

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.), es una hortaliza de gran consumo mundial que en los últimos años ha experimentado un incremento considerable en la producción y su nivel de exportación para muchos países. Se ha convertido a lo largo del tiempo con el inicio de la conquista española en América en una de las hortalizas de mayor expansión junto con el tomate, lo que resalta la importancia en la alimentación de millones de personas en el mundo.

Es una hortaliza con gran demanda al ser parte del condimento de nuestra alimentación y que puede aportar distintos valores en sus nutrientes según la especie o variedad de que se trate y la forma en que se consume, secos, frescos, verdes, maduros, etc. Este fruto posee un alto contenido de vitamina C, además de ser rico en calcio, fósforo y un alto nivel de fibra, lo que resalta sus bondades para la dieta de los seres humanos.

En el Ecuador se sembraron 1.145 ha de pimiento como cultivo solo y asociado con otro tipo de cultivo, que corresponden tan solo al 0,08 % del total nacional, de las cuales 1.070 ha fueron cosechadas, que significa el 0,09 % respectivamente del total de la nación. Así mismo se obtuvo una producción de 5.517 Ton de pimiento con una venía equivalente a 5.413 Ton que correspondieron al 0,04 % y al 0,20 % del total de la nación en forma similar.¹

Estas cifras citadas muestran las bajísimas estadísticas de producción del cultivo del pimiento en el país, debido a causas de desordenes fisiológicos por falta de crecimiento vegetativo, caída de flores y frutos como también la susceptibilidad al ataque de enfermedades y estrés.

Existe un gran potencial que poseen muchas provincias ecuatorianas en el manejo de cultivos hortícolas, una de ellas es Imbabura que se muestra como una provincia ideal para el cultivo de pimiento por su clima y características propias del suelo, existen zonas que son reconocidas por su producción de esta hortaliza que ayudan a diversificar los cultivos.

¹ III Censo Nacional Agropecuario 2000

Considerando que Ecuador es un país en vías de desarrollo y que el peso de la economía para muchas provincias descansa sobre la base de la agricultura, se hace necesario buscar nuevas alternativas y métodos para acelerar la misma, obteniendo de esta manera un rendimiento satisfactorio con la calidad requerida.

Con el avance de la tecnología y estudios genéticos en la producción de nuevos híbridos, se ha desarrollado nuevas técnicas en el manejo de estos cultivos, por lo que la tendencia actual en la agricultura es encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos con resultados de excelente calidad de producto y alta rentabilidad.

El uso de bioestimulantes naturales o sintéticos en la agricultura es una de las alternativas que logran estimular procesos fisiológicos específicos tanto en el crecimiento y rendimiento de muchos cultivos debido a sus diferentes mecanismos de acción.

Estos bioestimulantes son moléculas con una muy amplia gama de estructuras que pueden estar compuestos por hormonas o extractos vegetales. Las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y que se trasladan hasta otra zona, donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy bajas dosis.

La agricultura moderna ha integrado la "cultura" de aplicar productos bioestimulantes al follaje o a los frutos, es decir, a la parte aérea de las plantas, pero la de aplicar productos no fertilizantes al suelo recién se está implementando.

La bioestimulación apunta a entregar pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, de tal manera de ahorrarle a las plantas gastos energéticos innecesarios en momentos de estrés. De esta forma se logra mejorar el funcionamiento fisiológico y morfológico de la planta que se traduce en producción y calidad.

Por las razones mencionadas la presente investigación procura evaluar alternativas de manejo nutricional con bioestimulantes, como mejoradores en el crecimiento y rendimiento del cultivo de pimiento.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento a la aplicación de bioestimulantes, en la zona de Chaltura, provincia de Imbabura.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar el bioestimulante foliar de mayor influencia en el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento.
- b) Identificar la dosis apropiada de bioestimulante en el crecimiento y producción del cultivo.
- c) Analizar económicamente los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Cultivo de Pimiento

De acuerdo a INFOAGRO (2010), muchos historiadores concuerdan en el origen del pimiento que es una planta Americana, los pueblos precolombinos en especial aborígenes que habitaban en las estribaciones de la cordillera de los andes ya cultivaban el pimiento antes de la llegada de los Españoles a América. El pimiento es una planta de clima cálido con una temperatura óptima de 18 a 21 °C con una baja humedad relativa, prefiere un suelo fértil, ligeramente ácido y no tolera la salinidad.

Según Almácigos (2010), la clasificación botánica del pimiento es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Capsicum</i>
Especie:	<i>annuum</i>
Nombre científico:	<i>Capsicum annum</i>
Nombre común:	Pimiento

Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos. La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10° C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc.

Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos.

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados.

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración.

Según Valencia (2009), la fisiología del pimiento se presenta de la siguiente manera:

Es una planta herbácea anual, aspecto lampiño, de tallos erguidos y de crecimiento limitado.

Consta de una raíz axonomorfa de la que se ramifica un conjunto de raíces laterales. La ramificación adopta al principio una forma de punta de flecha triangular con el ápice en el extremo del eje de crecimiento. La borla de raíces profundiza en el suelo hasta unos 30 a 60 cm y horizontalmente el crecimiento se extiende hasta unos 30 - 50 cm del eje.

El tallo principal se desarrolla a partir de la plúmula del embrión. Esta consta de un eje, el epicótilo, y presenta en el extremo superior una región de intensa división celular, el meristemo apical. Por debajo del meristemo apical, desde el exterior hacia el interior se encuentran, como en otras dicotiledóneas.

