relativamente cortos, con flores (cabezas) de consistencia firme, de grano pequeño lo que la hace más compacta, forma adecuada y un color verde grisáceo (VADEMECUM, 2008).

2.4. Descripción morfológica

Limongelli, (1979), manifiesta que el brócoli es una planta anual o perenne, generalmente de mayor tamaño que la coliflor.

El brócoli es muy similar a la coliflor desde el punto de vista botánico, con la diferencia que en su caso, la parte comestible resulta ser la inflorescencia no madura de color verde, mientras que el caso de la coliflor, la parte comestible es la inflorescencia de color blanco, en su estado primordio.

Las características morfológicas son las siguientes:

2.4.1. Raíz

Según Valadez, (1994), la raíz principal es pivotante, puede llegar a penetrar hasta 1.20 m de profundidad, el sistema de raíces secundario es muy profuso y abundante.

2.4.2. Hojas

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

2.4.3. Flor

Valadez, (1994) y Weier, et al., (1980), señalan que las flores son pequeñas, notables debido a su gran número, son completas, regulares e hipóginas, tienen cuatro sépalos y cuatro pétalos de color amarillo, por lo general en ángulo agudo, cerca de la línea mediana y doblada hacia atrás. Existen seis estambres, cuatro más largos que los otros dos, el pistilo simple se compone de dos carpelos y tienen dos lóbulos. La disposición de los pétalos es en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenece.

2.4.4. Inflorescencia

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

2.4.5. Fruto

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

2.4.6. Semilla

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

2.5. Ciclo vegetativo

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

2.6. Clima

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

El IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, (1997), menciona que el brócoli se desarrolla bien en los valles interandinos de la sierra, prospera en climas moderados, frescos y húmedos; con una adaptación climática muy amplia lo que hace posible su cultivo durante todo el año. La temperatura media anual a la que el crecimiento y el empellamiento responden bien es de 13 a 15 °C.

Proexant, (1992), manifiesta que el brócoli se desarrolla bien en lugares templados y fríos, cuya humedad relativa óptima es del 80% y mínima del 70%. La precipitación anual requerida está comprendida entre 800 a 1200 mm.

2.7. Tipos de suelo

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

El brócoli es propenso a demostrar deficiencias de boro cuando la reacción del suelo está cerca de un pH neutro. En tanto que los suelos muy ácidos pueden aparecer síntomas de deficiencias de magnesio (Tamaro, 1988).

Cásseres, (1980), argumenta que el Brócoli requiere un pH entre 5,5 y 6,5. Es poco tolerante a la acidez y puede crecer a un pH de 7,6 si no existe deficiencia de algún elemento esencial.

2.8. Riego

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

2.9. Fertilización

Cásseres, (1980), señala que en general, el brócoli requiere mucho abono, sobre todo nitrógeno y potasio, es menor exigente en fósforo. En la mayoría de los casos se recomienda la incorporación de estiércol o abonos verdes al suelo, supliendo más tarde con aplicaciones de nitrógeno al lado del surco.

Rodríguez, (1982), manifiesta que el 75% del nitrógeno y el potasio se absorben a partir de la formación de la cabeza, en cambio las exigencias por fósforo se manifiesta durante todo el ciclo relativamente constante. El brócoli es exigente también en boro y molibdeno, debido al crecimiento rápido, ciclo corto y producción elevada; en suelos en los que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento.

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

2.9.1. Nitrógeno

2.9.1.1. Formas de nitrógeno

Rodríguez, et al., (2003), manifiesta que el nitrógeno se encuentra en forma libre como componente del aire; en forma orgánica, constituyendo la formación de tejidos y órganos vegetales, animales, desechos y en forma mineral como compuestos simples que se caracterizan por su solubilidad mayor o menor según los distintos medios.

2.9.1.2. Síntomas de deficiencia en la planta

La insuficiente nutrición de la planta en nitrógeno se manifiesta, en primer lugar con vegetación raquítica, maduración acelerada con frutos pequeños y poca calidad causada por la inhibición de formación de carbohidratos, hojas de color verde amarillento, caída prematura de las hojas, disminución del rendimiento (MIRAT, 2006).

Bertsch, (2003), indica que en algunas plantas puede observarse una coloración púrpura en los pecíolos y nervios de las hojas, debido a la formación de pigmentos antociánicos.

2.9.1.3. Exceso de nitrógeno

Devlin, (1970), manifiesta que si se suministran a las plantas cantidades elevadas de nitrógeno se observa una tendencia al aumento del número y tamaño de las células de las hojas, con un aumento general en la producción de hojas.

El exceso de nutrición de la planta en nitrógeno produce una vegetación excesiva que conlleva algunos inconvenientes como puede ser el retraso en la maduración, la planta continúa desarrollándose pero tarda en madurar, en perjuicio de la producción de semillas. El exceso también produce mayor sensibilidad a enfermedades, los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo, siendo más vulnerables (MIRAT, 2006).

2.9.1.4. El nitrógeno mejora la absorción de fósforo

INPOFOS, (1997), señala que el amonio afecta significativamente la disponibilidad y absorción de P, la absorción ayuda a mantener una condición ácida en la superficie de la raíz mejorando de esta forma la absorción del fósforo.

2.9.2. Fósforo

2.9.2.1. Formas del Fósforo

Rodríguez, (1982), señala que el fósforo no se encuentra en estado de "pureza química", sino que se combina constituyendo los compuestos orgánicos e inorgánicos. Entre los compuestos orgánicos se encuentran los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fitina e inositol, pertenecientes a la composición de la materia orgánica de vegetales y animales. Los compuestos inorgánicos proceden además de la descomposición bacteriana del material orgánico, de los minerales del suelo del grupo del apatito y de fosfatos específicos como los del calcio, hierro y aluminio, además de otros sin una identificación química clara.

2.9.2.2. Síntomas de deficiencia de Fósforo

Bertsch, (2003), manifiesta que con frecuencia, tiende a presentarse un estado general de achaparramiento. Las puntas de las hojas se secan y se manifiestan un amarillamiento. Estas presentan una ondulación característica.

La deficiencia de fósforo al igual que la de nitrógeno, suele comenzar en las hojas inferiores que son más viejas. 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).

2.9.2.3. Exceso de Fósforo

Jacob y Kull, (1964), indican que el exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costo del crecimiento vegetativo. Además de ello, las deficiencias de elementos menores particularmente zinc y hierro han sido atribuidas en ciertos casos a un exceso de fosfatos que origina depresiones en el rendimiento.

2.9.2.4. Rizobacterias y la solubilización de fósforo

Garcés, (2008), indica que ciertas especies de rizobacterias ayudan a las plantas, por ejemplo *Pseudomonas spp*, las cuales al solubilizar algunos nutrimentos poco móviles del suelo, como el fósforo mejoran el ingreso de este macronutriente hacia la planta lo que se traduce como mayor biomasa.

2.9.3. Potasio

2.9.3.1. Formas de Potasio

Thompson, (1985), manifiesta que el potasio es absorbido por las plantas en forma de ión K^+ , pero desde hace mucho tiempo el contenido de potasio de un suelo y de los fertilizantes se expresa en forma de K_2O . El potasio es uno de los tres cationes principales que utilizan las plantas. Es una de las bases retenida en forma intercambiable por las arcillas y por los aniones orgánicos. Es un catión bastante móvil, tanto en el suelo como en la planta, si bien como componente de la estructura de un retículo cristalino es muy inmóvil y relativamente resistente al proceso de meteorización.

2.9.3.2. Síntomas de deficiencia

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.

Espinosa, (1994), indica que el síntoma más característico, es la aparición de moteado de manchas cloróticas, seguido por el desarrollo de zonas necróticas en la punta y borde de las hojas. Estos síntomas suelen aparecer primero en las hojas maduras debido a la gran movilidad de este elemento en la planta.

2.9.3.3. Exceso de Potasio

Jacob y Kull, (1964), señalan que la mayoría de las plantas pueden asimilar grandes cantidades de potasio, sin que ello llegue a mermar su calidad.

2.9.4. Calcio

2.9.4.1. El calcio en la planta

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).

2.9.4.2. Síntomas de deficiencia

Un síntoma común de la deficiencia de calcio es un pobre crecimiento de las raíces, las que se tornan negras y se pudren. Las hojas jóvenes y otros tejidos nuevos desarrollan síntomas debido a que el calcio no se transloca dentro de la planta. Los tejidos nuevos necesitan calcio para la formación de sus paredes celulares, por lo tanto la deficiencia de calcio causa que los filos de las hojas y que los puntos de crecimiento sean gelatinosos. En casos severos, los puntos de crecimiento mueren (INPOFOS, 1997).

2.9.4.3. Fuentes de calcio

Higuera, (1970), manifiesta que el calcio puede ser suministrado por medio de varias fuentes. Si se considera que la mayoría de los suelos que tienen deficiencia de calcio son ácidos, un buen programa de encalado puede incrementar el contenido de este nutriente en el suelo de una manera más eficiente. La calcita y la dolomita son excelentes fuentes de calcio.

2.9.5. Azufre

2.9.5.1. Papel de Azufre

Sarli, (1980), indica que a diferencia del calcio y el magnesio que son absorbidos por las plantas como cationes, el azufre es absorbido principalmente como anión sulfato (SO_4^-). También puede entrar por las hojas como dióxido de azufre (SO_2) presente en el aire. El azufre es parte de cada célula viviente y forma parte de dos de los 21 aminoácidos que forman las proteínas.

2.9.5.2. Síntomas de deficiencia

INPOFOS, (1997), dice que las plantas que tienen una deficiencia de azufre presentan un color verde pálido en las hojas más jóvenes, aun cuando en casos de deficiencia severa toda la planta puede presentar color verde pálido y crecimiento lento. Las hojas se arrugan a medida que la deficiencia progresa.

2.9.5.3. Fuentes de Azufre

Guzmán, (1995), indica que la materia orgánica del suelo es la principal fuente de azufre. Más del 95% del azufre encontrado en el suelo está retenido en la materia orgánica. Otras fuentes naturales incluyen residuos de animales, agua de irrigación y la atmósfera.

2.10. Biofertilizantes

2.10.1. Aspectos básicos sobre fijadores de nitrógeno

Existen algunas especies de microorganismos que poseen la habilidad de convertir el dinitrógeno atmosférico (N_2) a amonio (NH_4^+) mediante la acción de la enzima nitrogenasa. Estas especies son denominados diazótrofos y requieren de energía para realizar su metabolismo. Dentro de los diazótrofos capaces de realizar este proceso se encuentran los denominados fijadores de vida libre, los cuales fijan N_2 atmosférico sin la cooperación de otras formas vivas, siendo la familia Azotobacteriaceae la que agrupa uno de los géneros más importantes utilizados en la biofertilización a diferentes cultivos. Los microorganismos del género *Azotobacter* son los más utilizados como biofertilizantes y a su vez los que más se investigan (Martín, 1994).

2.10.2. Microorganismos fijadores de N atmosféricos (diazotrofos)

La fijación de nitrógeno molecular la llevan a cargo diversos géneros de bacterias de vida libre, algunas de estas se encuentran en la rizósfera y otros géneros se encuentran en asociación con las plantas (Singlenton, 2004).

Para Hussein, (1999), las bacterias fijadoras de N presentan una amplia diversidad taxonómica, con diferentes estilos de vida y de asociación con los vegetales sin embargo solo una pequeña proporción de especies es capaz de hacerlo.

2.10.3. Fijación biológica de nitrógeno

Para la fijación bacteriana de nitrógeno molecular necesita un aporte importante de energía (150 kcal/mol), en forma de ATP y coenzimas reducidas; la energía puede obtenerse a través de la respiración de los Heterótrofos como *Azotobacter* (Atlas y Bartha, 2002). Ya que la fijación de nitrógeno en bacterias aeróbicas como *Azotobacter* es un proceso que demanda gran cantidad de energía, requiere de una gran fosforilación oxidativa. La enzima nitrogenasa es altamente sensible al oxígeno y muchos diazotrofos fijan nitrógeno anaeróbicamente (Singlenton, 2004).

2.10.4. Microorganismos diazótrofos asimbióticos

Las bacterias diazótrofas asimbióticas son aquellas que pueden fijar nitrógeno atmosférico sin la necesidad de formar simbiosis con plantas, ya que estas poseen diferentes estrategias para proteger el complejo nitrogenasa. Entre los principales géneros bacterianos que se hallan en vida libre o endófitos asociados a la rizosfera se encuentran: *Azotobacter* spp., *Azotococcus* spp., *Azospirillum* spp., *Beijerinckia* spp., *Azotomonas* spp., *Bacillus* spp., *Citrobacter* spp., *Clostridium* spp., *Chromatium* spp., *Chlorobium* spp., *Desulfovibrio* spp., *Desulfomonas* spp., (Rodríguez et al., 2003).

Entre las bacterias diazótrofes asimbióticas utilizadas como biofertilizantes una de las más importantes es *Azotobacter* spp, la importancia agronómica de esta radica especialmente en la capacidad de producir antibióticos, sustancias estimulantes del crecimiento vegetal del tipo auxinas, giberelinas y citoquininas (Pandey, et al., 1990); además de la fijación de nitrógeno, producción de vitaminas, pigmentos, aminoácidos y otras moléculas con actividad biológica de interés industrial y comercial como polisacáridos (Sabra et al., 2001; Cuesta et al., 2006).

Está documentado que bacterias del género *Azotobacter* y *Azospirillum* han utilizado en sistemas de acuicultura y en producción de vermicompost para aumentar el contenido de nitrógeno y fósforo del producto (Garg et al., 2001; Kumar y Singh, 2001).

2.10.5. Generalidades del género *Azotobacter* spp

Las bacterias de este género fijan asimbióticamente nitrógeno y son solubilizadores de fosfatos, además, realizan procesos de biodegradación de plaguicidas como el endosulfan (Castillo et al., 2005). Son quimioorganotróficas, utilizan para su crecimiento azúcares alcoholes y sales inorgánicas. Son fijadoras de nitrógeno en vida libre, fijan al menos 10 mg de N₂ por gramo de carbohidrato consumido (Holt, 2000).

2.10.5.1. *Azotobacter chroococcum*

El *Azotobacter chroococcum* puede utilizar diferentes fuentes de nitrógeno inorgánico como amonio, nitrato, nitrito o dinitrógeno, este microorganismo realiza la asimilación del nitrógeno en tres pasos: transporte del nitrato hacia el interior de la célula, la reducción de nitrato a nitrito y la reducción de nitrito a amonio, sin embargo estos pasos requieren dos condiciones nutricionales la ausencia de amonio y la presencia de nitrato o nitrito.

Además de la fijación de nitrógeno y excreción de amonio al medio, esta especie tiene la capacidad de biodegradar compuestos tóxicos y contaminantes (Juárez et al., 2004). Además de esto tiene la capacidad de degradar plaguicidas cloro aromáticos contaminantes como el endosulfan (Castillo et al., 2005).

2.10.5.2. *Azotobacter vinelandii*

La capacidad metabólica y genética por la que *A. vinelandii* ha sido y es objeto de estudio en biofertilización y biotecnología incluyen la fijación con la presencia de oxígeno por tres sistemas diferentes de nitrogenasa (Espin, 2002).

A. vinelandii fija nitrógeno en aerobiosis gracias a que posee un sistema bien integrado de protección de su nitrogenasa que comprende: protección conformacional, protección respiratoria, autoprotección y otros cambios morfológicos y fisiológicos que le permiten crecer dizotroficamente en condiciones totalmente aerobias (Manchal et al., 2000).

2.11. Siembra y trasplante

2.11.1. Siembra

El brócoli se propaga por semilla, para establecer una hectárea, se hace un semillero de aproximadamente 150 m² y se utilizan entre 250 y 300 gramos de semilla (MAG, 1991).

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

López, (1989), señala que la densidad por hectárea es de 50.000 plantas y el rendimiento es de 25-30 TM por hectárea en un cultivo tecnificado.

2.11.2 Transplante

Bussard, (2004), señala que se realiza a raíz desnuda cuando las plántulas tienen de 5 a 6 hojas verdaderas es decir de 0,15 a 0,20 m de altura o de 35 a 42 días de siembra. De una forma más tecnificada la plántula se lleva al campo con pan de tierra, para evitar el stress producido por el "saque" de la misma. Se deberá tomar en cuenta que la edad de la plántula no debe sobrepasar la sexta semana.

2.12. Cosecha

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

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

3.1.1. Ubicación

El ensayo se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia San José de Quichinche, en el sector de la Hacienda Pastaví, ubicado geográficamente en las coordenadas: 0° 15' 03" de latitud N y 78° 17' 20" de longitud W; con una altitud de 2600 msnm, mapa de ubicación.

Fuente: (ARMAP, 2009).

3.1.2. Características agroclimáticas

De acuerdo al INHAMI (2009), con datos reportados por la Estación Meteorológica Otavalo, se registra una temperatura media anual de 14.88 °C y una precipitación promedio anual de 1266.7 mm.

3.1.3. Características Edáficas

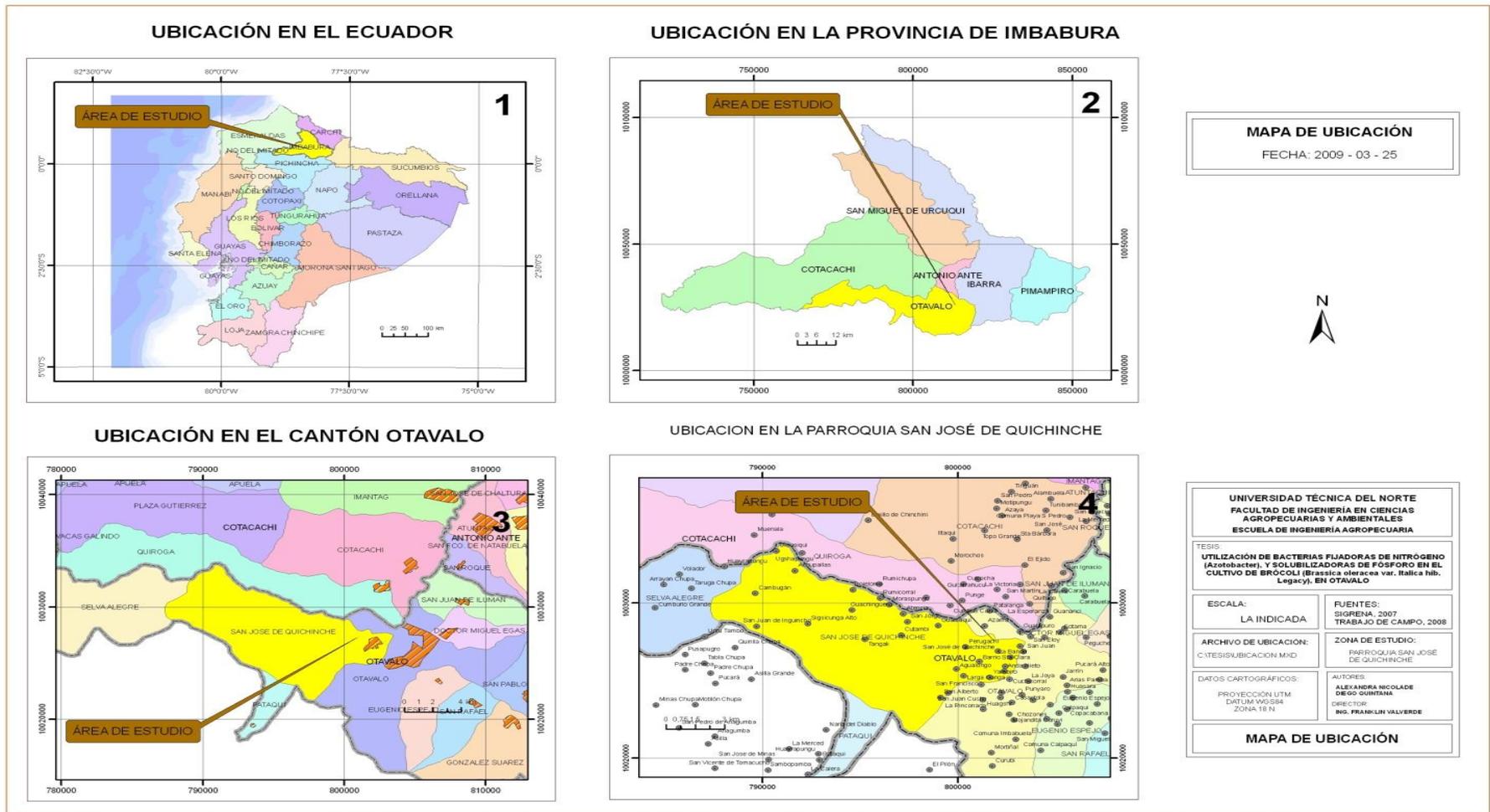
Los suelos de San José de Quichinche donde se realizó la investigación tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Orden: INCEPTISOL
Sub orden: ANDEPTS
Gran grupo: VITRANDEPTS
Sub grupo: Udic. VITRANDEPTS
Fuente: SIGAGRO, (2008).

Este Orden incluye determinados suelos de las regiones subhúmedas y húmedas del país muestran horizontes alterados que han sufrido pérdida de bases, hierro y aluminio pero conservan considerables reservas de minerales meteorizables, los suelos del sub orden ANDEPTS tienen textura arenosa, con alto contenido potencial de nutrientes pero con limitación por su textura gruesa y pertenecen al gran grupo VITRANDEPTS que son INCEPTISOLES desarrollados sobre rocas, cenizas o aluviones de origen volcánico, siendo aquellos materiales originalmente muy ricos en nutrientes (SIGAGRO, 2008).

Su textura es franco arenoso con una profundidad mayor a 100 cm, con un porcentaje de pedregosidad menor al 10% teniendo un drenaje excesivo, su nivel freático es profundo mayor a 100 cm. Su pH es ligeramente ácido (5,6 – 6,5), sin toxicidad y su nivel de fertilidad es medio (SIGAGRO, 2008).

Mapa de ubicación del lugar donde se realizó la investigación



3.2. Métodos

3.2.1. Tratamientos y diseño experimental

Los factores en estudio fueron tres: el factor A dos biofertilizantes (Azototic y Azototic Plus), el factor B las dosis de biofertilizantes (1ml/l, 2ml/l y 3ml/l), el factor C fertilización química, los niveles de nitrógeno y fósforo fueron 100% (180 kg N/ha; 60 kg P₂O₅/ha), 66.7% (120 kg N/ha; 40 kg P₂O₅/ha) y 33.3% (60 kg N/ha; 20 kg P₂O₅/ha); la dosis de potasio, magnesio, azufre y calcio fue igual para todos los tratamientos (Cuadro 1), un testigo químico y un testigo empresa.

De la combinación de los factores en estudio y los dos adicionales se obtuvo 20 tratamientos los que se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos para evaluar los biofertilizantes y la fertilización química en brócoli. Otavalo, 2008.

Trat.	Código	Biofertilizante	Dosis	Fertilización Químico kg/ha					
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	Ca
1	p1d1n3	Azototic	1cc/litro	180	60	200	16	30	10
2	p1d1n2	Azototic	1cc/litro	120	40	200	16	30	10
3	p1d1n1	Azototic	1cc/litro	60	20	200	16	30	10
4	p1d2n3	Azototic	2cc/litro	180	60	200	16	30	10
5	p1d2n2	Azototic	2cc/litro	120	40	200	16	30	10
6	p1d2n1	Azototic	2cc/litro	60	20	200	16	30	10
7	p1d3n3	Azototic	3cc/litro	180	60	200	16	30	10
8	p1d3n2	Azototic	3cc/litro	120	40	200	16	30	10
9	p1d3n1	Azototic	3cc/litro	60	20	200	16	30	10
10	p2d1n3	Azototic Plus	1cc/litro	180	60	200	16	30	10
11	p2d1n2	Azototic Plus	1cc/litro	120	40	200	16	30	10
12	p2d1n1	Azototic Plus	1cc/litro	60	20	200	16	30	10
13	p2d2n3	Azototic Plus	2cc/litro	180	60	200	16	30	10
14	p2d2n2	Azototic Plus	2cc/litro	120	40	200	16	30	10
15	p2d2n1	Azototic Plus	2cc/litro	60	20	200	16	30	10
16	p2d3n3	Azototic Plus	3cc/litro	180	60	200	16	30	10
17	p2d3n2	Azototic Plus	3cc/litro	120	40	200	16	30	10
18	p2d3n1	Azototic Plus	3cc/litro	60	20	200	16	30	10
19	Test. Químico	0	0	180	60	200	16	30	10
20	Test. Empresa	0	0	180	60	200	16	30	10

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con veinte tratamientos y cuatro repeticiones, con un arreglo factorial $A \times B \times C + 2$, en el que A fueron los biofertilizantes, el factor B las dosis de biofertilizantes, el factor C fueron los niveles de fertilización química edáfica, más dos testigos: testigo químico 100% de la necesidad del cultivo y testigo empresa (que contiene el 100% de fertilizante químico necesario del cultivo de brócoli más fertilizantes foliares), quedando de la siguiente manera $2 \times 3 \times 3 + 2$.

Se tomo datos al momento de la cosecha en cada una de las plantas y pellas; en el caso de rendimiento se realizo la transformación de gramos/planta a kg/parcela neta y luego se transformó a toneladas métricas/ha. El análisis de varianza de las variables en estudio y la prueba de Duncan al 5% en el caso de las variables donde existió significancia para los factores en estudio o sus interacciones se realizó en el programa estadístico MSTATC.

3.2.2. Características de la unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de 25.2 m^2 , la misma que constó de 6 surcos a una distancia de 0.70 m, 6 m de largo y 0.30 m entre plantas, teniendo 120 plantas en la parcela, al momento de la recolección de datos se procedió a excluir 2 surcos de los bordes, en este caso el primero y el sexto surco; así como dos plantas de las extremos de los surcos obteniendo una parcela neta de 13.44 m^2 con cuatro surcos a evaluarse, 16 plantas por cada uno y 64 plantas por parcela neta.

3.2.3. Variables a evaluarse

3.2.3.1. Porcentaje de pellas cosechadas a los 83 días

Para la determinación de esta variable se conto el número de pellas cosechadas a los 83 días después del trasplante y luego se transformo a porcentaje en base al total de plantas de la parcela neta.

3.2.3.2. Número de plantas y pellas cosechadas

A los 80 días después del trasplante se registró el número de plantas existentes en la parcela neta, con el fin de determinar la mortalidad de las plantas de brócoli después del trasplante. También se registro el número de pellas cosechadas al final del periodo de cosecha se cuantifico el total de pellas recolectadas de los diferentes tratamientos.

3.2.3.3. Diámetro de la pella

El total de pellas cosechadas en la parcela neta fueron medidas con la ayuda de un calibrador de 20 cm, se tomo el diámetro horizontal de todas las pellas existentes y los resultados se expresaron en cm/pella, para luego sacar una media general de cada tratamiento.

3.2.3.4. Rendimiento del cultivo

Con una balanza electrónica se pesó en gramos todas las pellas recolectadas en las tres cosechas, los datos de las pellas en cada tratamiento se sumaron para tener el peso total/unidad experimental, luego se dividió para el número de pellas para obtener el peso/pella para cada unidad experimental y finalmente se transformaron a TM/ha con relación de 42000 plantas/ha.

3.2.3.5. Porcentaje de materia seca

En la primera cosecha se recolecto 4 plantas por cada tratamiento, las que fueron separadas las pellas y resto de las plantas (hojas, tallo, raíz) y pesadas; luego se trituro con cuchillos para homogenizar las muestras. De cada tratamiento se tomaron sub muestras de 100 gr de pellas y 100 g del resto de la planta, las que fueron enviadas al laboratorio de uso múltiple de la “Universidad Técnica de Norte”, para ser secadas en una estufa de ventilación forzada a 60°C por el tiempo de 48 horas. Para los cálculos de porcentaje de materia seca de pellas y resto de la planta se utilizó la siguiente fórmula:

$\%MSP = (PSP/PFP)*100$, donde:

$\%MSP$ = Porcentaje de materia seca de pellas

PSP = Peso seco de pellas

PFP = Peso fresco de pellas

Para transformar a rendimiento de materia seca de pellas se uso la siguiente fórmula:

$MSP = \%MSP/100*(PF/4)*42000$, donde:

MSP = Materia seca pellas en kg/ha

$\%MSP$ = Porcentaje de materia seca pellas

PF = Peso fresco de 4 plantas en kg (biomasa)

42000 = Número de plantas/ha

3.2.3.6. Extracción de nitrógeno y fósforo

Para determinar la extracción total de N y P por el cultivo de brócoli, se utilizó los datos de rendimiento de materia seca de pellas y resto de la planta de brócoli, y la concentración de N y P en el tejido vegetal. El cálculo de la extracción de

nitrógeno por la planta se realizó con la siguiente fórmula: $NP = \%N/100 * MSP$, donde:

NP = Nitrógeno en las pellas en Kg/ha

%N = Porcentaje de N en las pellas

MSP = Materia seca pellas en kg/ha

En el caso del fósforo se utilizó la fórmula: $PP = \%P/100 * MSP * 2.29$, donde:

PP = Fósforo en las pellas en kg/ha de P_2O_5

%P = Porcentaje de P en las pellas

MSP = Materia seca pellas en kg/ha

2.29 = Factor para convertir P a P_2O_5

Para el resto de la planta el procedimiento es el mismo. La extracción total de N y P se calculó sumando la extracción por las pellas y el resto de la planta.

3.2.4. Manejo específico del experimento

3.2.4.1. Toma de muestra del suelo

Dos meses antes del trasplante se recogió 20 sub muestras del suelo utilizando el método en zig-zag, se mezcló y se envió al laboratorio una muestra de 1 kg. La muestra recolectada se analizó en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP (Quito-Ecuador), por medio del cual se determinó los contenidos de materia orgánica, macro y micro nutrientes; así como el pH del suelo (Anexo 6).

3.2.4.2. Preparación del terreno

El suelo se preparó con la ayuda de maquinaria agrícola existente en la hacienda pasando una arada y dos rastras hasta alcanzar la cama de siembra.

3.2.4.3. Delimitación del ensayo

La distribución de las repeticiones (bloques) y los tratamientos se realizó según el croquis aprobado previamente, el total de parcelas fueron 80 y en cada repetición se delimitaron las 20 parcelas correspondientes a los tratamientos.

3.2.4.4. Trasplante

Previo al trasplante se realizó un riego por aspersión y luego se trasplantó 120 plántulas por unidad experimental, con una densidad de siembra de 0.30 m entre plantas, 0.70 m entre surcos, dando un total de 10080 plántulas en todo el ensayo y una densidad de 50000 plantas/ha.

3.2.4.5. Fertilización química

El fertilizante 18-46-00 y nitrato de calcio se aplicó todo al momento del trasplante; los demás fertilizantes se dividieron para 4 aplicaciones del 25% cada una y se realizó a los 5, 28, 45 y 63 días después del trasplante.

El testigo empresa (T.E.), se utilizó los siguientes fertilizantes: a) Muriato de potasio, b) sulphomag, c) nitrato de amonio, d) cal, e) fosfato monotop, f) zeolita mas los fertilizantes foliares (Cuadros 23 y 27, Anexo 1).

En el testigo químico (T.Q.) se utilizó: a) 18-46-0, b) nitrato de amonio, c) nitrato de calcio, d) nitrato de potasio, e) Sulpomag, f) cloruro de potasio (Cuadro 24, Anexo 1).

Cuadro 2. Fertilizantes utilizados en el ensayo, g/surco. Otavalo, 2008.

Tratamientos	Nitrato de Amonio	18-46-0	Nitrato de Potasio	Muriato de Potasio	Nitrato de Calcio	Sulpomag
100%	167,25	57,78	63,91	70	12,35	57,27
66,70%	100,85	38,52	63,91	70	12,35	57,27
33,30%	34,44	19,26	63,91	70	12,35	57,27

3.2.4.6. Aplicación de los biofertilizantes

La aplicación de los biofertilizantes se realizó de manera manual con una bomba de mochila de 20 litros para cada parcela, las dosis se midieron con una jeringa de 20 ml, previo al trasplante se aplicó al suelo en horas de la tarde y noche para evitar la exposición de los rayos de sol y luego a las 3 semanas después del trasplante, en las dosis establecidas según los tratamientos.

3.2.4.7. Riegos

El requerimiento hídrico según Krarup, (1992), es de 400 mm; de acuerdo con datos de la Estación Meteorológica Otavalo la precipitación en los meses que se realizó el cultivo fue de 263.24 mm (Anexo 6), para complementar el requerimiento se realizó dos riegos semanales en los primeros 45 días, luego un riego semanal hasta la última semana, con turnos de riego por aspersión de 45 minutos hasta lograr una lámina de 22 mm.

3.2.4.8. Deshierbas

Se utilizó herramientas manuales de labranza, con la finalidad de no afectar el sistema radicular del mismo, la primera deshierba fue a los 21 días, la segunda a los 42 días luego del trasplante, siendo eliminadas las malezas que compiten con el cultivo por humedad, luz y nutrimentos.

3.2.4.9. Controles fitosanitarios

Los controles tuvieron el siguiente cronograma: a) 1 día antes del trasplante se realizó la desinfección y una enmienda, b) previo al trasplante una desinfección, c) controles a los 07, 21, 36, 45, 65, 75, días después del trasplante, para el testigo empresa se realizó controles fitosanitarios y también la aplicación de fertilizantes foliares, bioestimulantes según el cronograma de la empresa IQF (Cuadro 27, Anexo 1), el testigo químico (T.Q.), y los demás tratamientos se realizó solo con insecticidas, fungicidas y coadyuvantes siguiendo el cronograma establecido (Cuadro 28, Anexo 1).

3.2.4.10. Aporcado

El primer aporte se ejecutó a los 25 días después del trasplante y el aporte final a los 45 días.

3.2.4.11. Cosecha

La cosecha se efectuó cuando las pellas alcanzaron la madurez comercial; es decir cuando, las inflorescencias estuvieron bien desarrolladas, compactas, las yemas sin abrir y presentaron un color azul verdoso esto comenzó a los 80 días después del trasplante.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PORCENTAJE DE COSECHA A LOS 83 DÍAS

En el análisis de varianza (Cuadro 3), se observa que no existen diferencias significativas para tratamientos, bloques, biofertilizantes (B), dosis de biofertilizantes (D), interacción biofertilizantes por dosis de biofertilizantes (BxD), interacción biofertilizantes por niveles de fertilización química (BxN), interacción dosis de biofertilizantes por niveles de fertilización química (DxN), interacción biofertilizantes por dosis de biofertilizantes y por niveles de fertilización química (BxDxN), T1 vs T2 y testigos vs el resto. Teniendo diferencia significativa al 1% para los niveles de fertilización química (N). El porcentaje de cosecha a los 83 días se encuentra en un promedio de 53.19%, con un coeficiente de variación calculado del 27.20%, que se considera alto para esta investigación.

Cuadro 3. Análisis de varianza para porcentaje de cosecha a los 83 días. Otavalo 2008.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Total	17177.77	79				
Bloques	653.64	3	217.881	1.04 ^{ns}	2,68	3,95
Tratamientos	4589.83	19	241.570	1.15 ^{ns}	1,66	2,03
Biofertilizantes (B)	119.557	1	119.557	0.57 ^{ns}	3,92	6,85
Dosis de biofertilizante (D)	714.281	2	357.140	1.71 ^{ns}	3,07	4,79
Niveles de fertilización química (N)	3213.328	2	1606.664	7.67**	3,07	4,79
BxD	44.957	2	22.479	0,11 ^{ns}	3,07	4,79
BxN	31.683	2	15.841	0,08 ^{ns}	3,07	4,79
DxN	243.021	4	60.755	0,29 ^{ns}	2,45	3,48
BxDxN	136.406	4	34.101	0,16 ^{ns}	2,45	3,48
T1 vs T2	0.43	1	0.43	0.00 ^{ns}	3,92	6,85
T1 vs Resto	88.17	1	86.17	0.41 ^{ns}	3,92	6,85
Error	11818.42	57	209.374			
C.V. (%)	27.20					
MEDIA (%)	53.191					

ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %

El mayor porcentaje de cosecha a los 83 días se obtuvo con los niveles más altos de fertilización química perteneciente al n3 100% del requerimiento de fertilización química con sus respectivas dosis de los dos biofertilizantes (3ml/l, 2ml/l, 1ml/l), encontrándose en el rango (a), teniendo el mayor porcentaje de cosecha a los 83 días el tratamiento T7 (100% de fertilización química y 3 ml/l de Azototic) con 72,07% de pellas cosechadas, disminuyendo el porcentaje de cosecha con los niveles más bajos de fertilización química y biofertilizantes con T12 (33.7% de fertilización química y 1 ml/l de Azototic Plus) perteneciente al rango (c) con tan solo 34,77% de pellas cosechadas a los 83 días (Cuadro 55, Anexo 3).

El efecto de los biofertilizantes Azototic y Azototic Plus, en el porcentaje de cosecha de pellas a los 83 días fue de 54.16% y 51.58%, respectivamente resultando ser superior Azototic con 2,58%. Según la prueba de Duncan son estadísticamente iguales (Cuadro 56, Anexo 3).

Al incrementar las dosis de biofertilizantes (1ml/l, 2 ml/l, 3 ml/l), hay mayor porcentaje de plantas cosechadas 49.06%, 52.77% y 56.78%, respectivamente (Cuadro 57, Anexo 3).

Los niveles de fertilización química en el porcentaje de cosecha de pellas a los 83 días muestran diferencias significativas al 1% (Cuadro 3).

Cuadro 4. Promedios del porcentaje de cosecha a los 83 días para niveles de nitrógeno y fósforo.

Código	% de fertilizante químico	Promedio %	Duncan 5%
n3	100%	61.265	a
n2	66.7%	52.427	b
n1	33,3%	44.920	b

La prueba Duncan al 5%, Cuadro 4, detecta la presencia de dos rangos, siendo el mejor el que ocupa el primer rango (a), correspondiendo al nivel n3 (100% de fertilización química); en el segundo rango (b) se ubican los niveles n2 (66.7% de fertilización química) y n1 (33.3% de fertilización química).

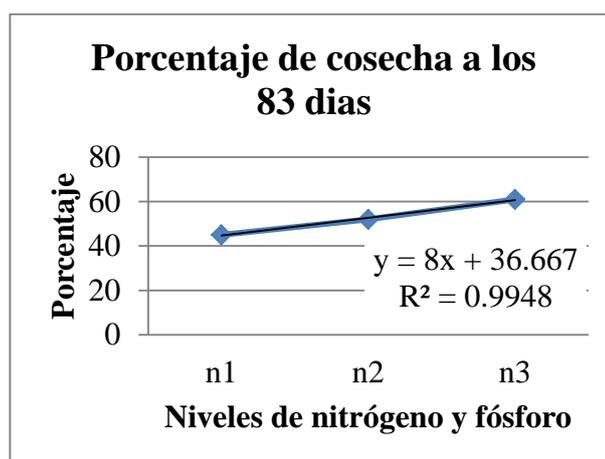


Figura 1. Efecto de los niveles de nitrógeno y fósforo sobre el porcentaje de pellas cosechadas a los 83 días después del trasplante.

En la Figura 1, se observa una tendencia lineal ($r = 0.994^{**}$) en el porcentaje de cosecha de pellas de brócoli a los 83 días, por efecto de los niveles crecientes de fertilización química; el mayor número de pellas cosechadas fueron de los tratamientos que tenían el 100% de fertilización química. Estos resultados indican que la fertilización química acelera la madurez de los cultivos, siendo el fósforo considerado como el elemento que acorta el ciclo de los cultivos.

Estudios realizados en cuatro localidades de la sierra, con niveles de fósforo en el cultivo de papa demostraron diferencias a la madurez comercial entre tres semanas a un mes, al comparar los niveles 0 kg/ha de P_2O_5 y 300 kg/ha de P_2O_5 (Valverde, et al., 2006); estos resultados corroboran el efecto del fósforo en acelerar la madurez de los cultivos.

4.2. NÚMERO DE PLANTAS Y PELLAS

4.2.1. NUMERO DE PLANTAS

En el análisis de varianza (Cuadro 5), se observa diferencia significativa al 1% para los bloques y niveles de fertilización química, el número de plantas se encuentra en un promedio de 54.42 plantas/PN, con un coeficiente de variación calculado del 8.98%, que se considera adecuado para este tipo de investigación, es no significativo para el resto de variables e interacciones en estudio.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el número de plantas de brócoli a la cosecha.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Total	2369.55	79				
Bloques	391.45	3	130.483	5.47**	2,68	3,95
Tratamientos	618.05	19	32.529	1.36 ^{ns}	1,66	2,03
Biofertilizantes (B)	3.125	1	3.125	0.13 ^{ns}	3,92	6,85
Dosis de biofertilizante (D)	103.861	2	51.931	2.18 ^{ns}	3,07	4,79
Niveles de fertilización química (N)	481.694	2	240.847	10.09**	3,07	4,79
BxD	0.583	2	0.292	0,01 ^{ns}	3,07	4,79
BxN	0.583	2	0.292	0,01 ^{ns}	3,07	4,79
DxN	6.556	4	1.639	0,07 ^{ns}	2,45	3,48
BxDxN	2.833	4	0.708	0,03 ^{ns}	2,45	3,48
T1 vs T2	0.120	1	0.120	0,01 ^{ns}	3,92	6,85
T1 vs Resto	18.69	1	18.69	0.78 ^{ns}	3,92	6,85
Error	1360.05	57	23.861			
C.V. (%)	8.98					
MEDIA (Plantas/PN)	54.42					

Ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

Se obtuvo mayor número de plantas con los niveles más altos de fertilización química pertenecientes al n3 100% del requerimiento de fertilización química con sus respectivas dosis de los biofertilizantes (3ml/l,2ml/l, 1ml/l) sobresaliendo el T16 (100% de fertilización química y 3 ml/l de Azototic Plus) con 59.50 plantas/PN siendo parte del rango (a), va disminuyendo el número de plantas en la parcela neta con los niveles más bajos de fertilización química como T12 (33.3%

de fertilización química y 1 ml/l de Azototic Plus) perteneciente al rango (c) con tan solo 49,25 plantas/PN (Cuadro 61, Anexo 3).

Con los biofertilizantes Azototic y Azototic Plus los promedios son similares (Cuadro 62, Anexo 3).

Las dosis de biofertilizantes utilizadas (1ml/l, 2ml/l, 3ml/l) tuvieron 52.917 plantas/PN, 54.042 plantas/PN y 55.833 plantas/PN respectivamente (Cuadro 63), al incrementar las dosis de biofertilizantes hay mayor número de plantas por acción del biofertilizante, entre d1 y d3 existe un incremento de 2.92 plantas/PN.

Los niveles de fertilización química en el número de plantas/PN de brócoli muestran diferencias significativas al 1% a los niveles de fertilización química (Cuadro 6).

Cuadro 6. Promedios de número de plantas de brócoli para niveles de nitrógeno y fósforo.

Código	% de fertilizante químico	Promedio plantas/PN	Duncan 5%
n3	100%	57.625	a
n2	66.7%	53.833	b
n1	33,3%	51.333	b

La prueba Duncan al 5%, Cuadro 6, detecta la presencia de dos rangos; siendo el mejor el nivel n3 (100% de fertilización química) y es el que ocupa el primer rango (a); en el segundo rango (b), encontramos a los niveles n2 (66.7% de fertilización química) y n1 (33.3% de fertilización química).

(Miller, 1997), indica con relación al nitrógeno y fósforo en toda la planta estimulan el crecimiento vegetativo, las plantas que tienen abundante nitrógeno disponible son grandes, suculentas y de hojas color verde.

4.2.2. NÚMERO DE PELLAS

En el análisis de varianza (Cuadro 7), se observa diferencias significativas al 1% para bloques y niveles de fertilización química. Para el resto de variables e interacciones de las variables en estudio, es no significativo. El número de pellas se encuentra en un promedio de 38.01 pellas/PN, con un coeficiente de variación calculado del 17.08%, que se considera como bajo en esta investigación.

Cuadro 7. Análisis de varianza para el número de pellas de brócoli.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Total	4608.99	79				
Bloques	767.84	3	255.946	5.59**	2,68	3,95
Tratamientos	1231.74	19	64.828	1.42 ^{ns}	1,66	2,03
Biofertilizantes (B)	14.222	1	14.222	0.30 ^{ns}	3,92	6,85
Dosis de biofertilizante (D)	127.000	2	63.50	1.39 ^{ns}	3,07	4,79
Niveles de fertilización química (N)	1050.583	2	525.292	11.47**	3,07	4,79
BxD	2.111	2	1.056	0,02 ^{ns}	3,07	4,79
BxN	4.194	2	2.097	0,05 ^{ns}	3,07	4,79
DxN	21.667	4	5.147	0,12 ^{ns}	2,45	3,48
BxDxN	4.222	4	1.056	0,02 ^{ns}	2,45	3,48
T1 vs T2	1.120	1	1.120	0,02 ^{ns}	3,92	6,85
T1 vs Resto	6.620	1	6.620	0.14 ^{ns}	3,92	6,85
Error	2559.30	57	45.779			
C.V. (%)	17.08					
MEDIA (Pellas/PN)	38.013					

ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

Se obtuvo mayor número de plantas con los niveles más altos de fertilización química pertenecientes al n3, 100% del requerimiento de fertilización química con sus respectivas dosis de los dos biofertilizantes (3ml/l,2ml/l, 1ml/l), resultando ser superior T7 (100% de fertilización química y 3 ml/l de Azototic Plus) con 45,50 pellas/PN perteneciendo al primer rango (a), disminuye el número de pellas en la parcela neta con los niveles más bajos de fertilización química como T12 (33.3% de fertilización química y 1 ml/l de Azototic Plus) perteneciente al rango (c) con tan solo 30,75 pellas/PN (Cuadro 67, Anexo 3).

En el Cuadro 68 del anexo 3, se presenta el promedio de pellas cosechadas para los biofertilizantes Azototic y Azototic Plus, los que son muy similares, 38.36 y 37.47 pellas/PN, respectivamente.

Las dosis de biofertilizantes aplicadas (1ml/l, 2ml/l, 3ml/l), obtuvieron promedios de 36.33, 37.83 y 39.58 pellas/PN, respectivamente; al incrementar las dosis de biofertilizante hay mayor número de pellas cosechadas (Cuadro 69, Anexo 3).

Los niveles de fertilización química en el número de pellas de brócoli muestran diferencias significativas al 1% a los niveles de fertilización química (Cuadro 8).

Cuadro 8. Promedios de número de pellas de brócoli para niveles de nitrógeno y fósforo.

Código	% de fertilizante químico	Promedio pella/PN	Duncan 5%
n3	100%	43.000	a
n2	66.7%	36.958	b
n1	33,3%	33.792	b

La prueba de significancia de Duncan al 5%, Cuadro 8, detecta la presencia de dos rangos, siendo el mejor el que ocupa el rango (a) y corresponde al nivel n3 (100% de fertilización química) con 43 pellas cosechadas/PN, en el rango (b) ubicamos a los niveles n2 (66.7% de fertilización química) y n1 (33.3% de fertilización química) con 36 y 33 pellas cosechadas/PN.

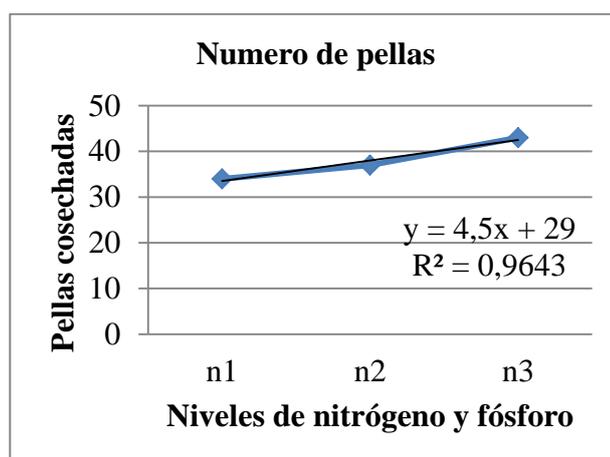


Figura 2. Efecto de los niveles de nitrógeno y fósforo sobre el número de pellas.

La Figura 2, señala una tendencia lineal altamente significativa ($R = 0.964 **$) entre el número de pellas cosechadas y el efecto de los niveles de fertilización química. Esto demuestra que al incrementar los niveles de fertilización química se induce a un incremento en el número de pellas cosechadas; el mayor número de plantas y pellas hasta el momento de la cosecha fueron los tratamientos que pertenecen al 100% de fertilización química. Estos resultados demuestran que la fertilización química en sus niveles más altos da vigor a las plantas. (Bartolini, R, 1989), señala que el efecto del N, P, K y micronutrientes son elementos esenciales en el desarrollo vegetativo de los cultivos.

Estudios realizados por (Tupiza, R, 2009), en el callejón interandino del Ecuador evaluaron ocho programas de fertilización química en el cultivo de brócoli (*Brassicae oleraceae var. Italica*) y concluye que el número de plantas y pellas útiles se debe a la acción de fertilizantes químicos (200 kgN/ha, 120 Kg P₂O₅/ha y 230 Kg K₂O/ha).

4.3. DIÁMETRO

En el análisis de varianza (Cuadro 9), se observa diferencias significativas al 1% para tratamientos y niveles de fertilización química; no existen diferencias significativas para bloques, biofertilizantes, dosis de biofertilizantes, interacción biofertilizantes por dosis de biofertilizantes (BxD), interacción biofertilizantes por niveles de fertilización química (BxN), interacción dosis de biofertilizantes por niveles de fertilización química (DxN), interacción biofertilizantes por dosis de biofertilizantes y por niveles de fertilización química (BxDxN), T1 vs T2 y Testigos vs el resto.

El diámetro se encuentra en un promedio de 15.17 cm/pella, con un coeficiente de variación calculado del 5.49%, que es considerado bajo para esta investigación.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el diámetro de pellas de brócoli.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Total	75.55	79				
Bloques	7.48	3	2.494	3.59 ^{ns}	2,68	3,95
Tratamientos	28.51	19	1.501	2,16**	1,66	2,03
Biofertilizantes (B)	0.239	1	0.239	0,34 ^{ns}	3,92	6,85
Dosis de biofertilizante (D)	2.694	2	1.347	1.91 ^{ns}	3,07	4,79
Niveles de fertilización química (N)	23.858	2	11.93	16.94**	3,07	4,79
BxD	0.251	2	0.125	0,18 ^{ns}	3,07	4,79
BxN	0.073	2	0.036	0,05 ^{ns}	3,07	4,79
DxN	0.432	4	0.108	0,15 ^{ns}	2,45	3,48
BxDxN	0.089	4	0.022	0,03 ^{ns}	2,45	3,48
T1 vs T2	0.010	1	0.010	0,01 ^{ns}	3,92	6,85
T1 vs Resto	0.860	1	0.860	1.22 ^{ns}	3,92	6,85
Error	39.56	57	0.704			
C.V. (%)	5.49					
MEDIA (cm/pella)	15.173					

Ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

El mayor diámetro de pellas se obtuvo con los niveles más altos de fertilización química pertenecientes al n3 100% del requerimiento de fertilización química, con

sus respectivas dosis de los dos biofertilizantes (3ml/l, 2ml/l, 1ml/l); obteniendo el mayor diámetro de la pella el T7 (100% de fertilizante químico, 3ml/l de Azototic) con 16,32 cm/pella, perteneciendo al primer rango (a); siendo superior a los obtenidos por Vizcaíno E (2005), 15.51 cm/pella; Pantoja C (2006), 13.34 cm/pella; Guzmán V (2007), 14.55 cm/pella y Peralta A (2006), con 13.66 cm/pella; estos resultados son de investigaciones con niveles similares de fertilización química. En el último rango (d), se ubicó el T12 (33.3% de fertilizante químico, 1ml/l de Azototic Plus), con el menor diámetro 14,05 cm/pella (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba de Duncan al 5% para el diámetro de pellas de brócoli.

Tratamientos	Código	Biofertilizantes	Dosis	N P ₂ O ₅		Media cm/pella	Duncan 5%
				kg/ha			
T7	b1d3n3	Azototic	3ml/l	180	60	16,32	a
T16	b2d3n3	Azototic Plus	3ml/l	180	60	15,88	ab
T4	b1d2n3	Azototic	2ml/l	180	60	15,82	ab
T13	b2d2n3	Azototic Plus	2ml/l	180	60	15,81	ab
T1	b1d1n3	Azototic	1ml/l	180	60	15,76	ab
T10	b2d1n3	Azototic Plus	1ml/l	180	60	15,61	ab
T19	T.Q.		0	180	60	15,51	abc
T20	T.E.		0	180	60	15,46	abcd
T8	b1d3n2	Azototic	3ml/l	120	40	15,45	abcd
T17	b2d3n2	Azototic Plus	3ml/l	120	40	15,15	abcd
T14	b1d2n2	Azototic Plus	2ml/l	120	40	15,06	abcd
T5	b2d2n2	Azototic	2ml/l	120	40	14,99	abcd
T2	b1d1n2	Azototic	1ml/l	120	40	14,97	abcd
T11	b2d1n2	Azototic Plus	1ml/l	120	40	14,94	abcd
T9	b1d3n1	Azototic	3ml/l	60	20	14,77	bcd
T18	b2d3n1	Azototic Plus	3ml/l	60	20	14,69	bcd
T6	b1d2n1	Azototic	2ml/l	60	20	14,58	bcd
T15	b2d2n1	Azototic Plus	2ml/l	60	20	14,55	bcd
T3	b1d1n1	Azototic	1ml/l	60	20	14,1	cd
T12	b2d1n1	Azototic Plus	1ml/l	60	20	14,05	d

Los biofertilizantes Azototic y Azototic Plus, obtuvieron diámetros de pella de brócoli de 15.20 cm/pella y 15.08 cm/pella respectivamente, muy similares entre sí (Cuadro 73, Anexo 3).

Las dosis de biofertilizantes en el diámetro de pellas de brócoli, obtuvieron promedios de 14.90, 15.133 y 15.377 cm/pella con 1ml/l, 2ml/l, 3ml/l respectivamente (Cuadro 74, Anexo 3).

El Cuadro 9, ADEVA para diámetro de la pella de brócoli muestra diferencia significativa al 1% para niveles de fertilización química.

Cuadro 11. Promedios de diámetro de pallas de brócoli para niveles de fertilización edáfica de biofertilizantes en cm.

Código	% de fertilizante químico	Promedio cm/pella	Duncan 5%
n3	100%	15.864	a
n2	66.7%	15.093	b
n1	33,3%	14.456	c

La prueba Duncan al 5%, Cuadro 11, detecta la presencia de tres rangos, siendo el mejor el que ocupa el primer rango (a) con 100% de fertilización química edáfica y el peor el que se ubica en el último rango (c) el n3 (33.33% de fertilización química). La fertilización química incrementa el diámetro de pella, lo cual se atribuye al efecto del N y P, esto influirá en el rendimiento del cultivo de brócoli.

Rodríguez, (1982), indica que el nitrógeno estimula el vigor vegetativo el cual se manifiesta por el aumento de velocidad del crecimiento, determinado por un aumento del volumen de inflorescencias debido a los alargamientos celulares y la multiplicación celular, mayor producción de hoja de buena calidad y sanidad debido al aumento de su contenido proteico.

Hanke, (1995), indica que el fosforo al ser importante para la mitosis o división celular, es lógico que influya positivamente en el diámetro, debido a que aumenta el tamaño celular, lo que consecuentemente incrementa el rendimiento de los cultivos agrícolas.

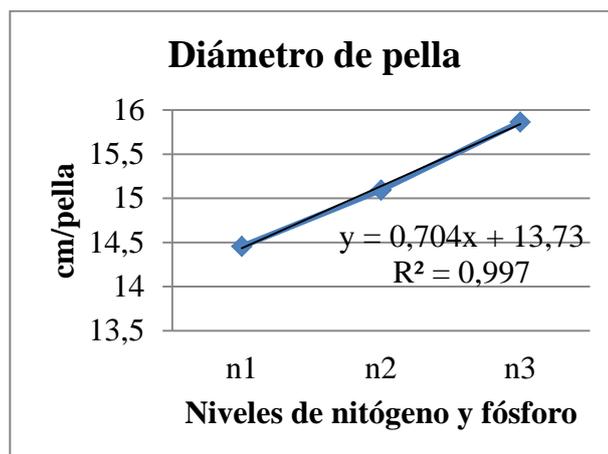


Figura 3. Efecto de los niveles de nitrógeno y fósforo sobre el diámetro de pellas.

La Figura 3, señala una tendencia lineal ($R = 0,997^{**}$) en el diámetro de las pellas, por acción de la fertilización química; el mayor diámetro es para el tratamiento que se aplicó el 100% de fertilización química lo que indica (Rodríguez, F, 1982) que el N produce aumentos en el volumen y crecimiento, los cuales determinan el mayor diámetro de las pellas de brócoli; también INPOFOS (1997), corrobora afirmando que la aplicación de N a más de estimular el crecimiento en volumen de las pellas pudo favorecer a la toma de P por la condición ácida que crea en el suelo, por otro lado el K pudo estimular el crecimiento y desarrollo radicular, lo que sin duda, ayuda a la toma de otros nutrientes, por lo que deduce que el diámetro fue mejor con los niveles altos.

Estudios realizados por (Chávez, R, 1995), en Aloag (Pichincha) donde se evaluaron tres fuentes y tres niveles de nitrógeno en el cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Italica*) hib. Shogun, concluye en que el elemento nitrógeno en el diámetro de las pellas aumenta de manera notable con niveles de (240 kgN/ha, 180 kg P₂O₅/ha y 230 kg K₂O /ha).

4.4. RENDIMIENTO

En el Cuadro 12, se presenta los resultados del análisis de varianza para rendimiento de pellas de brócoli, en el que se observa que no existen diferencias significativas para bloques, Biofertilizantes, dosis de Biofertilizantes, interacción biofertilizantes por dosis de biofertilizantes (BxD), interacción biofertilizantes por niveles de fertilización química (BxN), interacción dosis de biofertilizantes por niveles de fertilización química (DxN), interacción biofertilizantes por dosis de biofertilizantes y por niveles de fertilización química (BxDxN), T1 vs T2, Testigos vs el resto. Existen diferencias significativas al 1% para tratamientos y niveles de fertilización química.

El rendimiento se encuentra en un promedio de 17.83 TM/ha, con un coeficiente de variación calculado del 14.96% que se considera aceptable para este tipo de investigación.

Cuadro 12. Análisis de varianza para rendimiento de pellas de brócoli en TM/ha. Otavalo, 2008.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Total	730.05	79				
Bloques	41.64	3	13.879	1,95 ^{ns}	2,68	3,95
Tratamientos	282.85	19	14.887	2,09**	1,66	2,03
Biofertilizantes (B)	1.011	1	1.011	0,14 ^{ns}	3,92	6,85
Dosis de biofertilizante (D)	32.269	2	16.134	2,27 ^{ns}	3,07	4,79
Niveles de fertilización química (N)	235.364	2	117.632	16.53**	3,07	4,79
BxD	0.006	2	0.003	0,0004 ^{ns}	3,07	4,79
BxN	0.247	2	0.123	0,017 ^{ns}	3,07	4,79
DxN	2.582	4	0.645	0,090 ^{ns}	2,45	3,48
BxDxN	0.087	4	0.022	0,003 ^{ns}	2,45	3,48
T1 vs T2	0.006	1	0.006	0.0008 ^{ns}	3,92	6,85
T1 vs Resto	11.278	1	11.278	1.585 ^{ns}	3,92	6,85
Error	405.56	57	7.115			
C.V. (%)	14.96					
MEDIA (TM/ha)	17,832					

Ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Duncan al 5% para tratamientos de la variable rendimiento de brócoli; se detecta la presencia de cuatro rangos, siendo estadísticamente los mejores tratamientos los que ocupan el primer rango (a) y los que ocupan el último rango (d) son los que presentan los menores rendimientos de pellas.

Los mayores rendimientos se obtuvieron con los niveles más altos de fertilización química pertenecientes al n3 100% del requerimiento de fertilización química con sus respectivas dosis de los dos biofertilizantes (3ml/l, 2ml/l, 1ml/l), resultando ser el mejor el T7 (180 Kg de N/ha, 60 Kg de P₂O₅/ha), con 3ml/l de Azototic logrando 21 TM/ha; estos rendimientos son inferiores a los obtenidos por Vizcaíno E. (2005) 24.16 TM/ha y superiores a los resultados por Pantoja C (2006), Guzmán E (2007), Peralta A (2006), que fueron de 18.24 TM/ha, 16.71 TM/ha y 6.28 TM/ha respectivamente.

En el rango (d) se encuentra al T12 (60 Kg de N/ha, 20 Kg de P₂O₅/ha), con 1ml/l de Azototic, con 14,51 TM/ha de rendimiento de pellas, siendo uno de los peores tratamientos.

Cuadro 13. Prueba de Duncan al 5% para rendimiento de pellas en TM/ha.

Tratamientos	Código	Biofertilizantes	Dosis	N P ₂ O ₅		Media TM/ha	Duncan 5%
				kg/ha			
T7	b1d3n3	Azototic	3ml/l	180	60	21	a
T16	b2d3n3	Azototic Plus	3ml/l	180	60	20,63	ab
T4	b1d2n3	Azototic	2ml/l	180	60	20,32	abc
T13	b2d2n3	Azototic Plus	2ml/l	180	60	19,97	abc
T1	b1d1n3	Azototic	1ml/l	180	60	19,41	abc
T10	b2d1n3	Azototic Plus	1ml/l	180	60	18,94	abcd
T19	T.Q.		0	180	60	18,91	abcd
T20	T.E.		0	180	60	18,86	abcd
T8	b1d3n2	Azototic	3ml/l	120	40	18,55	abcd
T17	b2d3n2	Azototic Plus	3ml/l	120	40	18,32	abcd
T5	b1d2n2	Azototic	2ml/l	120	40	17,13	abcd
T14	b2d2n2	Azototic Plus	2ml/l	120	40	17,03	abcd
T2	b1d1n2	Azototic	1ml/l	120	40	16,93	abcd
T11	b2d1n2	Azototic Plus	1ml/l	120	40	16,89	abcd
T9	b1d3n1	Azototic	3ml/l	60	20	16,45	abcd
T18	b2d3n1	Azototic Plus	3ml/l	60	20	16,37	bcd
T6	b1d2n1	Azototic	2ml/l	60	20	15,95	cd
T15	b2d2n1	Azototic Plus	2ml/l	60	20	15,75	cd
T3	b1d1n1	Azototic	1ml/l	60	20	14,79	d
T12	b2d1n1	Azototic Plus	1ml/l	60	20	14,51	d

Al comparar el rendimiento promedio de brócoli de los dos biofertilizantes Azototic y Azototic Plus 17.83 y 17.60 TM/ha respectivamente, se observa que son similares (Cuadro 78, Anexo 3).

El rendimiento promedio de pellas de brócoli fue de 16.91, 17.69 y 18.55 TM/ha al utilizar las dosis de biofertilizantes de 1, 2 y 3ml/l, respectivamente (Cuadro 79, Anexo 3). Según Garcés, (2008), el uso de 1 litro/ha de biofertilizante a base de la bacterias *Azotobacter*, incrementa el rendimiento, acorta el ciclo total de cultivo dando mayor peso y diámetro a frutos.

La prueba de Duncan al 5%, Cuadro 14, detecta la presencia de tres rangos, siendo el mejor el que ocupa el primer rango (a) con 20,04 TM/ha al aplicar

100% del requerimiento de fertilización química, la producción va disminuyendo a medida que el fertilizante inorgánico baja teniendo 17,47 TM/ha al utilizar 66,7% de fertilizante perteneciente al rango (b) y como el rango más bajo (c) al utilizar 33.3% de fertilizante inorgánico.

Gordon, et al., (1992) y Jacob, et al., (1964), señalan que la gran importancia del nitrógeno en el metabolismo vegetal normal, no es exagerada, la vida no sería concebible sin la existencia de este elemento, además de ello se encuentra presente en un gran número de compuestos de singular importancia fisiológica dentro del metabolismo vegetal, tales como la clorofila, los nucleótidos, los fosfatitos, los alcaloides, así como en múltiples enzimas, hormonas y vitaminas.

Paredes, et al., (1998), encontraron que en el brócoli el crecimiento es lento, la planta tiende a enanificarse y es más delgada de lo normal; presenta defoliación y la formación de cabezas es tardía. Para la deficiencia de fósforo, las plantas presentan follaje de color púrpura y bronceado, sistema radicular reducido y muy superficial.

Bartoline, R. (1989), manifiesta que el fósforo favorece el crecimiento, su acción es conjunta a la del nitrógeno, el desarrollo radicular y el acrecentamiento de la masa de pelos radiculares, la precocidad, consecuencia de un desarrollo radicular óptimo; la robustez de los tejidos, haciéndose menos sensibles al ataque de parásitos, la fecundación y fructificación.

Cuadro 14. Promedios de rendimiento de brócoli para niveles de nitrógeno y fósforo química en TM/ha.

Código	% de fertilizante químico	Promedio TM/ha	Duncan 5%
n3	100%	20,04	a
n2	66.7%	17,47	b
n1	33,3%	15,65	c

Cásseres E. (1980), afirma que el brócoli requiere de moderada a alta fertilización lo que es afirmado por Limongelli J. (1979), al manifestar que el brócoli responde a la fertilización nitrogenada; sin embargo, es importante dotar al cultivo de cantidades suficientes de P, K y micronutrientes.

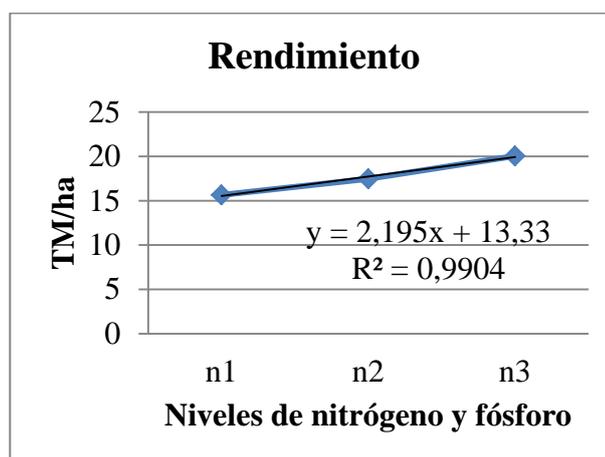


Figura 4. Efecto de los niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento de brócoli. Otavalo, 2008.

La Figura 4, muestra una tendencia lineal ($R = 0,990$ **), en el rendimiento del cultivo de brócoli por efecto del incremento de los niveles de fertilización química, el rendimiento más alto lo obtuvieron los tratamiento correspondientes al 100% de fertilización química, estos resultados indican que la fertilización química aumentan la producción. Estudios realizados por (Arjona, et al., 1984), en Colombia indica que el rendimiento total del cultivo de brócoli se incremento a medida que el nivel de fertilización nitrogenada aumento, con un espaciamiento entre planta de 30cm. Los resultados obtenidos por (Chávez, R, 1995), corroboran con lo antes indicado, a medida que se aumenta los niveles de fertilización química la producción es mayor y de excelente calidad de exportación.

En la Figura 5 se representa los valores en TM/ha en el rendimiento de brócoli al utilizar tres dosis diferentes de los biofertilizantes.

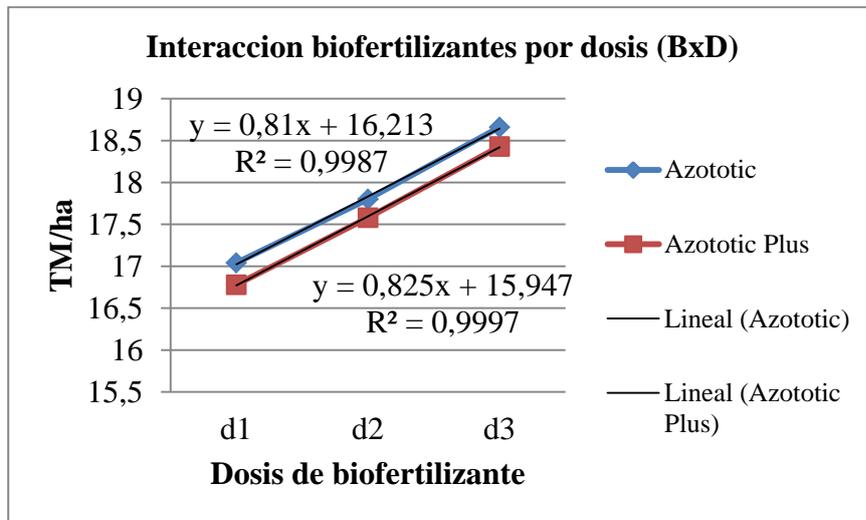


Figura 5. Interacción dosis de biofertilización por fuentes de biofertilizantes.

La Figura 5, muestra el incremento de la producción a medida que se aumenta las dosis de biofertilizante siendo mejor la aplicación de 3 ml/l, podemos observar el paralelismo de los dos biofertilizantes, por lo cual no existe interacción significativa. Entre las dos fuentes se comporta mejor Azototic (Cuadro 80).

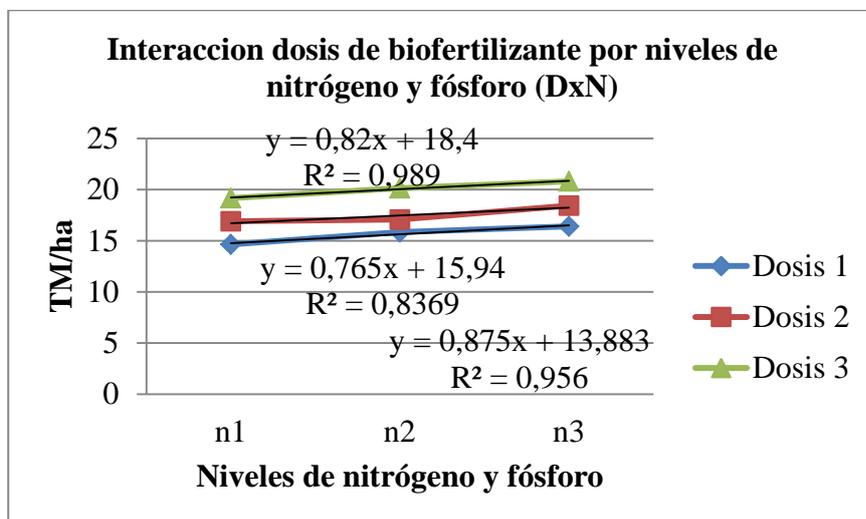


Figura 6. Interacción dosis de biofertilizantes por niveles de fertilización química edáfica.

La Figura 6, demuestra el incremento de la producción a medida que se aumenta los niveles de fertilización química resultando ser el mejor n3 con el 100% de

fertilizante químico edáfico, se puede observar el paralelismo de las dosis de biofertilizantes resultando ser la mejor la d3 (3ml/l), (Cuadro 82, Anexo 3).

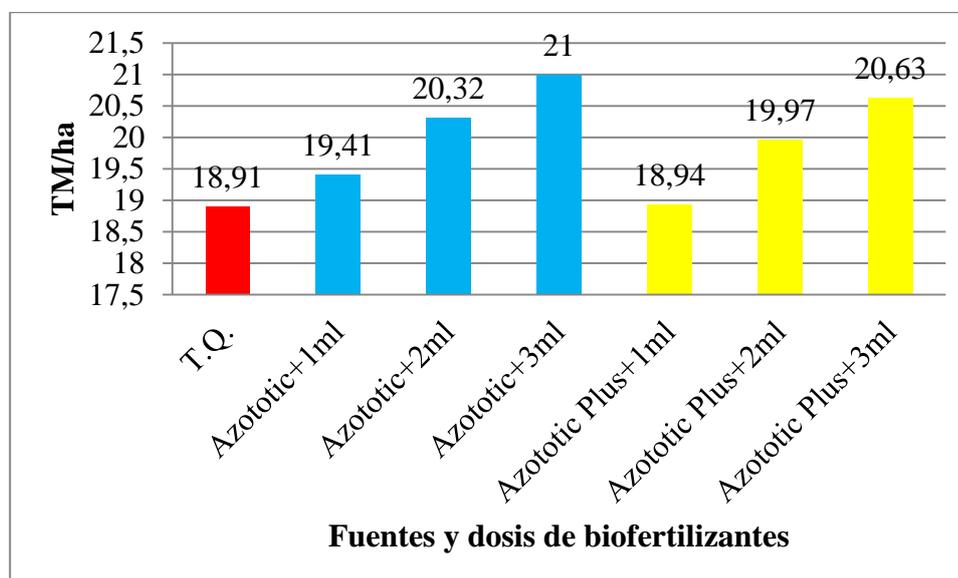


Figura 7. Comparación del testigo químico 100% de fertilización edáfica con los que tienen el 100% de fertilización química más las dosis de biofertilizante.

En la Figura 7, se presentan los rendimientos promedios de brócoli para el testigo químico, comparado con las dosis de las dos fuentes de biofertilizantes; en la misma se observa que con el biofertilizante Azototic se obtuvo un incremento en rendimiento de 0,5 TM/ha equivalente a 2,64% con 1ml/l; 1,41 TM/ha equivalente a 7,46% con 2 ml/l y 2,09 TM/ha equivalente a 11,05% con 3ml/l, en cambio con el biofertilizante Azototic Plus se logro un incremento de 0.03 TM/ha equivalente a 0.16% con 1ml/l; 1,06 TM/ha equivalente a 5,61% con 2ml/l y 1,72 TM/ha equivalente a 9,10% con 3ml/l. Estos resultados demuestran el efecto positivo en el rendimiento de brócoli de las fuentes y niveles de biofertilizantes.

4.5. MATERIA SECA

Con el porcentaje de materia seca de pellas y planta obtenida en la UTN y los pesos en fresco de 4 plantas/PN (Anexo 55), se calculó el peso de materia seca (Cuadro 15).

Cuadro 15. Materia seca de brócoli.

TRATAMIENTOS	Código	MATERIA SECA kg/ha		TOTAL kg/ha
		PELLA	PLANTA	
T1	p1d1n1	1464.322	4074.000	5538.322
T2	p1d1n2	1247.400	3590.093	4837.493
T3	p1d1n3	1103.088	3196.670	4299.758
T4	p1d2n1	1608.768	4236.876	5845.644
T5	p1d2n2	1298.934	3719.100	5018.034
T6	p1d2n3	1156.890	3364.830	4521.720
T7	p1d3n1	1644.342	4811.100	6455.442
T8	p1d3n2	1318.905	3777.396	5096.301
T9	p1d3n3	1229.214	3539.306	4768.520
T10	p2d1n1	1420.860	4068.750	5489.610
T11	p2d1n2	1239.181	3573.965	4813.146
T12	p2d1n3	1045.775	2567.124	3612.899
T13	p2d2n1	1539.804	4084.500	5624.304
T14	p2d2n2	1282.281	3617.376	4899.657
T15	p2d2n3	1137.465	3282.972	4420.437
T16	p2d3n1	1620.851	4418.316	6039.167
T17	p2d3n2	1310.576	3723.930	5034.506
T18	p2d3n3	1176.399	3465.504	4641.903
T19	Test. Químico	1362.312	3975.728	5338.040
T20	Test. Empresa	1328.922	3793.608	5122.530

En el Cuadro 15, se observa que los mayores valores en materia seca corresponden a los tratamientos que tuvieron el 100% de fertilización edáfica y sus respectivas dosis de biofertilizantes, esto indica la respuesta favorable a la aplicación de biofertilizantes.

4.6. EXTRACCION DE NITRÓGENO

En el cuadro 16, se indica la cantidad de N absorbido por la planta. Con el peso de biomasa como materia seca en kg/ha y la concentración de N en %, se calculó la cantidad de N absorbido por la pella y el resto de la planta de brócoli utilizando la formula: $NP = \%N/100 \times MS$, luego del cálculo individual se sumo para tener la absorción total de nitrógeno/ha.

Cuadro 16. Cantidad de nitrógeno absorbido por el cultivo de brócoli.

TRATAMIENTOS	Código	Kg/ha N ABSOBIDO		ABSORCION TOTAL
		PELLA	PLANTA	kgN/ha
T1	p1d1n3	50.666	102.665	153.331
T2	p1d1n2	42.786	84.367	127.153
T3	p1d1n1	36.843	68.409	105.252
T4	p1d2n3	55.985	108.040	164.025
T5	p1d2n2	44.553	88.515	133.068
T6	p1d2n1	39.334	77.391	116.725
T7	p1d3n3	57.388	127.494	184.882
T8	p1d3n2	45.370	90.280	135.650
T9	p1d3n1	41.916	82.112	124.028
T10	p2d1n3	49.020	102.126	151.146
T11	p2d1n2	42.380	82.916	125.296
T12	p2d1n1	34.511	54.680	89.191
T13	p2d2n3	53.277	103.746	157.023
T14	p2d2n2	43.982	85.370	129.352
T15	p2d2n1	38.105	70.256	108.361
T16	p2d3n3	56.406	113.109	169.515
T17	p2d3n2	44.953	89.002	133.955
T18	p2d3n1	39.998	80.053	120.051
T19	Test.Químico	46.864	99.393	146.257
T20	Test.Empresa	45.715	92.564	138.279

El nitrógeno es el componente fundamental de todas las moléculas orgánica involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal (Bertsch, 2003), donde generalmente se obtienen mayores rendimientos se obtendrá una extracción de nutrientes proporcionalmente más elevada (D.A.P.E.E. 1976). En el cuadro 16, se observa que la cantidad de nitrógeno acumulada en el resto de la planta es

alrededor del 67% y en la pella de 33%; así mismo existe diferencia en la absorción de nitrógeno por efecto de los tratamientos en estudio.

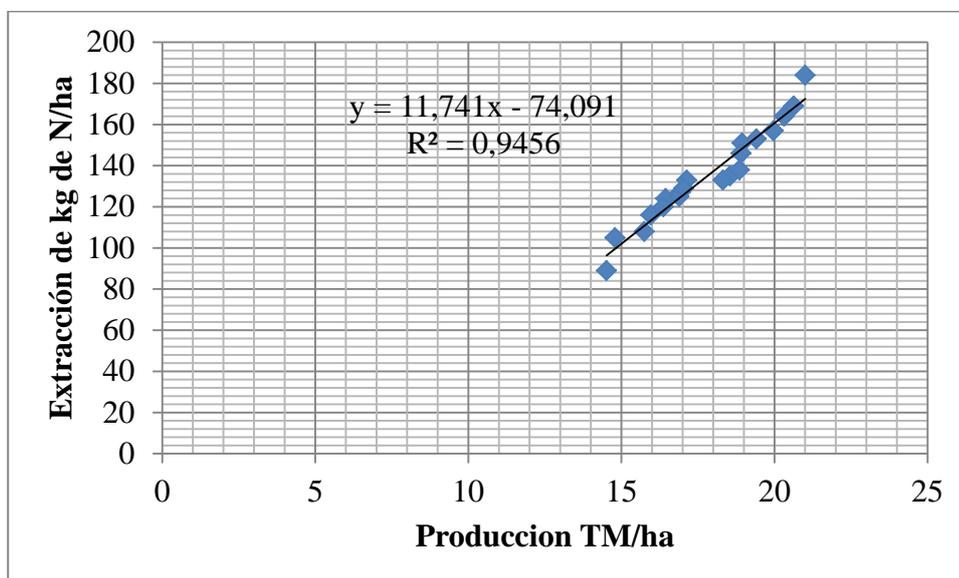


Figura 8. Regresión lineal de la extracción de N con relación a la producción.

En la Figura 10, se observa una relación directa entre la producción de brócoli y la extracción de N; existiendo una correlación altamente significativa ($r = 0.945^{**}$) entre las dos variables. Esto nos indica que al tener una mayor producción de brócoli se incrementa la extracción de N por el cultivo, siendo necesario de dosis altas de fertilización al incrementarse los requerimientos del cultivo.

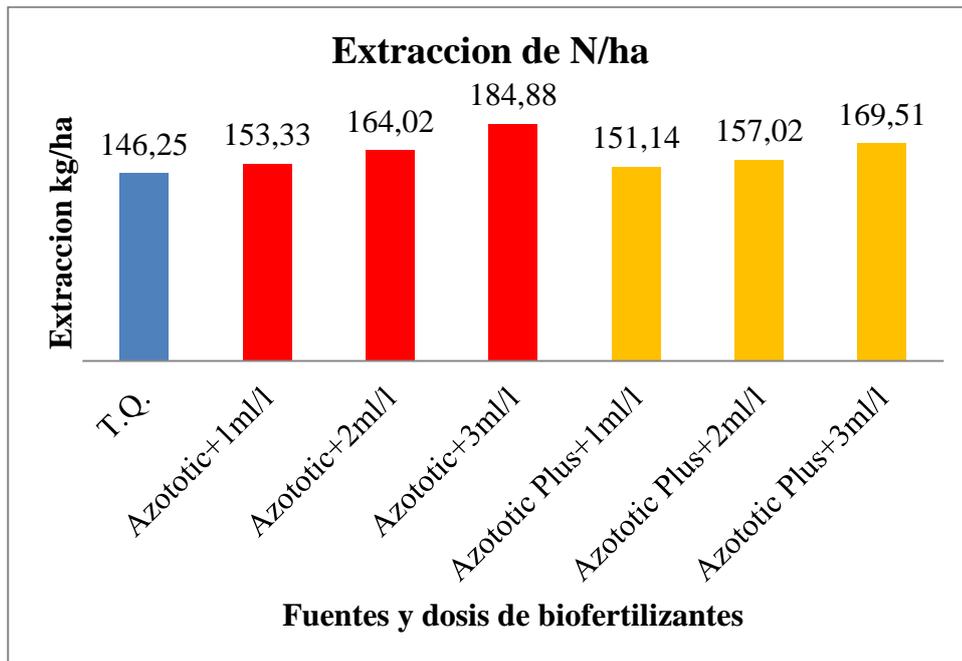


Figura 9. Extracción de N con el 100% de fertilización química más las dosis de biofertilizante.

En la Figura 11, se presenta la extracción de N para el testigo químico, comparado con las dosis de las dos fuentes de biofertilizantes; en la que existe un incremento en la absorción de nitrógeno de 7.08 kgN/ha con 1ml/l de Azototic, al utilizar 2ml/l de Azototic tenemos un incremento de 17.77 kgN/ha y con 3ml/l del biofertilizante Azototic incrementa 38.63 kgN/ha, siendo igual a un 26.72%.

Los tratamientos aplicados el biofertilizante Azototic Plus tienen porcentajes bajos de incremento en la absorción de nitrógeno de 4.89, 10.77 y 23.26 kgN/ha con 1, 2 y 3ml/l respectivamente.

El testigo químico extrajo 146.25 kgN/ha siendo inferior a la cantidad de fertilizante químico edáfico aplicado a este tratamiento (180 kgN/ha), el tratamiento que más nitrógeno absorbió fue el T7 con 184.88 kgN/ha, resultando superior a lo del testigo químico.

Sainz, et al., (2004), mencionan que en suelos no drenados las pérdidas por lixiviación pueden variar en función de las dosis de fertilizante aplicadas.

Mientras (Smith, et al., 2000), expresa que las pérdidas de nitrógeno por lixiviación varían de 4 a 5 kg/ha/año en suelos con drenaje estabilado a 90 cm de profundidad, en otras investigaciones se obtuvo pérdidas de 31 a 77 kg/ha/año con drenajes a 25 cm de profundidad (Smith, et al., 1998).

4.7. EXTRACCION DE FOSFORO

En el cuadro 17, se indica la cantidad de P₂O₅ absorbido por la planta, con el peso de biomasa como materia seca en kg/ha y la concentración de P en %, se calculó la cantidad de P₂O₅ absorbido de la pella y la planta de brócoli utilizando la formula: $P = \%P/100 \times MS \times 2.29$, luego del cálculo individual se sumó para tener la absorción total de P₂O₅/ha.

Cuadro 17. Cantidad de P₂O₅ absorbido por el cultivo de brócoli.

TRATAMIENTOS	Código	Kg/ha P ₂ O ₅ ABSOBIDO		ABSORCION TOTAL
		PELLA	PLANTA	kgP ₂ O ₅ /ha
T1	p1d1n3	24.814	43.848	68.662
T2	p1d1n2	17.711	30.419	48.130
T3	p1d1n1	13.893	21.961	35.854
T4	p1d2n3	28.367	49.482	77.849
T5	p1d2n2	19.037	34.067	53.104
T6	p1d2n1	15.101	24.657	39.758
T7	p1d3n3	30.501	60.596	91.097
T8	p1d3n2	20.538	36.331	56.869
T9	p1d3n1	16.608	27.557	44.165
T10	p2d1n3	23.427	42.860	66.287
T11	p2d1n2	17.310	28.645	45.955
T12	p2d1n1	13.172	17.048	30.220
T13	p2d2n3	26.446	45.832	72.278
T14	p2d2n2	18.499	31.478	49.977
T15	p2d2n1	14.587	23.306	37.893
T16	p2d3n3	28.952	52.613	81.565
T17	p2d3n2	19.508	34.964	54.472
T18	p2d3n1	15.625	26.189	41.814
T19	Test. Químico	22.150	40.059	62.209
T20	Test. Empresa	20.998	37.356	58.354

El fósforo forma parte de la molécula transportadora de alta energía ATP; por lo tanto, participa en todos los procesos metabólicos que involucran energía (Bertsch, 2003).

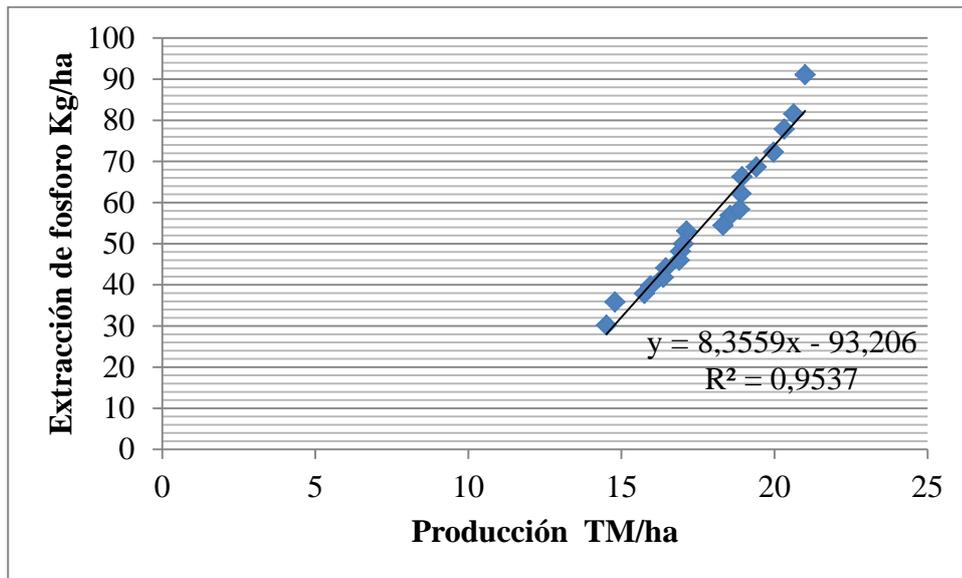


Figura 10. Regresión lineal de la extracción de P₂O₅ con relación a la producción.

En la Figura 12, se observa una relación directa entre la producción de brócoli y la extracción de P₂O₅; existiendo una correlación altamente significativa ($r = 0.953^{**}$) entre las dos variables. Esto nos indica que al tener una mayor producción de brócoli se incrementa la extracción de P₂O₅ por el cultivo, siendo necesario de dosis altas de fertilización al incrementarse los requerimientos del cultivo.

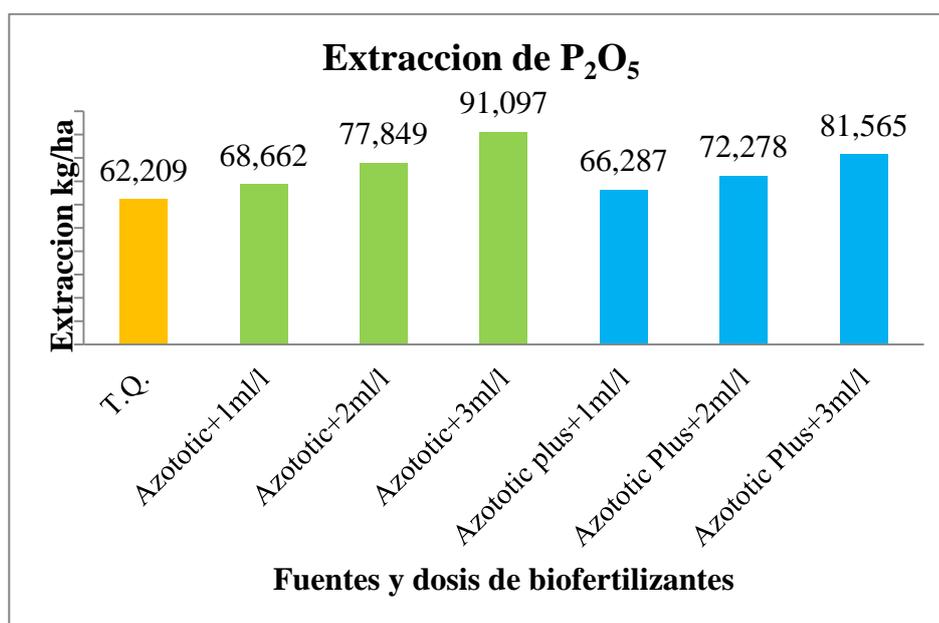


Figura 11. Extracción de P_2O_5 con el 100% de fertilización química mas las dosis de biofertilizante.

En la Figura 13, se presenta la extracción de P_2O_5 para el testigo químico, comparado con las dosis de las dos fuentes de biofertilizantes; en la que existe un incremento en la absorción de fosforo de 6.45 kgP_2O_5/ha con 1ml/l de Azototic, al utilizar 2ml/l de Azototic tenemos un incremento de 15.64 $kg P_2O_5/ha$ y con 3ml/l del biofertilizante Azototic incrementa 28.98 $kg P_2O_5/ha$.

Los tratamientos aplicados el biofertilizante Azototic Plus tienen porcentajes bajos de incremento en la absorción de fosforo de 4.08, 10.07 y 19,36 $kg P_2O_5/ha$ con 1, 2 y 3ml/l respectivamente.

4.8. ANALISIS ECONÓMICO

Se utilizó el método del “Presupuesto parcial” del CIMMYT (1988), el que utiliza los costos totales que varían por efecto de los tratamientos, en el que se considera el precio de cada kilogramo de nitrógeno y fósforo, los biofertilizantes, mano de obra para la aplicación, etc., y los beneficios netos; con los cuales se calcula la Tasa de Retorno Marginal (TRM).

Cuadro 18. Presupuesto parcial de “La utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli (*Brassica aleraceae* var. *Legacy*) en Otavalo 2008, (CIMMYT 1988).

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Rendimiento medio (kg/ha)	19410	16930	14730	20320	17130	15950	21000	18550	16450	18940
Rendimiento ajustado (kg/ha)	18245,4	15914,2	13902,6	19098,45	16104,55	14997,7	19742,35	17432,3	15460,65	17805,95
Beneficio neto en campo (\$/ha)	3831,53	3341,98	2919,55	4010,67	3381,96	3149,52	4145,89	3660,78	3246,74	3739,25
Costo de biofertilizante (\$/ha)	12	12	12	23	23	23	34	34	34	12
Mano de obra biofertilización	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Costo de fertilizante químico (\$/ha)	2362,84	2065,01	1807,7	2362,84	2065,01	1807,7	2362,84	2065,01	1807,7	2362,84
Mano de obra fertilización	128	96	64	128	96	64	128	96	64	128
fertilización foliar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mano de obra fertilización foliar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de costos que varían	2556,84	2227,01	1937,7	2567,84	2238,01	1948,7	2578,84	2249,01	1959,7	2556,84
Beneficios netos	1274,694	1114,972	981,846	1442,835	1143,946	1200,817	1567,054	1411,77	1287,037	1182,41

Cuadro 18. Presupuesto parcial de “La utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli (*Brassica aleraceae* var. *Legacy*) Otavalo 2008, (CIMMYT 1988) Continuación.

	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Rendimiento medio (kg/ha)	16890	14510	19970	17030	15750	20630	18320	16370	18910	18860
Rendimiento ajustado (kg/ha)	15874,25	13641,75	18767,1	16010,55	14800,3	19389,85	17216,1	15387,8	17775,4	17726,05
Beneficio neto en campo (\$/ha)	3333,59	2864,77	3941,09	3362,22	3108,06	4071,87	3615,38	3231,44	3732,83	3722,47
Costo de biofertilizante (\$/ha)	12	12	23	23	23	34	34	34	0	0
Mano de obra biofertilización	54	54	54	54	54	54	54	54	0	0
Costo de fertilizante químico (\$/ha)	2065,01	1807,7	2362,84	2065,01	1807,7	2362,84	2065,01	1807,7	2362,84	2362,84
Mano de obra fertilización	96	64	128	96	64	128	96	64	128	128
fertilización foliar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169,7
Mano de obra fertilización foliar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144
Total de costos que varían	2227,01	1937,7	2567,84	2238,01	1948,7	2578,84	2249,01	1959,7	2490,84	2804,54
Beneficios netos	1106,583	927,0675	1373,25	1124,206	1159,363	1493,029	1366,371	1271,74	1241,994	917,9305

Cuadro 19. Cuadro de dominancia Presupuesto parcial de “La utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli (*Brassica aleraceae var. Legacy*) en Otavalo 2008, (CIMMYT 1988).

Tratamientos	Código	Total costo que varia (\$/ha)	Beneficio neto (\$/ha)	
T3	b1d1n1	1937,7	981,846	
T12	b2d1n1	1937,7	927,0675	D
T6	b1d2n1	1948,7	1200,817	
T15	b2d2n1	1948,7	1159,363	D
T9	b1d3n1	1959,7	1287,0365	
T18	b2d3n1	1959,7	1271,738	D
T2	b1d1n2	2227,01	1114,972	D
T11	b2d1n2	2227,01	1106,5825	D
T5	b1d2n2	2238,01	1143,9455	D
T14	b2d2n2	2238,01	1124,2055	D
T8	b1d3n2	2249,01	1411,773	
T17	b2d3n2	2249,01	1366,371	D
T19	T.Q.	2490,84	1241,994	D
T1	b1d1n3	2556,84	1274,694	D
T10	b2d1n3	2556,84	1182,4095	D
T4	b1d2n3	2567,84	1442,8345	
T13	b2d2n3	2567,84	1373,251	D
T7	b1d3n3	2578,84	1567,0535	
T16	b2d3n3	2578,84	1493,0285	D
T20	T.E.	2804,54	917,9305	D

Se elimina los tratamientos T12, T15, T18, T2, T11, T5, T14, T17, T19, T1, T10, T13, T16, T20 por tener menores beneficios netos y mayores costos que varían, siendo estos los que al agricultor no le conviene realizar ya que va a invertir más dinero y no va a tener réditos económicos.

En el análisis de dominancia muestra que los mejores tratamientos son: T3, T6, T9, T8, T4, T7.

Cuadro 20. Cuadro de análisis marginal “La utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli (*Brassica aleraceae var. Legacy*) en Otavalo 2008, (CIMMYT 1988).

Tratamientos	Código	Total costo que varia (\$/ha)	Costo marginal	Beneficio neto (\$/ha)	Beneficio marginal	Tasa de retorno marginal
T3	b1d1n1	1937,7		981,846		
T6	b1d2n1	1948,7	11	1200,817	218,971	19,91
T9	b1d3n1	1959,7	11	1287,037	86,2195	7,84
T8	b1d3n2	2249,01	289,31	1411,773	124,737	0,43
T4	b1d2n3	2567,84	318,83	1442,835	31,0615	0,10
T7	b1d3n3	2578,84	11	1567,054	124,219	11,29

Los tratamientos T6, T7, presentan una tasa de retorno marginal alta en comparación a los tratamientos T3, T9, T8, T1, por consiguiente se realizó los siguientes análisis.

Cuadro 21. Cuadro de análisis marginal “La utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli (*Brassica aleraceae var. Legacy*) en Otavalo 2008, (CIMMYT 1988).

Tratamientos	Código	Total de costo que varia (\$/ha)	Costo marginal	Beneficio neto (\$/ha)	Beneficio marginal	Tasa de retorno Marginal %
T6	b1d2n1	1948,7		1200,817		
T7	b1d3n3	2578,84	630,14	1567,054	366,236	58,11

El T7 tiene una tasa de retorno marginal alta de 58,11% por lo tanto es recomendado para el agricultor como la mejor opción.

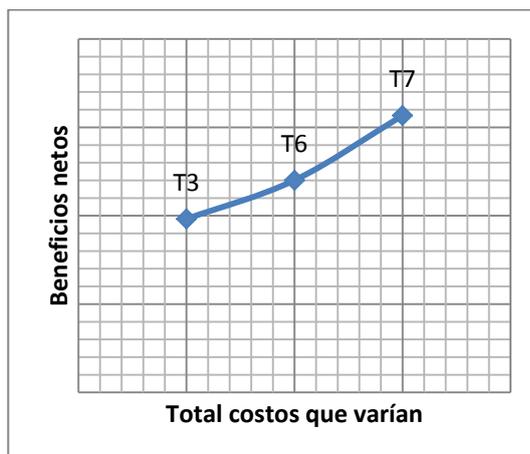


Figura 12. Curva de beneficios netos para La utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli (*Brassica.aleraceae* var. *Legacy*) en Otavalo. 2008, (CIMMYT 1988).

La figura 14 muestra la curva de beneficios netos del T7 que tiene el 58,11% de retorno marginal para el agricultor invertiría \$1 y recuperaría su \$1 invertido más \$0.58 ctvs adicionales, siendo el mejor.

V. CONCLUSIONES

- El porcentaje de pellas cosechadas a los 83 días presenta al T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha y 3ml/l del biofertilizante Azototic), como el mejor con 72.07% de pellas cosechadas y el T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), con el menor porcentaje de pellas cosechadas (34.77%).
- Para el mayor número de plantas cosechadas presenta al T16 (180 kgN/ha, 60 kg P₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic Plus), como el mejor con 59.50 plantas/PN y el T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), como el menor con 49.25 plantas/PN.
- El número de pellas cosechadas cosechas presenta al T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic), como el mejor con 45.50 pellas/PN cosechadas y al T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), como 30.75 pellas/PN cosechadas siendo el menor.
- Con relación al diámetro de la pella el T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic), sobresale como el mejor 16.32 cm/pella y el T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), con 14.05 cm/pella resultando el peor.
- En el rendimiento del cultivo de brócoli, la mayor producción fue para el T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic), con 21TM/ha siendo superior a los testigos T.Q. con 18.91TM/ha y el T.E. con 18.86 TM/ha, que tuvieron los niveles más altos de fertilizante químico y el T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), obteniendo el menor rendimiento con 14.51 TM/ha.

- Mediante el análisis del porcentaje de materia seca en el cultivo de brócoli se observó que el T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic), obtuvo mayor concentración de sólidos totales con 6.46TM/ha y el menor fue para el T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), con 3.61 TM/ha.
- Con el análisis de sólidos totales se llegó a obtener la extracción de nitrógeno sobresaliendo el T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic), con una extracción de 184.94 kg N/ha y el T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), como el que menor extracción obtuvo con 89.03 kg N/ha.
- Con el análisis de sólidos totales se llegó a obtener la extracción de fósforo (P₂O₅) siendo el T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic), con la mayor extracción de 91.07 kgP₂O₅/ha y el T12 (60 kgN/ha, 20 kgP₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), como el que menor extracción obtuvo con 30.22 kgP₂O₅/ha.
- De acuerdo con el análisis económico (CIMMYT, 1988), el T7 (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 3ml/l del biofertilizante Azototic), tiene la mayor tasa de retorno marginal 58.11% lo que significa que para el agricultor es el mejor tratamiento económico.
- Es importante resaltar al n3 (100% de fertilización química), fue el que mejor resultados nos dio en cuanto a las variables en estudio esto nos indica que el brócoli responde a la aplicación de niveles altos de fertilizantes químicos.
- Para los biofertilizantes estudiados no presentaron diferencias significativas en ninguna de las variables, siendo mejor el Azototic que nos dio mayores resultados en el rendimiento del cultivo de brócoli llegando a cumplir con el objetivo general.
- Del biofertilizante Azototic aplicado el cultivo de brócoli la mejor dosis en todas las variables fue la de 3ml/l, afirmando la hipótesis propuesta en la investigación incrementando los rendimientos en todas las variables.

VI. RECOMENDACIONES

Para suelos que presenten características similares a los de la investigación se recomienda:

- Aplicar para el cultivo de brócoli, 180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 200 kgK₂O/ha, 16 kgMg/ha, 30 kgS/ha, 10 kgCa/ha, 3ml/l del biofertilizante.
- Continuar la investigación con otros cultivos excepto en leguminosas, con diferentes condiciones climáticas y suelos de características diferentes a la investigación realizada.
- Los biofertilizantes se recomienda como un complemento a la fertilización edáfica del cultivo de brócoli y con la dosis alta.
- Utilizar biofertilizantes a base de bacterias en los cultivos, servirá para comenzar a mitigar los impactos negativos que generan los fertilizantes químicos utilizados en gran cantidad en los cultivos.
- Utilizar abonos orgánicos para reducir la cantidad de fertilizantes químicos al mejorar la eficiencia de estos.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia San José de Quichinche, en el sector de la Hacienda Pastaví, la ubicación geográfica corresponde a la latitud: 0° 15' 03" Norte y longitud: 78° 17' 20" Oeste, con una altitud de 2600 msnm, pertenece a la región húmedo templado de suelo con un pH ligeramente ácido (6.3), con textura franco arenoso de buen drenaje, 5% de topografía con 1.5% de materia orgánica y la profundidad efectiva esta entre 40-50cm.

Con el fin de determinar el mejor nivel de fertilizante químico, el biofertilizante y la mejor dosis en el cultivo de brócoli y realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio en base al presupuesto parcial del CIMMYT, 1988.

Los factores en estudio fueron: dos biofertilizantes (Azototic y Azototic Plus), tres dosis de biofertilizante d1=1ml/l, d2=2ml/l, d3=3ml/l, tres niveles de fertilización química n1=(180-60), kg/ha de N-P₂O₅, n2=(120-40), kg/ha de N-P₂O₅, n3=(60-20), kg/ha de N-P₂O₅ para los tres niveles de fertilización química se complemento el requerimiento del cultivo con (200-16-30-10), kg/ha de K₂O, Mg, S, Ca, respectivamente, un testigo químico (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 200 kgK₂O/ha, 16 kgMg/ha, 30 kgS/ha, 10 kgCa/ha), y un testigo empresa (180 kgN/ha, 60 kgP₂O₅/ha, 200 kgK₂O/ha, 16 kgMg/ha, 30 kgS/ha, 10 kgCa/ha, mas fertilizantes foliares).

Cuadro 22. Tratamientos que se evaluaron.

N° Trat.	Código	Biofertilizante	Dosis	Fertilizante Químico kg/ha					
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	Ca
1	p1d1n3	Azototic	1cc/litro	180	60	200	16	30	10
2	p1d1n2	Azototic	1cc/litro	120	40	200	16	30	10
3	p1d1n1	Azototic	1cc/litro	60	20	200	16	30	10
4	p1d2n3	Azototic	2cc/litro	180	60	200	16	30	10
5	p1d2n2	Azototic	2cc/litro	120	40	200	16	30	10
6	p1d2n1	Azototic	2cc/litro	60	20	200	16	30	10
7	p1d3n3	Azototic	3cc/litro	180	60	200	16	30	10
8	p1d3n2	Azototic	3cc/litro	120	40	200	16	30	10
9	p1d3n1	Azototic	3cc/litro	60	20	200	16	30	10
10	p2d1n3	Azototic Plus	1cc/litro	180	60	200	16	30	10
11	p2d1n2	Azototic Plus	1cc/litro	120	40	200	16	30	10
12	p2d1n1	Azototic Plus	1cc/litro	60	20	200	16	30	10
13	p2d2n3	Azototic Plus	2cc/litro	180	60	200	16	30	10
14	p2d2n2	Azototic Plus	2cc/litro	120	40	200	16	30	10
15	p2d2n1	Azototic Plus	2cc/litro	60	20	200	16	30	10
16	p2d3n3	Azototic Plus	3cc/litro	180	60	200	16	30	10
17	p2d3n2	Azototic Plus	3cc/litro	120	40	200	16	30	10
18	p2d3n1	Azototic Plus	3cc/litro	60	20	200	16	30	10
19	Test. Químico	0	0	180	60	200	16	30	10
20	Test. Empresa*	0	0	180	60	200	16	30	10

*T.E.=En el testigo empresa la fertilización química se complemento con fertilizantes foliares.

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con veinte tratamientos y cuatro repeticiones, con un arreglo factorial AxBxC+2, en el que A fueron los biofertilizantes, el factor B las dosis de biofertilizantes, el factor C fueron los niveles de fertilización química edáfica, más dos testigos un químico y un testigo empresa (2x3x3+2).

En cuanto al análisis funcional una vez tomado los datos para la evaluación de diferentes variables se procedió al cálculo del coeficiente de variación (%), prueba de Duncan al 5% para tratamientos y factores en estudio.

El tamaño de la unidad experimental fue 25.2m² la misma que contó de 6 surcos a una distancia de 0.70 m y de largo 6 m, teniendo 120 plantas en la parcela, al momento de la recolección de datos se procedió a excluir 2 surcos de los bordes en este caso el primero y el sexto surco, así como dos plantas de las extremos de

los surcos obteniendo una parcela neta de 13.44m^2 con cuatro surcos a evaluarse, 16 plantas por cada uno y 64 plantas por parcela neta. Las variables estudiadas fueron: porcentaje de cosecha a los 83 días, número de plantas y pellas, diámetro de la pella, rendimiento del cultivo, porcentaje de materia seca, extracción de nitrógeno y fósforo.

Los resultados obtenidos demuestran que la fertilización química con 180 kg N/ha , $60\text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ con la dosis de 3ml/l de azotoc acelera la cosecha de las pellas de brócoli con 72.07% de cosecha a los 83 días con 59.5 plantas de las cuales se cosecharon 45.5 pellas de 16.32 cm de diámetro, resultando una producción de 21 TM/ha , la tasa de retorno marginal es de 58.11% por lo que se recomienda su utilización.

VIII. SUMMARY

This investigation was developed in Imbabura, Otavalo city San José de Quichinche Parish, in Pastavi Large Farm, its geographic localitation belongs to the latitude $0^{\circ} 15' 03''$ North and longitude: $78^{\circ} 17' 20''$ west, with an altitude of 2600 msnm, it belongs to the himid tempered of soil with a pH light acid (6.3), with a sandy texture of good drainage, 5% of topography 1.5% of organic material and the effective deepness is between 40-50 cm.

In orden to determine the best level of quimic fertilizer , the biofertilizer and the best dose in the gowing of brocoli and to do the economical analysis of the treatments in base to the budged of CYMMYT, 1988.

The facts in the research were two biofertilizer (Azototic and Azototic Plus), three doses of biofertilizer $d1=1\text{ml/l}$, $d2=2\text{ml/l}$, $d3=3\text{ml/l}$, three livels of quimic fertilization $n1=(180-60)$, kg/ha de N, P_2O_5 , $n2=(120-40)$, kg/ha de N, P_2O_5 , $n3=(60-20)$, kg/ha de N, P_2O_5 for the three levels or quimic fertilization, itcomplement the requirement of the growing (200-16-30-10), kg/ha de K_2O , Mg, S, Ca, respectively, a quimic witness (180 kgN/ha, 60 kg P_2O_5 /ha, 200 kg K_2O /ha, 16 kgMg/ha, 30 kgS/ha, 10 kgCa/ha), and an enterprise witness (180 kgN/ha, 60 kg P_2O_5 /ha, 200 kg K_2O /ha, 16 kgMg/ha, 30 kgS/ha, 10 kgCa/ha, plus foliar fertilizer.

Chart 22. Evaluated treatments.

N° Trat.	Codege	Biofertilizer	Doses	Quimic fertilizer kg/ha					
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	Ca
1	p1d1n3	Azototic	1cc/litro	180	60	200	16	30	10
2	p1d1n2	Azototic	1cc/litro	120	40	200	16	30	10
3	p1d1n1	Azototic	1cc/litro	60	20	200	16	30	10
4	p1d2n3	Azototic	2cc/litro	180	60	200	16	30	10
5	p1d2n2	Azototic	2cc/litro	120	40	200	16	30	10
6	p1d2n1	Azototic	2cc/litro	60	20	200	16	30	10
7	p1d3n3	Azototic	3cc/litro	180	60	200	16	30	10
8	p1d3n2	Azototic	3cc/litro	120	40	200	16	30	10
9	p1d3n1	Azototic	3cc/litro	60	20	200	16	30	10
10	p2d1n3	Azototic Plus	1cc/litro	180	60	200	16	30	10
11	p2d1n2	Azototic Plus	1cc/litro	120	40	200	16	30	10
12	p2d1n1	Azototic Plus	1cc/litro	60	20	200	16	30	10
13	p2d2n3	Azototic Plus	2cc/litro	180	60	200	16	30	10
14	p2d2n2	Azototic Plus	2cc/litro	120	40	200	16	30	10
15	p2d2n1	Azototic Plus	2cc/litro	60	20	200	16	30	10
16	p2d3n3	Azototic Plus	3cc/litro	180	60	200	16	30	10
17	p2d3n2	Azototic Plus	3cc/litro	120	40	200	16	30	10
18	p2d3n1	Azototic Plus	3cc/litro	60	20	200	16	30	10
19	Witness quimic	0	0	180	60	200	16	30	10
20	Enterrise Witn.	0	0	180	60	200	16	30	10

It used the experimental desig of complete blocks chosen indistinctcty with twenty treatments and fuor repetition , with a factorial arrangement AxBxC+2, in which A were the biofertilizers, the factorial B the doses or biofertilizers, the fact C were the levels of quimic fertilization edafica , plus two witness a quimic and an enterprise witness (2x3x3+2).

While the functional analysis after taking the data for the evaluation of differen variables we did the calculus of the coefficient of variation (%), Duncan test to the 5% for treatment and facts in studying.

The size of the experimental unit was 25.2 m² the same which counted from 6 wrinkles to a distance of 0.70 m and of length 6 m, having 120 plants in the small, and the moment of the colection of data, we proced to exclude two wrinkles of the edges in this case the first and the sixth wrinkle, such as to plants of the extreme

of the wrinkles getting a complete small land of 13.44 m² with four wrinkles to be evaluated, sixteen plants per each one and, plants per complete small land. The studied variables were: growing performance at 83 days, numbers of plants and pellas, diameter of the pella, growing performance, percentage of dry material, extraction of nitrogen and phosphorous.

The gotten results show that the quimic fertilization with N and P accelerate the growing of the pallas of brocoli with 72.07% or growing to the 83 days with 59.5 plants which were grown 45.5 pellas of 16.32 cm of diameter resulting a production of 21 TM/ha, the rate of marginal returning is 58.11% that's why advisable its utilizacion.

IX. BIBLIOGRAFIA CITADA

9.1. Libros, revistas y publicaciones

1. ATLAS R, & BARTHA R. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Cuarta edición. Pearson educación. Madrid. Pag.413-417.
2. BARTOLINI, R. 1989. La fertilidad de los suelos; terrenos, planta, fertilizantes. Madrid. Espana. Mundi Prensa. Pag. 83, 87, 94.
3. BERTSCH, f. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Costa Rica. p. 150.
4. BUSSAR, L. 1924. Cultivo hortícola. 4a. Edición. Barcelona, España. Ed. Salvat.
5. CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. 3a. Edición. San José, Costa Rica. IICA.
6. CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos.
7. DEVLIN, R.M. 1970. Fisiología vegetal. Traducido del ingles por Javier Llimona. Barcelona, España. Ed. Omega.
8. ESPINOSA, J. 1994. Acidez y encalado de los suelos. Instituto de la potasa y el fósforo. p. 8.
9. GARCES, K. 2008. “Implementación del laboratorio básico de microbiología agrícola dentro de la finca”. Manual teórico. pag. 38-54. Quito-Ecuador.
10. GARCIA A. 1952. Horticultura. Madrid, España. Ed. Salvat.

11. GARG S., BHATNAGAR A., KALLA A. & NARULA N. 2001. In vitro nitrogen fixation, phosphate solubilization, survival and nutrient release by *Azotobacter* strains in an aquatic system. *Bioresource technology*. Vol 80. Pag. 101-109.
12. GORDON, H. y BARDEN J. 1992. *Horticultura*. México D.F, México. Ed. AGT.GUZMÁN, O. M. 1995. *Manual de fertilizantes para horticultura*. México D.F, México. Ed. Limusa.
13. HANKE, F. 1995. Los elementos mayores N, P, K, *Microbial Molecular Biology*. Vol 2. Pag. 234-239.
14. HUSSEIN Z. 1999. Rhizobium-Legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbial Molecular Biology Reviews*. Vol 63. Pag. 968-989.
15. HIGUITA, N. 1970. *Horticultura*. San José, Costa Rica. IICA.
16. HOLT J. 2000. *Berge's manual to determinative bacteriology*. Novena edición. Baltimore. Maryland. Ed Williams & Wilkins. USA. Pag. 77, 105, 118, 135.
17. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO, 1997. *Manual Internacional de fertilidad de suelos*. Quito (Ecuador), pág. 4-6, 4-7.
18. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1997. *Compendio de agricultura tropical*. San José (Costa Rica). vol. 2.
19. INAMHI, 2008. Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología. Servicio meteorológico e hidrológico nacional y contiene información institucional, productos y servicios, pronóstico del tiempo, información climatológica.
20. JACOB, B. y U.E.X KULL, H. 1964. *Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*. Holanda.
21. JUAREZ B., MARTINEZ M. Y GONZALEZ J. 2004. Grown *Azotobacter chroococcum* in chemically defined media containing p-hydroxybenzoic acid and protocatechui acid. *Chemosphere*. Vol 55. Pag. 1361-1365.
22. KNOTT, J.E. y HANNA, G. C. 1998. *The influence of various summers planting Data on the yield at Broccoli Strains*. 2a. Edition. California, U.S.A.

23. KRARUP, CH. 1992, Seminario sobre la producción de brócoli. Quito (Ecuador), PROEXANT. pág. 25.
24. LIMONGELLI, J. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Buenos Aires, Argentina. Ed. Hemisferio Sur.
25. LOPEZ, A. 1989. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, S.A. Mexico. pp. 162-171.
26. MANCHAL J. & VANDERLEYDEN J. 2000. The “oxygen paradox” of dinitrogen-fixing bacteria. *Biological fertilized Soils*. Vol 30. Pag. 363-398.
27. MARTIN A. 1994, Introducción microbiología del suelo. Editorial AGT S.A. pág. 308.
28. MILLER, V. 1967. Fisiología Vegetal. México, UTEHA, Pag 135-136.
29. MUNOS M., PECINA A., CUJUDO F. & PANETE A. 1996. A sensor protein involved in induction of nitrate assimilation in *Azotobacter chroococcum*, *FEBS letters*. Vol 393. Pag. 7-13.
30. PANDEY A. & KUMAR S. 1990. Inhibitory effects of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasiliense* on a range of rhizosphere fungi. *Indian Journal of Experimental Biology*. Vol 28. Pag 52-54.
31. PANDEY A. SHARMA E. & PALNI L. 1998. Influence of bacterial inoculation on maize in upland farming systems of the Sikkim Himalaya. *Soil Biology & Biochemistry*. Vol. 30. Pag. 379-384.
32. PERRIN, D.K., WTNKELMANN, D.I., MOSCARDI, E, R. y ANDERSON, J.R. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México D.F, México. CIMMYT. Folleto de Información No. 27.
33. PROMOCIÓN DE EXPORTADORES AGRICOLAS NO TRADICIONALES. (PROEXANT), 1992. Manual del brócoli. Quito (Ecuador). p. 15-57.
34. RODRÍGUEZ, F. 1982. Fertilización y Nutrición Vegetal. México D.F, México. Ed. A.G.T. p 54 – 80.
35. SABRA W., ZENG A. & DECKWER W. 2001. Bacterial alginate: physiology, product quality and process aspects. *Applied Microbiology Biotechnology*. Vol. 56. Pag. 315-325.
36. SAINZ RRH., ECHEVERRIA HE., BARBIERI PA. 2004. Nitrogen balance as affected by application time and nitrogen fertilizer rate in Irrigated No-Tillage Maize. *Agron J*. 96:1622-1631.

37. SARLI, A. 1980. Tratado de horticultura. 2da. Edición. Buenos Aires (Argentina) Hemisferio Sur. pág. 146-149.
38. SINGLENTON, 2004. Bacterias en biología, biotecnología y medicina. Editorial Acribia. Zaragoza (España). Pág. 265-273.
39. SMITH CJ., DUNIN FX., POSS R., ANGUS JF. 2000. Nitrogen budget of wheat growing on a clay soils. Australian Journal.Agricultural Ressearch. 49: 867-876.
40. SMITH CJ., DUNIN FX., ZEGELIN SJ., POSS R. 1998. Nitrate leaching from a Riverine clay soils under cereal rotation. Australian Journal Agricultural Ressearch. 49: 379-389.
41. TAMARO, D. 1988. Manual de horticultura. Trad. Del Italiano por Arturo caballero. 3era. ed. México, G. Guilli. p. 580.
42. THOMPSON, L; TROEH, F. 1988. Los suelos y su fertilidad. 4ta ed. Barcelona, reverte. pág. 6-17.
43. VADEMECUM. 2008. “VADEMECUM AGRICOLA”.
44. VALADEZ, A. 1994. Producción de Hortalizas. 4a. Edición. México D.F, México. Ed. Limusa. p 45.
45. VADEMECUM DE LA POTASA, 1976. Sintomas de deficiencia potasica. D.A.P.E.E. De la verkaufsgemeinschaft Deutscher kaliwerke gmbh. Past Box 705, 3 HANNOVER-Alemania. Occidental; Past Fach 6147.
46. WEIER, E. STOCKING, R. and BARBOUR, M. (1980). Botany and introduction To biology. México D.F, México. Ed. Limusa.

9.2. Páginas web

1. APROFEL, 2007. “Brócoli en Ecuador” [Artículo en línea]. Disponible en: http://brocoliecuador.com/brocoli_ecuatoriano.htm.
2. ARCMAP, 2009. **ArcMap** es un software de Sistema de Información Geográfico (SIG) creado por ESRI para mapeo digital. En **ArcMap** uno puede visualizar .Disponible en www.elgeomensor.cl/downloads/.../index.php?file=Curso_ArcMap.doc.

3. BERNAL M. 2004. Abuso de fertilizantes deteriora los suelos agrícolas. [Artículo en línea]. Disponible en: [ww.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf).
4. ELOLA, S.; BARG,R.; GÓMEZ, A. Brócoli. Disponible en: (<http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60br001.htm>). Consultado 2009-01-16.
5. EL UNIVERSO. 2008. “Costo de fertilizantes amenaza alimentación” [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/2008/05/11/0001/1310/72921C2B3670434AE3FE78FA27E3353.html>.
6. ESPIN G. 2003. Biología de *Azotobacter vinelandii*. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. [Artículo en línea]. Disponible en : www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/Capitulo_09/capitulo09.pdf. Consultado 29/05/2009.
7. GARCIA I y DORRONSO C. 1995. “Contaminación por fertilizantes”. [Artículo en línea]. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm>.
8. GONZALES, C. 2005. Fijación de nitrógeno con bacterias aerobias de vida libre. Disponible en (<http://www.bacterisdevidalibre/microorganismos/edu/>).
9. INFOJARDÍN, 2006. Carencias de N, P, K. disponible en: (<http://www.infojardin.com/articulos/macronutrientes/micronutrientes.htm>). Consultado 2008-12-25.
10. JUNOVICH, A; ALVEAR, I. El brócoli ante el TLC. Proyecto SICA, Banco Mundial. Disponible en: (http://www.sica.gov.ec/agronegocios/acceso_a_mercados/tlc_sa/tlcbrocoli.pdf) Consultado 2008-11-19.
11. KUMAR U. & SINGH K. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technology*. Vol. 76. Pag. 173-175.
12. MAG, 1991. “Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas” [Artículo en línea]. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-brocoli.pdf.

13. MIRAT, 2006. Fertilización: Nutrición vegetal. Disponible en: (<http://www.mirat.com/fertilizantes/nutrición/macronutrientes/micronutrientes/htm>). Consultado 2008-09-21.
14. RODELAS, A. 2003. Bacterias fijadoras de nitrógeno. [Artículo en línea]. Disponible en: (www.azotobacter.com/wikipedia).
15. RIZZO P. (s/f) “Súper Brócoli Ecuatoriano”. [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli.htm>.
16. SALAZAR W. 1999 “Cultivo de hortalizas”. [Artículo en línea]. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad_brocoli.pdf.
17. SEA. 2006 “El cultivo de brócoli”. [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.agricultura.gob.do/index.php?option=content&task=view&id=159>.
18. SIGAGRO, 2008. *Mapa General de las Asociaciones de Suelos en el Ecuador*. ... Title: *Mapa General de Suelos del Ecuador*. [General soil map of *Ecuador*]. Disponible en: www.eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/EuDASM/.../k13_cec.htm.

9.3. Tesis consultadas

1. ARJONA H, GREIG J., 1984. Estudio del efecto en cuatro distancias de siembra en cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento contenido de clorofila y actividades de la nitrato reductasa en brócoli. *Agronomía colombiana*. Pag. 2, 71, 81.
2. CARTAGENA, Y. 1998. Respuesta a la fertilización química con dos épocas de aplicación en Brócoli (*Brassica oleracea*) híbrido Legacy. Machachi Pichincha. Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp. 4 – 70.
3. CASTILLO J., CASAS J. & MARTINEZ M. 2005. Evaluación de la degradación de endosulfan por *Azotobacter chroococcum* y determinación del efecto plaguicida sobre la fijación biológica de nitrógeno y sobre la producción de auxinas. Tesis de microbiología Agrícola y Veterinaria. Pontificia Universidad Javeriana. Pag. 13, 14.
4. CUESTA A., MONSALVE J., MESA M., ZAPATA A., & TRUJILLO M. 2006. Estrategias de cultivo en la producción de alginatos por *Azotobacter*

- vinelandii. Univerisdad Nacional de Colombia. Sede Medellin. Facultad de Minas. Laboratorio de Biotecnología y Electroquímica de la Universidad nacional de Colombia. Pag. 56, 57, 58.
5. CHAVEZ, R 1995, Evaluación de tres fuentes y tres niveles de nitrógeno en brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Iatalica*) hibrido SHOGURON. Aloag-Pichincha Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pág. 77-88.
 6. GUZMAN, V. 2007. Evaluación de de seis híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Iatalica*, *hib. legacy*), a tres densidades de siembra. Machachi-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pág. 38-50.
 7. PANTOJA, C. 2006. Efecto de la fertilización química (N-P-K-Ca) en la incidencia de la mancha negra de la pella en un ciclo de producción comercial de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Iatalica*, *hib. legacy*), Machachi-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pág. 77-88.
 8. PERALTA, A. 2006. Evaluación de cuatro genotipos de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Iatalica*), con cuatro niveles de fertilización. Cayambe-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pág. 39-43-47.
 9. RODRIGEZ D., URREGO L., MARTINEZ P. & BERNAL J. 2003. Evaluación preliminar de dos matrices para la inmovilización de bacterias diazotróficas y solubilizadoras de fosforo aislado de bosque alto andino cundimarqués. Tesis de Microbiología industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Pag. 28.
 10. SARIBAY, 2003. Grown and nitrogen fixation dynamic of *Azotobacter chroococcum* nitrogen-free and own containing medium. Tesis de Maestria en Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingenieria de Alimentos. The Middle East Technical University. Turkia. Pag. 1-45.
 11. TUPIZA, S (2009), Evaluación de programas de fertilización química en el cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Iatalica*) en tres localidades del callejón interandino. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pág. 77-88.
 12. VIZCAINO, E. 2005. Evaluación de la adaptación y rendimiento de cinco híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Iatalica*), en Imbabura y Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pág. 43-48.

ANEXOS

X. ANEXOS

ANEXO 1. Costos de fertilizantes de los niveles, controles fitosanitarios y costos de producción por hectárea.

Cuadro 23. Fertilización testigo empresa.

KG DE FERTILIZANTE COMERCIAL/HA									
Fertilización	Muriato de potasio	Sulpomag	Nitrato de amonio	Cal	Fosfato monopot	Zeolita	Nºsac/ha	costo/ha	costo/lote
05 días		67	110	533		33,6	14,9	15,30	149,52
28 días	88	67	165		88	53,0	9,2	9,20	301,50
45 días	88	55	232			33,8	8,2	8,20	255,82
63 días			176				3,5	3,50	113,66
								TOTAL	820,50

Cuadro 24. Fertilización testigo químico y nivel 3 (100% de fertilizante químico).

KG DE FERTILIZANTE COMERCIAL/HA						
Fertilización	18-46-0	Nitrato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de potasio	Muriato de potasio	Sulpomag
05 días	2,61	0,655	0,59	0,76	0,833	0,683
28 días		0,655		0,76	0,833	0,683
45 días		0,655		0,76	0,833	0,683
63 días		0,655		0,76	0,833	0,683
Nº Sacos/ha	2,610	2,620	0,590	3,040	3,330	2,730
Costo/saco	71,43	36,710	56,39	95,22	44,19	45,450
Costo/ha	186,432	96,180	33,270	289,469	147,153	124,079
TOTAL	876,583					

Cuadro 25. Fertilización nivel 2 (66.7% de fertilizante químico).

KG DE FERTILIZANTE COMERCIAL/HA						
Fertilización	18-46-0	Nitrato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de potasio	Muriato de potasio	Sulpomag
05 días	1,74	0,395	0,59	0,76	0,833	0,683
28 días		0,395		0,76	0,833	0,683
45 días		0,395		0,76	0,833	0,683
63 días		0,395		0,76	0,833	0,683
N° Sacos/ha	1,740	1,580	0,590	3,040	3,330	2,730
Costo/saco	71,43	36,710	56,39	95,22	44,19	45,450
Costo/ha	124,288	58,002	33,270	289,469	147,153	124,079
TOTAL	776,260					

Cuadro 26. Fertilización nivel 1 (33.3% de fertilizante químico).

KG DE FERTILIZANTE COMERCIAL/HA						
Fertilización	18-46-0	Nitrato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de potasio	Muriato de potasio	Sulpomag
05 días	0,86	0,135	0,59	0,76	0,833	0,683
28 días		0,395		0,76	0,833	0,683
45 días		0,395		0,76	0,833	0,683
63 días		0,395		0,76	0,833	0,683
N° Sacos/ha	0,860	1,320	0,590	3,040	3,330	2,730
Costo/saco	71,43	36,710	56,39	95,22	44,19	45,450
Costo/ha	61,430	48,457	33,270	289,469	147,153	124,079
TOTAL	703,857					

Cuadro 27. Controles fitosanitarios del testigo empresa.

PRODUCTO	FUNCION	HERBICIDA	DESINFECCION	1° control	2° control	3° control	4° control	5° control	ENGROSE	SUMA	COSTO UNIT	SUBTOTAL
GLOWET	ADH					0,09	0,09	0,09		0,27	28,13	7,6
ADHERENTE	ADH			0,18	0,18				0,18	0,54	3,5	1,9
PH SUPER	ADH	0,18		0,18	0,18		0,18	0,18	0,18	1,08	10	10,8
MICROMIX	BIO			0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	5,40	9	48,6
SIMBIOTIC	BIO		9							9,00	1,2	10,8
FITOGROW	BIO		0,02	0,18	0,18	0,18				0,56	37,1	20,8
FOSFMONOPOTASICO	FOL	5	0,5	3	3	3	3			17,50	0,94	16,5
HUMAKEL	FOL	1		0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	3,50	3,78	13,2
NITRTO AMONIO	FOL			1	1					2,00	0,68	1,4
NITRATO POTASIO	FOL						2	2	2	6,00	2	12,0
SULFATO MAGNESIO	FOL			1	1		2	2	2	0,36	2	0,7
FRUTOKA	FOL							1,8	1,8	3,60	7,05	25,4
TRICHOEB	FUNG		0,025	0,1	0,1					0,23	102	23,0
DACONIL 720	FUNG							0,45		0,45	15	6,8
AQUAZUF	FUNG						0,9		0,9	1,80	4,5	8,1
FUNGITEX	FUNG							0,45		0,45	18	8,1
METALIC	FUNG						0,3			0,30	49,8	14,9
CALDO BORDELES	FUNG					1,5				1,50	5,6	8,4
GALIGAN	HERB	1								1,00	28	28,0
AGRIN	INS		0,04			0,32				0,36	11,73	4,2
BASUDIN	INS							0,6		0,60	24,8	14,9
DELTAFLOR	INS				0,8					0,80	10	8,0
DIABOLO	INS						0,65			0,65	6,9	4,5
RECTOR	INS			0,5						0,50	6,3	3,2
KEMATE/KARATE	INS								0,45	0,45	14	6,3
											TOTAL	307,9

Cuadro 28. Controles fitosanitarios del testigo químico y los que se utilizo biofertilizantes.

PRODUCTO	FUNCION	HERBICIDA	DESINFECCION	1° control	2° control	3° control	4° control	5° control	ENGROSE	SUMA	COSTO UNIT	SUBTOTAL
GLOWET	ADH					0,09	0,09	0,09		0,27	28,13	7,6
ADHERENTE	ADH			0,18	0,18				0,18	0,54	3,5	1,9
PH SUPER	ADH	0,18		0,18	0,18		0,18	0,18	0,18	1,08	10	10,8
TRICHOEB	FUNG		0,025	0,1	0,1					0,23	102	23,0
DACONIL 720	FUNG							0,45		0,45	15	6,8
AQUAZUF	FUNG						0,9		0,9	1,80	4,5	8,1
FUNGITEX	FUNG							0,45		0,45	18	8,1
METALIIC	FUNG						0,3			0,30	49,8	14,9
CALDO BORDELES	FUNG					1,5				1,50	5,6	8,4
GALIGAN	HERB	1								1,00	28	28,0
AGRIN	INS		0,04			0,32				0,36	11,73	4,2
BASUDIN	INS							0,6		0,60	24,8	14,9
DELTAFLOR	INS				0,8					0,80	10	8,0
DIABOLO	INS						0,65			0,65	6,9	4,5
RECTOR	INS			0,5						0,50	6,3	3,2
KEMATE/KARATE	INS								0,45	0,45	14	6,3
											TOTAL	158,6

Cuadro 29. Costo de producción del tratamiento 1.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	762.69	0.0182
FERTILIZANTES EDAFICOS	721.73	0.0172
BIOFERTILIZANTES	2.80	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRANSPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,576.9	0.0614

COSTO/HA	2,576.9
REND/HA (KG BRUTOS)	19,410.0
CASTIGO (6%)	1,164.6
REND/HA (KG NETOS)	18,245.4

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,378.9
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,802.0

Cuadro 30. Costo de producción del tratamiento 2.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	662.27	0.0158
FERTILIZANTES EDAFICOS	621.32	0.0148
BIOFERTILIZANTES	2.80	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,476.5	0.0590

COSTO/HA	2,476.5
REND/HA (KG BRUTOS)	16,930.0
CASTIGO (6%)	1,015.8
REND/HA (KG NETOS)	15,914.2

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,819.4
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,342.9

Cuadro 31. Costo de producción del tratamiento 3.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	561.85	0.0134
FERTILIZANTES EDAFICOS	520.89	0.0124
BIOFERTILIZANTES	2.80	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,376.1	0.0566

COSTO/HA	2,376.1
REND/HA (KG BRUTOS)	14,730.0
CASTIGO (6%)	883.8
REND/HA (KG NETOS)	13,846.2

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,323.1
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	947.0

Cuadro 32. Costo de producción del tratamiento 4.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	765.49	0.0182
FERTILIZANTES EDAFICOS	721.73	0.0172
BIOFERTILIZANTES	5.60	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,579.7	0.0614

COSTO/HA	2,579.7
REND/HA (KG BRUTOS)	20,320.0
CASTIGO (6%)	1,219.2
REND/HA (KG NETOS)	19,100.8

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,584.2
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	2,004.5

Cuadro 33. Costo de producción del tratamiento 5.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	665.07	0.0158
FERTILIZANTES EDAFICOS	621.32	0.0148
BIOFERTILIZANTES	5.60	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,479.3	0.0590

COSTO/HA	2,479.3
REND/HA (KG BRUTOS)	17,130.0
CASTIGO (6%)	1,027.8
REND/HA (KG NETOS)	16,102.2

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,864.5
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,385.2

Cuadro 34. Costo de producción del tratamiento 6.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	564.65	0.0134
FERTILIZANTES EDAFICOS	520.89	0.0124
BIOFERTILIZANTES	5.60	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,378.9	0.0566

COSTO/HA	2,378.9
REND/HA (KG BRUTOS)	15,950.0
CASTIGO (6%)	957.0
REND/HA (KG NETOS)	14,993.0

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,598.3
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,219.5

Cuadro 35. Costo de producción del tratamiento 7.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	768.29	0.0183
FERTILIZANTES EDAFICOS	721.73	0.0172
BIOFERTILIZANTES	8.40	0.0002
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,582.5	0.0615

COSTO/HA	2,582.5
REND/HA (KG BRUTOS)	21,000.0
CASTIGO (6%)	1,260.0
REND/HA (KG NETOS)	19,740.0

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,737.6
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	2,155.1

Cuadro 36. Costo de producción del tratamiento 8.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	667.87	0.0159
FERTILIZANTES EDAFICOS	621.32	0.0148
BIOFERTILIZANTES	8.40	0.0002
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,482.1	0.0591

COSTO/HA	2,482.1
REND/HA (KG BRUTOS)	18,550.0
CASTIGO (6%)	1,113.0
REND/HA (KG NETOS)	17,437.0

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,184.9
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,702.8

Cuadro 37. Costo de producción del tratamiento 9.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	567.45	0.0135
FERTILIZANTES EDAFICOS	520.89	0.0124
BIOFERTILIZANTES	8.40	0.0002
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,381.7	0.0567

COSTO/HA	2,381.7
REND/HA (KG BRUTOS)	16,450.0
CASTIGO (6%)	987.0
REND/HA (KG NETOS)	15,463.0

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,711.1
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,329.5

Cuadro 38. Costo de producción del tratamiento 10.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	762.69	0.0182
FERTILIZANTES EDAFICOS	721.73	0.0172
BIOFERTILIZANTES	2.80	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO DE OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,576.9	0.0614

COSTO/HA	2,576.9
REND/HA (KG BRUTOS)	18,940.0
CASTIGO (6%)	1,136.4
REND/HA (KG NETOS)	17,803.6

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,272.9
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,696.0

Cuadro 39. Costo de producción del tratamiento 11.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	662.27	0.0158
FERTILIZANTES EDAFICOS	621.32	0.0148
BIOFERTILIZANTES	2.80	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,476.5	0.0590

COSTO/HA	2,476.5
REND/HA (KG BRUTOS)	16,890.0
CASTIGO (6%)	1,013.4
REND/HA (KG NETOS)	15,876.6

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,810.4
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,333.9

Cuadro 40. Costo de producción del tratamiento 12.

RESUMEN	COSTO/LOTE	unit/pl
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	561.85	0.0134
FERTILIZANTES EDAFICOS	520.89	0.0124
BIOFERTILIZANTES	2.80	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(pH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,376.1	0.0566

COSTO/HA	2,376.1
REND/HA (KG BRUTOS)	14,510.0
CASTIGO (6%)	870.6
REND/HA (KG NETOS)	13,639.4

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,273.5
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	897.4

Cuadro 41. Costo de producción del tratamiento 13.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	765.49	0.0182
FERTILIZANTES EDAFICOS	721.73	0.0172
BIOFERTILIZANTES	5.60	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,579.7	0.0614

COSTO/HA	2,579.7
REND/HA (KG BRUTOS)	19,970.0
CASTIGO (6%)	1,198.2
REND/HA (KG NETOS)	18,771.8

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,505.2
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,925.5

Cuadro 42. Costo de producción del tratamiento 14.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	665.07	0.0158
FERTILIZANTES EDAFICOS	621.32	0.0148
BIOFERTILIZANTES	5.60	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,479.3	0.0590

COSTO/HA	2,479.3
REND/HA (KG BRUTOS)	17,030.0
CASTIGO (6%)	1,021.8
REND/HA (KG NETOS)	16,008.2

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,842.0
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,362.7

Cuadro 43. Costo de producción del tratamiento 15.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	564.65	0.0134
FERTILIZANTES EDAFICOS	520.89	0.0124
BIOFERTILIZANTES	5.60	0.0001
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,378.9	0.0566

COSTO/HA	2,378.9
REND/HA (KG BRUTOS)	15,750.0
CASTIGO (6%)	945.0
REND/HA (KG NETOS)	14,805.0

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,553.2
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,174.3

Cuadro 44. Costo de producción del tratamiento 16.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	768.29	0.0183
FERTILIZANTES EDAFICOS	721.73	0.0172
BIOFERTILIZANTES	8.40	0.0002
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,582.5	0.0615

COSTO/HA	2,582.5
REND/HA (KG BRUTOS)	20,630.0
CASTIGO (6%)	1,237.8
REND/HA (KG NETOS)	19,392.2

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,654.1
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	2,071.6

Cuadro 45. Costo de producción del tratamiento 17.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	667.87	0.0159
FERTILIZANTES EDAFICOS	621.32	0.0148
BIOFERTILIZANTES	8.40	0.0002
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,482.1	0.0591

COSTO/HA	2,482.1
REND/HA (KG BRUTOS)	18,320.0
CASTIGO (6%)	1,099.2
REND/HA (KG NETOS)	17,220.8

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,133.0
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,650.9

Cuadro 46. Costo de producción del tratamiento 18.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	567.45	0.0135
FERTILIZANTES EDAFICOS	520.89	0.0124
BIOFERTILIZANTES	8.40	0.0002
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
BIOFERTILIZACIÓN	22.00	0.0005
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,381.7	0.0567

COSTO/HA	2,381.7
REND/HA (KG BRUTOS)	16,370.0
CASTIGO (6%)	982.2
REND/HA (KG NETOS)	15,387.8

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	3,693.1
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,311.4

Cuadro 47. Costo de producción del testigo químico 19.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	158.56	0.0038
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	759.89	0.0181
FERTILIZANTES EDAFICOS	721.73	0.0172
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,574.1	0.0613

COSTO/HA	2,574.1
REND/HA (KG BRUTOS)	18,910.0
CASTIGO (6%)	1,134.6
REND/HA (KG NETOS)	17,775.4

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,266.1
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,692.0

Cuadro 48. Costo de producción del testigo empresa 20.

RESUMEN	COSTO/LOTE	UNIT/PL
PLANTAS	625.40	0.0149
AGROQUIMICOS	238.74	0.0057
INSECTICIDAS	41.04	0.0010
FUNGICIDAS	69.24	0.0016
HERBICIDA	28.00	0.0007
BIOESTIMULANTES	80.18	0.0019
ADHERENTES	20.29	0.0005
FERTILIZACION	927.80	0.0221
FERTILIZANTES EDAFICOS	820.50	0.0195
FERTILIZACION FOLIAR	69.14	0.0016
MAT. ORGANICA + ENMIENDA(PH)	38.16	0.0009
MANO OBRA	556.38	0.0132
TRASPLANTE	55.12	0.0013
FERTILIZACION	50.88	0.0012
CONTROLES FITOSANITARIOS	80.16	0.0019
COSECHA	212.00	0.0050
LABORES CULTURALES	94.22	0.0022
RIEGO	64.00	0.0015
MAQUINARIA	357.00	0.0085
PREPARACIÓN TERRENO	154.00	0.0037
RIEGO	80.00	0.0019
FUMIGACIÓN	33.00	0.0008
TILLER Y APORQUE	90.00	0.0021
TRANSPORTE	116.87	0.0028
TOTAL	2,822.2	0.0672

COSTO/HA	2,822.2
REND/HA (KG BRUTOS)	18,860.0
CASTIGO (6%)	1,131.6
REND/HA (KG NETOS)	17,728.4

PRECIO/KG	0.24
TOTAL	4,254.8
PRODUCCIÓN-GASTOS USA \$	1,432.6

ANEXO 2. Datos de campo

Cuadro 49. Datos de campo para la variable rendimiento de pellas.

Rendimiento de pellas								
ml/Biofer.	% Fert.Q	TRATAMIENTOS	BLOQ.I	BLOQ.II	BLOQ. III	BLOQ. IV	Sumatoria	Media
1	100	T1	18,49	20,46	18,24	20,45	77,64	19,41
1	66,3	T2	14,76	17,8	16,13	19,03	67,72	16,93
1	33,7	T3	13,97	15,8	14,4	14,99	59,16	14,79
2	100	T4	19,86	22,66	17,05	21,7	81,27	20,3175
2	66,3	T5	14,24	20,03	15,6	18,66	68,53	17,1325
2	33,7	T6	17,86	16,7	15,51	13,75	63,82	15,955
3	100	T7	25,36	17,71	20,37	20,57	84,01	21,0025
3	66,3	T8	18,39	23,88	14,56	17,35	74,18	18,545
3	33,7	T9	16,61	15,64	15,7	17,84	65,79	16,4475
1	100	T10	18,18	15,85	17,12	24,62	75,77	18,9425
1	66,3	T11	16,51	17,01	18,32	15,71	67,55	16,8875
1	33,7	T12	15,01	10,54	13,75	18,75	58,05	14,5125
2	100	T13	18,82	22,53	19,39	19,12	79,86	19,965
2	66,3	T14	19,14	12,44	19,76	16,79	68,13	17,0325
2	33,7	T15	18,25	16,54	13,05	15,14	62,98	15,745
3	100	T16	19,53	21,72	17,72	23,54	82,51	20,6275
3	66,3	T17	20,69	14,03	18,64	19,9	73,26	18,315
3	33,7	T18	15,6	13,03	17,65	19,2	65,48	16,37
Test. Quim	0	T19	19,12	18,17	19,33	19,02	75,64	18,91
Test. Empre	0	T20	23,63	10,79	20,47	20,54	75,43	18,8575

Cuadro 50. Datos de campo para la variable diámetro de la pella.

Diámetro de la pella								
ml/Biofer.	% Fert.Q	TRATAMIENTOS	BLOQ.I	BLOQ.II	BLOQ.III	BLOQ.IV	Sumatoria	Media
1	100	T1	16,61	14,27	16,24	15,9	63,02	15,755
1	66,3	T2	15,12	14,91	15,6	14,26	59,89	14,9725
1	33,7	T3	14,11	13,98	14,16	14,16	56,41	14,1025
2	100	T4	16,44	17,04	14,4	15,41	63,29	15,8225
2	66,3	T5	13,86	15,83	14,52	15,74	59,95	14,9875
2	33,7	T6	14,69	13,9	14,96	14,76	58,31	14,5775
3	100	T7	17,3	15	16,54	16,44	65,28	16,32
3	66,3	T8	16,55	13,77	15,53	15,95	61,8	15,45
3	33,7	T9	13,95	15,18	14,67	15,29	59,09	14,7725
1	100	T10	15,13	15,3	16,04	15,95	62,42	15,605
1	66,3	T11	15,7	13,34	16,18	14,53	59,75	14,9375
1	33,7	T12	14,21	12,26	14,09	15,63	56,19	14,0475
2	100	T13	15,21	15,63	15,35	17,03	63,22	15,805
2	66,3	T14	15,53	15,11	15,12	14,49	60,25	15,0625
2	33,7	T15	15,47	14,47	13,24	15	58,18	14,545
3	100	T16	15,54	16,09	15,81	16,07	63,51	15,8775
3	66,3	T17	15,99	15,02	14,16	15,43	60,6	15,15
3	33,7	T18	14,29	13,27	15,6	15,61	58,77	14,6925
Test.Quim.	0	T19	15,43	14,26	15,27	17,09	62,05	15,5125
Test.Empre.	0	T20	14,9	15,23	15,86	15,85	61,84	15,46

Cuadro 51. Datos de campo para la variable número de plantas.

Número de plantas								
ml/Biofer.	% Fert.Q	TRATAMIENTOS	BLOQ.I	BLOQ.II	BLOQ.III	BLOQ.IV	Sumatoria	Media
1	100	T1	62	56	57	50	225	56,25
1	66,3	T2	56	41	57	58	212	53,00
1	33,7	T3	48	39	61	53	201	50,25
2	100	T4	55	61	59	57	232	58,00
2	66,3	T5	46	47	59	61	213	53,25
2	33,7	T6	60	39	54	54	207	51,75
3	100	T7	61	55	62	60	238	59,50
3	66,3	T8	53	55	59	55	222	55,50
3	33,7	T9	52	50	55	54	211	52,75
1	100	T10	50	50	62	62	224	56,00
1	66,3	T11	50	51	60	50	211	52,75
1	33,7	T12	45	44	54	54	197	49,25
2	100	T13	56	60	55	55	226	56,50
2	66,3	T14	56	47	57	53	213	53,25
2	33,7	T15	43	56	48	59	206	51,50
3	100	T16	60	60	59	59	238	59,50
3	66,3	T17	62	51	54	54	221	55,25
3	33,7	T18	57	52	55	46	210	52,50
Test.Quim.	0	T19	58	53	58	55	224	56,00
Test.Empre.	0	T20	53	54	57	59	223	55,80

Cuadro 52. Datos de campo para la variable número de pellas.

Número de pellas								
ml/Biofer.	% Fert. Q	TRATAMIENTOS	BLOQ. I	BLOQ.II	BLOQ. III	BLOQ. IV	Sumatoria	Media
1	100	T1	39	32	50	44	165	41,25
1	66,3	T2	49	29	38	30	146	36,5
1	33,7	T3	34	30	36	30	130	32,5
2	100	T4	50	45	40	40	175	43,75
2	66,3	T5	48	30	32	37	147	36,75
2	33,7	T6	36	28	52	24	140	35
3	100	T7	55	36	48	43	182	45,5
3	66,3	T8	52	33	31	36	152	38
3	33,7	T9	35	22	44	43	144	36
1	100	T10	46	43	36	38	163	40,75
1	66,3	T11	34	30	37	44	145	36,25
1	33,7	T12	30	35	32	26	123	30,75
2	100	T13	51	39	38	40	168	42
2	66,3	T14	42	26	42	37	147	36,75
2	33,7	T15	33	31	26	41	131	32,75
3	100	T16	48	54	44	33	179	44,75
3	66,3	T17	38	37	31	44	150	37,5
3	33,7	T18	40	39	34	30	143	35,75
Test.Quim.	0	T19	51	36	41	29	157	39,25
Test.Empre.	0	T20	48	41	32	33	154	38,5

Cuadro 53. Datos de campo para la variable número de pellas.

Porcentaje de cosecha								
ml/Biofer.	% Fert.Q	TRATAMIENTOS	BLOQ.I	BLOQ.II	BLOQ.III	BLOQ.IV	Sumatoria	Media
1	100	T1	78,95	21,62	64,52	65,91	231	57,75
1	66,3	T2	42,86	31,82	77,27	53,49	205,44	51,36
1	33,7	T3	48,48	32,26	46,15	41,46	168,35	42,09
2	100	T4	86	45	42,5	65	238,5	59,63
2	66,3	T5	44,22	50	69,23	45,83	209,28	52,32
2	33,7	T6	33,33	56,67	51,35	47,73	189,08	47,27
3	100	T7	80,43	69,77	53,85	84,21	288,26	72,07
3	66,3	T8	52,08	50	50	66,67	218,75	54,69
3	33,7	T9	41,18	70	38,89	50	200,07	50,02
1	100	T10	56,62	68,57	59,38	46,15	230,72	57,68
1	66,3	T11	48,72	50	77,27	26,92	202,91	50,73
1	33,7	T12	47,62	30,77	30,95	29,73	139,07	34,77
2	100	T13	83,64	55,56	37,5	58,14	234,84	58,71
2	66,3	T14	37,25	48,72	52,63	70	208,6	52,15
2	33,7	T15	48,84	36,67	65,63	35,14	186,28	46,57
3	100	T16	66,27	65,52	55,26	60	247,05	61,76
3	66,3	T17	50,98	50	53,66	58,62	213,26	53,32
3	33,7	T18	77,08	48,78	32	36,36	194,22	48,56
Test.Quim.	0	T19	55	61,54	55,88	53,33	225,75	56,44
Test.Empre.	0	T20	67,31	42,42	41,94	72,22	223,89	55,97

Cuadro 54. Peso fresco de la pella y el resto de planta.

Peso biomasa /kg		
Tratamientos	4 pellas	4 plantas
T1	1.75	5.00
T2	1.50	4.45
T3	1.34	4.09
T4	1.92	5.16
T5	1.56	4.60
T6	1.40	4.20
T7	1.96	5.80
T8	1.58	4.66
T9	1.48	4.41
T10	1.70	5.00
T11	1.49	4.43
T12	1.27	3.34
T13	1.84	5.00
T14	1.54	4.48
T15	1.38	4.18
T16	1.93	5.34
T17	1.57	4.60
T18	1.42	4.32
T19	1.63	4.89
T20	1.59	4.68

ANEXO 3. Datos del MSTATC

Cuadro 55. Prueba de Duncan al 5% para porcentaje de cosecha de pellas a los 83 días después del trasplante.

Tratamientos	Código	Biofertilizantes	Dosis	N P ₂ O ₅		Media %	Duncan 5%
				kg/ha			
T7	b1d3n3	Azototic	3ml/l	180	60	72.07	a
T16	b2d3n3	Azototic Plus	3ml/l	180	60	61.76	ab
T4	b1d2n3	Azototic	2ml/l	180	60	59.63	abc
T13	b2d2n3	Azototic Plus	2ml/l	180	60	58.71	abc
T1	b1d1n3	Azototic	1ml/l	180	60	57.75	abc
T10	b2d1n3	Azototic Plus	1ml/l	180	60	57.68	abc
T19	T.Q.		0	180	60	56.44	abc
T20	T.E.		0	180	60	55.97	abc
T8	b1d3n2	Azototic	3ml/l	120	40	54.69	abc
T17	b2d3n2	Azototic Plus	3ml/l	120	40	53.31	abc
T5	b2d2n2	Azototic	2ml/l	120	40	52.32	abc
T14	b1d2n2	Azototic Plus	2ml/l	120	40	52.15	abc
T2	b1d1n2	Azototic	1ml/l	120	40	51.36	abc
T11	b2d1n2	Azototic Plus	1ml/l	120	40	50.73	abc
T9	b1d3n1	Azototic	3ml/l	60	20	50.02	a bc
T18	b2d3n1	Azototic Plus	3ml/l	60	20	48.56	a bc
T6	b1d2n1	Azototic	2ml/l	60	20	47.27	a bc
T15	b2d2n1	Azototic Plus	2ml/l	60	20	46.57	bc
T3	b1d1n1	Azototic	1ml/l	60	20	42.09	bc
T12	b2d1n1	Azototic Plus	1ml/l	60	20	34.77	c

Cuadro 56. Promedios de los biofertilizantes en la variable porcentaje de cosecha a los 83 días.

Código	Base del biofertilizante	Promedio %
b1	Azototic	54.159
b2	Azototic Plus	51.582

Cuadro 57. Promedios de las dosis de biofertilizantes en la variable porcentaje de cosecha a los 83 días.

Código	Dosis de biofertilizante	Promedio %
d1	1ml/l	49.062
d2	2ml/l	52.774
d3	3ml/l	56.775

Cuadro 58. Promedios de la interacción de biofertilizantes y dosis en la variable porcentaje de cosecha a los 83 días.

Código	Biofertilizantes	Dosis	%
b1d1	Azototic	1ml/l	50.399
b1d2	Azototic	2ml/l	53.072
b1d3	Azototic	3ml/l	59.007
b2d1	Azototic Plus	1ml/l	47.725
b2d2	Azototic Plus	2ml/l	52.477
b1d3	Azototic Plus	3ml/l	54.544

Cuadro 59. Promedios de la interacción de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable porcentaje de cosecha a los 83 días.

Código	Biofertilizantes	Niveles de fertilización química	%
b1n3	Azototic	100%	63.147
b1n2	Azototic	66,70%	52.789
b1n1	Azototic	33,30%	46.542
b2n3	Azototic Plus	100%	59.384
b2n2	Azototic Plus	66,70%	52.064
b1n1	Azototic Plus	33,30%	43.297

Cuadro 60. Promedios de la interacción dosis de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable porcentaje de cosecha a los 83 días.

Código	Dosis de biofertilizante	Niveles de fertilización química	%
d1n3	1ml/l	100%	57.715
d1n2	1ml/l	66,70%	51.044
d1n1	1ml/l	33,30%	38.427
d2n3	2ml/l	100%	59.168
d2n2	2ml/l	66,70%	52.235
d1n1	2ml/l	33,30%	46.920
d3n3	3ml/l	100%	66.914
d3n2	3ml/l	66,70%	54.001
d3n1	3ml/l	33,30%	49.411

Cuadro 61. Prueba de Duncan al 5% para el número de plantas de brócoli.

Tratamientos	Código	Biofertilizantes	Dosis	N kg/ha	P ₂ O ₅	Media Plantas/PN	Duncan 5%
T16	b2d3n3	Azototic Plus	3ml/l	180	60	59.50	a
T7	b1d3n3	Azototic	3ml/l	180	60	59.50	a
T4	b1d2n3	Azototic	2ml/l	180	60	58.00	ab
T13	b2d2n3	Azototic Plus	2ml/l	180	60	56.50	ab
T1	b1d1n3	Azototic	1ml/l	180	60	56.25	ab
T10	b2d1n3	Azototic Plus	1ml/l	180	60	56.00	ab
T19	T.Q.		0	180	60	56.00	abc
T20	T.E.		0	180	60	55.75	abc
T8	b1d3n2	Azototic	3ml/l	120	40	55.50	abc
T17	b2d3n2	Azototic Plus	3ml/l	120	40	55.25	abc
T5	b2d2n2	Azototic	2ml/l	120	40	53.25	abc
T14	b1d2n2	Azototic Plus	2ml/l	120	40	53.25	abc
T2	b1d1n2	Azototic	1ml/l	120	40	53.00	abc
T11	b2d1n2	Azototic Plus	1ml/l	120	40	52.75	abc
T9	b1d3n1	Azototic	3ml/l	60	20	52.75	bc
T18	b2d3n1	Azototic Plus	3ml/l	60	20	52.50	bc
T6	b1d2n1	Azototic	2ml/l	60	20	51.75	bc
T15	b2d2n1	Azototic Plus	2ml/l	60	20	51.50	bc
T3	b1d1n1	Azototic	1ml/l	60	20	50.25	bc
T12	b2d1n1	Azototic Plus	1ml/l	60	20	49.25	c

Cuadro 62. Promedios de los biofertilizantes en la variable número de plantas.

Código	Base del biofertilizante	Promedio Plantas/PN
b1	Azototic	54.472
b2	Azototic Plus	54.056

Cuadro 63. Promedios de las dosis de biofertilizantes en la variable número de plantas.

Código	Dosis de biofertilizante	Promedio Plantas/PN
d1	1ml/l	52.917
d2	2ml/l	54.042
d3	3ml/l	55.833

Cuadro 64. Promedios de la interacción de biofertilizantes y dosis en la variable número de plantas.

Código	Biofertilizantes	Dosis	Promedio Plantas/PN
b1d1	Azototic	1ml/l	53.167
b1d2	Azototic	2ml/l	54.333
b1d3	Azototic	3ml/l	55.917
b2d1	Azototic Plus	1ml/l	52.667
b2d2	Azototic Plus	2ml/l	53.750
b1d3	Azototic Plus	3ml/l	55.750

Cuadro 65. Promedios de la interacción de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable número de plantas.

Código	Biofertilizantes	Niveles de fertilización química	Promedio Plantas/PN
b1n3	Azototic	100%	57.917
b1n2	Azototic	66,70%	53.917
b1n1	Azototic	33,30%	51.583
b2n3	Azototic Plus	100%	57.333
b2n2	Azototic Plus	66,70%	53.750
b1n1	Azototic Plus	33,30%	51.083

Cuadro 66. Promedios de la interacción dosis de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable número de plantas.

Código	Dosis de biofertilizante	Niveles de fertilización química	Promedio Plantas/PN
d1n3	1ml/l	100%	56.125
d1n2	1ml/l	66,70%	52.875
d1n1	1ml/l	33,30%	49.750
d2n3	2ml/l	100%	57.250
d2n2	2ml/l	66,70%	53.250
d1n1	2ml/l	33,30%	51.625
d3n3	3ml/l	100%	59.500
d3n2	3ml/l	66,70%	55.375
d3n1	3ml/l	33,30%	52.625

Cuadro 67. Prueba de Duncan al 5% para el número de pellas de brócoli.

Tratamientos	Código	Biofertilizantes	Dosis	N	P2O5	Media	Duncan
				kg/ha		Pellas/PN	5%
T7	b1d3n3	Azototic	3ml/l	180	60	45.50	a
T16	b2d3n3	Azototic Plus	3ml/l	180	60	44.75	a
T4	b1d2n3	Azototic	2ml/l	180	60	43.75	ab
T13	b2d2n3	Azototic Plus	2ml/l	180	60	42.00	abc
T1	b1d1n3	Azototic	1ml/l	180	60	41.25	abc
T10	b2d1n3	Azototic Plus	1ml/l	180	60	40.75	abc
T19	T.Q.		0	180	60	39.25	abc
T20	T.E.		0	180	60	38.50	abc
T8	b1d3n2	Azototic	3ml/l	120	40	38.00	abc
T17	b2d3n2	Azototic Plus	3ml/l	120	40	37.50	abc
T5	b2d2n2	Azototic	2ml/l	120	40	36.75	abc
T14	b1d2n2	Azototic Plus	2ml/l	120	40	36.75	abc
T2	b1d1n2	Azototic	1ml/l	120	40	36.50	abc
T11	b2d1n2	Azototic Plus	1ml/l	120	40	36.25	abc
T9	b1d3n1	Azototic	3ml/l	60	20	36.00	a bc
T18	b2d3n1	Azototic Plus	3ml/l	60	20	35.75	a bc
T6	b1d2n1	Azototic	2ml/l	60	20	35.00	a bc
T15	b2d2n1	Azototic Plus	2ml/l	60	20	32.75	bc
T3	b1d1n1	Azototic	1ml/l	60	20	32.50	bc
T12	b2d1n1	Azototic Plus	1ml/l	60	20	30.75	c

Cuadro 68. Promedios de los biofertilizantes en la variable número de pellas.

Código	Base del biofertilizante	Promedio Pellas/PN
b1	Azototic	38.361
b2	Azototic Plus	37.472

Cuadro 69. Promedios de las dosis de biofertilizantes en la variable número de pellas.

Código	Dosis de biofertilizante	Promedio Pellas/PN
d1	1ml/l	36.333
d2	2ml/l	37.833
d3	3ml/l	39.583

Cuadro 70. Promedios de la interacción de biofertilizantes y dosis en la variable número de pellas.

Código	Biofertilizantes	Dosis	Promedio Pellas/PN
b1d1	Azototic	1ml/l	36.750
b1d2	Azototic	2ml/l	38.500
b1d3	Azototic	3ml/l	39.833
b2d1	Azototic Plus	1ml/l	35.917
b2d2	Azototic Plus	2ml/l	37.167
b1d3	Azototic Plus	3ml/l	39.333

Cuadro 71. Promedios de la interacción de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable número de pellas.

Código	Biofertilizantes	Niveles de fertilización química	Promedio Pellas/PN
b1n3	Azototic	100%	43.500
b1n2	Azototic	66,70%	37.083
b1n1	Azototic	33,30%	34.500
b2n3	Azototic Plus	100%	42.500
b2n2	Azototic Plus	66,70%	36.833
b1n1	Azototic Plus	33,30%	33.083

Cuadro 72. Promedios de la interacción dosis de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable número de pellas.

Código	Dosis de biofertilizante	Niveles de fertilización química	Promedio Pellas/PN
d1n3	1ml/l	100%	41.000
d1n2	1ml/l	66,70%	36.375
d1n1	1ml/l	33,30%	31.625
d2n3	2ml/l	100%	42.875
d2n2	2ml/l	66,70%	36.750
d1n1	2ml/l	33,30%	33.875
d3n3	3ml/l	100%	45.125
d3n2	3ml/l	66,70%	37.750
d3n1	3ml/l	33,30%	35.875

Cuadro 73. Promedios de los biofertilizantes en la variable diámetro de la pella.

Código	Base del biofertilizante	Promedio cm/pella
b1	Azototic	15.196
b2	Azototic Plus	15.080

Cuadro 74. Promedios de las dosis de biofertilizantes en la variable diámetro de la pella.

Código	Dosis de biofertilizante	Promedio cm/pella
d1	1ml/l	14.903
d2	2ml/l	15.133
d3	3ml/l	15.377

Cuadro 75. Promedios de la interacción de biofertilizantes y dosis en la variable diámetro de la pella.

Código	Biofertilizantes	Dosis	cm/pella
b1d1	Azototic	1ml/l	14,943
b1d2	Azototic	2ml/l	15,129
b1d3	Azototic	3ml/l	15,514
b2d1	Azototic Plus	1ml/l	14,863
b2d2	Azototic Plus	2ml/l	15,138
b1d3	Azototic Plus	3ml/l	15,240

Cuadro 76. Promedios de la interacción de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable diámetro de la pella.

Código	Biofertilizantes	Niveles de fertilización química	cm/pella
b1n3	Azototic	100%	15,966
b1n2	Azototic	66,70%	15,137
b1n1	Azototic	33,30%	14,484
b2n3	Azototic Plus	100%	15,763
b2n2	Azototic Plus	66,70%	15,050
b1n1	Azototic Plus	33,30%	14,428

Cuadro 77. Promedios de la interacción dosis de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable diámetro de la pella.

Código	Dosis de biofertilizante	Niveles de fertilización química	cm/pella
d1n1	1ml/l	100%	15,680
d1n2	1ml/l	66,70%	14,955
d1n3	1ml/l	33,30%	14,075
d2n1	2ml/l	100%	15,814
d2n2	2ml/l	66,70%	15,025
d1n3	2ml/l	33,30%	14,561
d3n1	3ml/l	100%	16,099
d3n2	3ml/l	66,70%	15,300
d3n3	3ml/l	33,30%	14,733

Cuadro 78. Promedios de los biofertilizantes en la variable rendimiento del brócoli.

Código	Base del biofertilizante	Promedio TM/ha
b1	Azototic	17.837
b2	Azototic Plus	17.600

Cuadro 79. Promedios de las dosis de biofertilizantes en la variable rendimiento del brócoli.

Código	Dosis de biofertilizante	Promedio TM/ha	Incremento TM/ha
d1	1ml/l	16,912	
d2	2ml/l	17,691	0,779
d3	3ml/l	18,551	1,639

Cuadro 80. Promedios de la interacción de biofertilizantes y dosis en la rendimiento del brócoli.

Código	Biofertilizantes	Dosis	TM/ha
b1d1	Azototic	1ml/l	17,043
b1d2	Azototic	2ml/l	17,802
b1d3	Azototic	3ml/l	18,665
b2d1	Azototic Plus	1ml/l	16,781
b2d2	Azototic Plus	2ml/l	17,581
b1d3	Azototic Plus	3ml/l	18,438

Cuadro 81. Promedios de la interacción de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable rendimiento del brócoli.

Código	Biofertilizantes	Niveles de fertilización química	TM/ha
b1n3	Azototic	100%	20,243
b1n2	Azototic	66,70%	17,536
b1n1	Azototic	33,30%	15,731
b2n3	Azototic Plus	100%	19,845
b2n2	Azototic Plus	66,70%	17,412
b1n1	Azototic Plus	33,30%	15,543

Cuadro 82. Promedios de la interacción dosis de biofertilizantes y niveles de fertilización química en la variable rendimiento del brócoli.

Código	Dosis de biofertilizante	Niveles de fertilización química	TM/ha
d1n1	1ml/l	100%	19,176
d1n2	1ml/l	66,70%	16,909
d1n3	1ml/l	33,30%	14,651
d2n1	2ml/l	100%	20,141
d2n2	2ml/l	66,70%	17,083
d1n3	2ml/l	33,30%	15,850
d3n1	3ml/l	100%	20,815
d3n2	3ml/l	66,70%	18,430
d3n3	3ml/l	33,30%	16,409

ANEXO 4. Impacto Ambiental

ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES (EsIA)

Introducción.

Toda alteración causada al medio ambiente genera impactos tanto positivos como negativos, por lo que la investigación produjo una serie de impactos negativos en la flora y fauna debido al uso de fungicidas y insecticidas, pero también generó impactos positivos incrementando sus ingresos económicos sin alterar al ambiente físico, biótico y humano.

Objetivos.

General.

Establecer los efectos que ocasiona la presente investigación. **“UTILIZACIÓN DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO (*Azotobacter*) Y SOLIBILIZADORAS DE FOSFORO EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Italica hib. Legacy*) EN OTAVALO.”**

Específicos.

- a. Optimizar el uso de los recursos naturales disponibles, ajustándose a su potencialidad, características y limitantes.
- b. Determinar las respectivas medidas correctivas que pudiesen ser empleadas.
- c. Hallar los parámetros de seguridad y bioseguridad para reducir el impacto ambiental.

Marco legal.

Constitución Política del Ecuador.- El Estado debe proteger el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre

de contaminación, y tiene la obligación de velar para que este derecho no sea afectado, garantizando así la protección de la naturaleza.

Ley de Gestión Ambiental.- Es un conjunto de normas sobre contenido y aplicación de EsIA y su obligatoriedad en caso de explotación de recursos naturales. Art. 6, 19 y 20, 21, 23, 24, 39.

Ley de Gestión Ambiental

Art. 6.-La explotación racional de recursos naturales en ecosistemas frágiles o en áreas protegidas, se realizará por excepción y siempre que se cuente, con la antelación debida, del respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

Art. 19 y 20.- Toda acción que represente riesgo ambiental debe poseer la respectiva licencia, por lo que las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos y privados que puedan causar impactos ambientales serán calificados, previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control conforme lo establecido por el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector es precautelatorio.

Art. 21.- Condiciona la emisión de licencias ambientales al cumplimiento de requisitos que constituyen en su conjunto sistemas de manejo ambiental, y que incluyen:

- Estudios de línea base,
- Evaluación de impacto ambiental,
- Evaluación de riesgos,
- Planes de manejo de riesgos,
- Sistemas de monitoreo,
- Planes de contingencia y mitigación,
- Auditorias ambientales y planes de abandono.
-

Art. 23.- La evaluación de impacto ambiental debe comprender la estimación de los probables efectos sobre la población y el medio ambiente, la identificación de

posibles alteraciones en las condiciones de tranquilidad pública, y la detección de las incidencias que la actividad o proyecto puede acarrear sobre los elementos del patrimonio cultural, histórico o escénico.

Art. 24.- En obras públicas o privadas, las obligaciones que se desprenden del sistema de manejo ambiental pasan a formar parte de los correspondientes contratos.

Art. 39.- Las instituciones encargadas de administrar recursos naturales, controlar la contaminación y proteger el medio ambiente, deben establecer programas de monitoreo sobre el estado ambiental en las áreas de su competencia, que permitan informar sobre las probables novedades a la autoridad ambiental nacional o a las entidades del régimen seccional autónomo.

TULAS.- Objetivo y contenido de los EsIA. Art. 13 y 14

Elementos del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental

Art. 13.- El objetivo del proceso de Evaluación de Impactos Ambientales es garantizar que los funcionarios públicos y la sociedad en general tengan acceso, en forma previa a la decisión sobre su implementación o ejecución, a la información ambiental trascendente, vinculada con cualquier actividad o proyecto. Aparte de ello, en el referido proceso de Evaluación de Impactos Ambientales deben determinarse, describirse y evaluarse los potenciales impactos y riesgos respecto a las variables relevantes del medio físico, biótico, socio – cultural, así como otros aspectos asociados a la salud pública y al equilibrio de ecosistemas.

Art. 14.- Los elementos que debe contener un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales, para que una institución integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental pueda acreditarse ante el Sistema Único de Manejo Ambiental son:

- Metodología y/o procedimiento que permita determinar la necesidad de efectuar un estudio de impacto ambiental, paso conocido como “tamizado”;
- Procedimientos para la elaboración de los términos de referencia de un estudio de impacto ambiental, que permitan definir el alcance de dicho estudio;
- Definición de las partes que intervienen en el proceso de elaboración, revisión y aprobación de estudios de impacto ambiental, y en el licenciamiento respectivo;
- Definición de los tiempos requeridos para la elaboración y presentación de estudios de impacto ambiental, y de los períodos del ciclo de la actividad o proyecto que deben ser considerados;
- Definición de los mecanismos de seguimiento ambiental que serán aplicados durante las fases de ejecución o implementación de la actividad o proyecto;
- Identificación de los mecanismos de participación ciudadana que serán empleados durante el proceso de evaluación de impactos ambientales, incluyendo objetivos claros y etapas predefinidas.
- Mediante el Art. 22 De la prevención y control de la contaminación de los suelos el MAGAP puede limitar, regular, o prohibir el empleo de sustancias, contaminantes en las explotaciones agropecuarias que den un mal uso de los productos utilizados en las diferentes actividades ya que pueden causar contaminación para el medio ambiente.

Art. 22.- (Ley de aguas) Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

Descripción del proyecto.

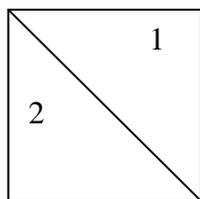
El proyecto “**UTILIZACIÓN DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO (*Azotobacter*) Y SOLIBILIZADORAS DE FOSFORO EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var.Italica hib. Legacy*) EN OTAVALO.**”

Calificación:

BAJA 1

MADIA 2

ALTA 3



1= Importancia del impacto

2=Magnitud del impacto

En la presente investigación, fue necesario realizar un estudio del impacto ambiental, puesto que el desarrollo y su implantación causan alteraciones en el entorno natural.

Se considero los siguientes componentes

- ✓ ABIÓTICOS: suelo, agua, microclima, aire
- ✓ BIÓTICO: flora, fauna, cultivos
- ✓ SOCIOECONÓMICOS: salud empleo, educación, actividad económica, calidad de vida

Áreas De Influencia

Área de Influencia Directa (AID)

El área de influencia esta comprendida por una extensión de aproximadamente setecientos ochenta metros cuadrados que es el lugar donde se va a desarrollar la investigación.

Área de Influencia Indirecta (AII)

Esta área comprende las partes mas alejadas al proyecto las cuales comprenden, caminos perimetrales vías de acceso al lote.

Caracterización del ambiente.

Aspectos Físicos.

Clima

En el lugar que se va desarrollo la investigación presento una temperatura promedio de 16 °C, presentando gran variabilidad en el transcurso del día

Precipitación.

Este lugar se caracteriza por tener 600 milímetros de precipitación durante el año.

Aspectos Biológicos.

En el sector de que se desarrolla la investigación se puede encontrar especies silvestres que habitan en número reducido las cuales son: ratones, raposas, zorrillos, zapos, entre otros.

Flora.

En el sector donde se encuentra la investigación se pudo apreciar la presencia de un determinado número de especies tanto ornamentales como forestales como: Chilca blanca, Chilca negra, Aguacate, Limón, Nogal, Fréjol.

Evaluación del impacto.

Para evaluar los impactos utilizaremos el método de la “Matriz de Leopold”, la que evalúa cualitativamente y cuantitativamente los impactos generados por la investigación.

Cuadro 83. Identificación de impactos en la investigación con la Matriz de Leopold.

Acción del proyecto			Preparación del suelo			Manejo del cultivo								
			Arada y rastrada	Elaboración de camas	Desinfección	Fertilización	Riego	Deshierbas	Aporques	Aplicación de biofertilizantes	Control de plagas	Cosecha	Post-cosecha	Transporte
Factores medio-ambientales														
Categoría	Componentes	Elementos												
FISICO-QUIMICA	Agua	Calidad físico-química					X							
		Caudales					X							
		Nivel de contaminación					X							
	Suelo	Calidad físico-química			X	X	X			X				
		Drenaje							X	X				
		Textura	X	X			X			X				
	Aire	Calidad atmosférica	X											
		Ruido	X									X	X	
BIOLOGICA	Flora	Terrestre, Acuática						X	X	X	X			
	Fauna	Terrestre, Acuática						X		X	X			
	Ecología	Agro ecosistema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Grupo humano	Empleo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Calidad de vida										X	X	X
	Salud	Humana		X							X			
Animal										X				

Cuadro 84. Evaluación de impactos identificados en la investigación con la Matriz de Leopold.

Acción del proyecto			Preparación del suelo			Manejo del cultivo								AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACION DE IMPACTOS			
			Arada y rastrada	Elaboración de camas	Desinfección	Fertilización	Riego	Deshierbas	Aporques	Aplicación de biofertilizantes	Control de plagas	Cosecha	Post-cosecha				Transporte		
Factores medio-ambientales																			
Categoría	Componentes	Elementos																	
FISICO-QUIMICA	Agua	Calidad físico-química					1										1	-10	-9
		Caudales					3										16	0	16
		Nivel de contaminación					1										12	0	12
	Suelo	Calidad físico-química			3	4	3		3		3						28	-64	-36
		Drenaje								2	2						29	0	29
		Textura	3	3			3			2	2		3				30	-58	-28
	Aire	Calidad atmosférica	2														2	-10	-8
		Ruido	2											2	2		6	-28	-22
BIOLOGICA	Flora	Terrestre, Acuática							2	2	3	4				26	-36	-10	
	Fauna	Terrestre, Acuática							3	3	3	4				26	-37	-11	
	Ecología	Agro ecosistema	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	2	3		70	-161	-91	
	Grupo humano	Empleo	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2		212	0	212	
		Calidad de vida											3	2	3		44	0	44
	Salud	Humana	3										3			6	-27	-21	
		Animal											3			3	-17	-14	
	AFECTACIONES POSITIVAS			30	22	23	26	59	46	41	108	36	55	36	29	Comprobación			
AFECTACIONES NEGATIVAS			-74	-37	-37	-41	-67	-41	-25	0	-83	-9	-22	-12					
AGREGACION DE IMPACTOS			-44	-15	-14	-15	-8	5	16	108	-47	46	14	17	63				

CONCLUSIONES:

El componente ecología es altamente afectado, ya que tiene una valoración resumida en la matriz de Leopoldo de -91. Por efecto de la preparación del suelo, la aplicación de fertilizantes, pesticidas y todas las practicas del cultivo.

El componente suelo es otro de los altamente afectados, ya que tiene una valoración resumida en la matriz de Leopoldo de -36. Por efecto de las aplicaciones de fertilizantes, desinfección del suelo.

Por lo contrario se tiene valores sumamente altos en lo referente a Empleo, calidad de producción, ingresos económicos y bien estar, es por eso que la valoración del impacto ambiental es positivo con un valor de 212.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

En el caso del componente ecología se debería bajar en gran medida el uso de productos tóxicos y se debe manejar los pesticidas de manera más responsable como por ejemplo no fumigar cuando hay viento y usar las dosis correctas.

Para el componente suelo se debería adoptar prácticas de conservación de suelos como labranza cero y/o labranza reducida además de reducir el uso de pesticidas, desinfectantes.

Para evitar problemas de salud los agricultores deberán usar equipos de protección como overol, guantes, botas mascarillas etc.

ANEXO 5. Datos meteorológicos de la zona.

2007

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación (mm)	54,7	35,3	169,2	148,9	84,1	40,4	20,3	36,8	6,5	119,9	15	66
Temperatura media anual (T°)	14,2	13,6	15,4	16	15,8	14,5	14,3	13,8	14	15,6	15,8	15

2008

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación (mm)	126,1	112,9	164,2	170,9	194,1	89,8	6,5	35,1	27,4	165,1	118,8	55,8
Temperatura media anual (T°)	14,7	14,5	14,6	14,8	15,2	14,9	13,5	14,7	14,8	15,4	15,7	15,8

2009

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación (mm)	128,9	171,5	135,4	94	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura media anual (T°)	15,3	15,1	15,1	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 7. Análisis del laboratorio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Página 1 de 2 Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

F.I.C.A.YA.

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

Análisis N° 229 – 2008

Análisis Solicitado por: ALEXANDRA NICOLALDE y DIEGO QUINTANA
Número de Muestras: CUARENTA
Tipo de Muestra (s) : BROCOLI: PELLA Y PLANTA
Recepción y Características de la (s) Muestra (s) : Se receptaron en fundas plásticas. Peso aproximado:1500 g.
Codificación de la (s) muestra (s): T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19 y T20
Fecha de Recepción : 13 de noviembre del 2008
Fecha de Entrega: 21 de noviembre del 2008

ANÁLISIS SOLICITADOS:

PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	Método
Fósforo Total (P) (contenido en materia seca)	g/ 100 g	Molibdato – Vanadato
Nitrógeno Total (N) (contenido en materia seca)	g/ 100 g	Kjeldahl
Materia Seca	g/ 100 g	Gravimétrico



Misión Institucional
 Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Ol
 Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
 (06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:101
 E-mail: utn@utn.edu.ec
 www.utn.edu.ec



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Página 2 de 2

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

RESULTADOS

PLANTA

Parámetro Determinado	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Materia seca	%	7,761	7,682	7,438	7,816	7,698	7,632	7,903
Nitrógeno total (mat.seca)	%	2,518	2,353	2,139	2,546	2,379	2,298	2,651
Fósforo total (mat.seca)	%	0,472	0,372	0,302	0,513	0,401	0,323	0,551

Parámetro Determinado	Unidad	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Materia seca	%	7,719	7,642	7,746	7,677	7,323	7,783	7,689
Nitrógeno total (mat.seca)	%	2,388	2,322	2,51	2,323	2,128	2,536	2,359
Fósforo total (mat.seca)	%	0,421	0,343	0,463	0,352	0,294	0,494	0,383

Parámetro Determinado	Unidad	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Materia seca	%	7,484	7,877	7,708	7,642	7,738	7,719
Nitrógeno total (mat.seca)	%	2,142	2,555	2386	2,306	2,501	2,436
Fósforo total (mat.seca)	%	0,312	0,522	0,411	0,332	0,444	0,432

PELLA

Parámetro Determinado	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Materia seca	%	7,963	7,922	7,84	7,984	7,929	7,866	7,988
Nitrógeno total (mat.seca)	%	3,455	3,427	3,341	3,479	3,428	3,4	3,488
Fósforo total (mat.seca)	%	0,742	0,623	0,552	0,773	0,643	0,573	0,813

Parámetro Determinado	Unidad	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Materia seca	%	7,946	7,911	7,955	7,913	7,83	7,972	7,927
Nitrógeno total (mat.seca)	%	3,435	3,409	3,45	3,419	3,301	3,461	3,427
Fósforo total (mat.seca)	%	0,684	0,593	0,723	0,614	0,551	0,754	0,632

Parámetro Determinado	Unidad	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Materia seca	%	7,845	7,986	7,943	7,887	7,946	7,946
Nitrógeno total (mat.seca)	%	3,346	3,481	3,43	3,402	3,441	3,436
Fósforo total (mat.seca)	%	0,563	0,782	0,652	0,582	0,713	0,694

Dr. José Luis Moreno C.

Analista



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640 - 811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 8. Fotos

Fotografía 1. Delimitación del ensayo



Fotografía 2. Aplicación de biofertilizantes



Fotografía 3. Riego previo el transplante



Fotografía 4. Plántulas de 3 semanas listas para el transplante



Fotografía 5. Labor de transplante



Fotografía 6. Dosificación de fertilizantes edáficos



Fotografía 7. Fertilización



Fotografía 8. Controles fitosanitarios al cultivo



Fotografía 9. Biofertilizante Azototic plus



Fotografía 10. Biofertilizante Azototic



Fotografía 11. Vista panorámica del cultivo



Fotografía 12. Cultivo a los 65 días después del trasplante



Fotografía 13. Cosecha



Fotografía 14. Transporte de las pellas cosechas en gavetas individuales



Fotografía 15. Peso de la pella



Fotografía 16. Diámetro de la pella



Fotografía 17. Muestras enviadas al laboratorio