El pimiento tiene hojas simples, de forma lanceolada o ovoidada, formadas por el pecíolo, largo, que une la hoja con el tallo y la parte expandida, la lámina o limbo. Esta es de borde entero o apenas situado en la base.

Las flores están unidas al tallo por un pedúnculo o pedicelo de 10 a 20 mm de longitud, con 5 a 8 costillas. La estructura anatómica de este es semejante a la de un tallo vegetativo.

Cada flor está constituida por un eje o receptáculo y apéndices foliares que constituyen las partes florales. Esta son: el cáliz, constituido por 5 - 8 pétalos, el androceo por 5 - 8 estambres y el gineceo por 2 - 4 carpelos. Esta estructura se representa de manera abreviada por la formula floral típica de la familia Solanáceas.

El factor exógeno más importante que determina la diferenciación floral es la temperatura, especialmente la nocturna (6 - 12° C) durante 2 - 4 semanas favorece la formación de grandes números de flores.

La floración está bajo control hormonal, aunque no se conocen bien las hormonas implicadas y su papel en el proceso. Aparte de las giberelinas, que son hormonas necesarias para el desarrollo normal de los tallos portadores de flores, se ha especulado sobre la necesidad de otras hormonas, andesinas que serian necesarias para la floración de plantas de día corto.

El fruto del pimiento se define como una baya. Se trata de una estructura hueca, llena de aire, con forma de capsula. La baya está constituida por un pericarpio grueso y jugoso y un tejido placentario al que se unen las semillas.

2.2. Bioestimulantes Foliare

Salisbury y Cleon (2000), afirman que los bioestimulantes son compuestos orgánicos sintetizados en una parte de la planta y translocados a otra, donde en concentraciones muy bajas producen una respuesta fisiológica.

En diferentes centros de estudios se han utilizado diversas sustancias, las cuales tienen efectos similares al de las hormonas naturales.

Pitty (2000), menciona que a este tipo de sustancias también se les conoce como reguladores de crecimiento. En diversas ocasiones se han utilizado los reguladores de crecimiento en el estudio de los procesos controlados internamente por la hormonas los reguladores de crecimiento proporcionan a los agricultores herramientas con las cuales pueden manipular el crecimiento, periodos de floración, y cuajado del fruto en la planta.

Son compuestos orgánicos de origen natural químicamente activas, los cuales son aplicables tanto por vía foliar como por medio de fertilizantes. Estos actúan sobre el equilibrio nutritivo de las plantas estimulando rápidamente los procesos fisiológicos de éstas.

Jiménez y Aquino (2006), dicen que los reguladores de crecimiento se consideran atóxicos para el hombre y los animales; no poseen hormonas de síntesis por lo que no alteran el equilibrio hormonal típico de las plantas, además mejoran las estructuras de los suelos, lo que repercute en una mayor y mejor utilización de los nutrientes

Bietti y Orlando (2003), detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales. Agregan además que hay bioestimulantes cuya composición se basa en aminoácidos, moléculas formadoras de las proteínas y enzimas.

Rojas y Ramírez (1987), expresan que los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas; usados principalmente para estimular el rendimiento.

Los Bioestimulantes son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas entre otras), pudiendo estos compuestos incrementar la actividad enzimática de las plantas y el metabolismo en general.

Los Reguladores vegetales son compuestos orgánicos distinto de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan inhiben o modifican los procesos fisiológicos de las plantas.

Los Bioestimulantes ofrecen un potencial para mejorar la producción y la calidad de las cosechas, son similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y la resistencia al estrés causado por temperatura y déficit hídrico.

Jensen y Salisbury (1994), mencionan que las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y se trasladan (normalmente) hasta otra región, en la cual se encargan de iniciar, terminar, acelerar o desacelerar algún proceso vital.

Según Villet (1992), las hormonas vegetales son producidas sobre todo en los tejidos en crecimiento, especialmente el meristema de los casquetes en desarrollo en el extremo de tallos y raíces. El autor indica además que las hormonas estimuladoras de crecimiento son las auxinas, giberelinas y citocininas.

Uno de los extractos vegetales más conocidos son los derivados de algas marinas.

Según Maneveldt y Frans (2003), en África del Sur, la industria del alga marina se basa en *Ecklonia* y *Laminaria*. El quelepo se utiliza extensamente como fertilizante. *Ecklonia* máxima incluso se utiliza como suplemento alimenticio para los animales; también se cosecha para la producción de estimulante muy acertado del crecimiento vegetal y se ha demostrado que es una fuente de micro elementos.

Horneman (2002), afirma y agrega que los productos que salen de *Ecklonia* máxima son para la alimentación animal, ingredientes de alimentos y fertilizantes; y las aplicaciones que tienen es como ingrediente industrial y como biopolímero.

Betti y Orlando (2003), definen que los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, macromoléculas complejas que en las plantas desarrollan funciones estructurales, enzimáticas y hormonales.

Según Calmet (2003), los aminoácidos son las unidades estructurales de las proteínas, y pueden ser asimilados en forma directa. Es posible entonces, suministrar aminoácidos a las planta vía foliar o radicular y ahorrarle energía para sintetizarlos. Los aminoácidos suministrados de estas formas son rápidamente utilizados, siendo el transporte de los mismos inmediato, dirigiéndose a todas las partes de ella, sobre todo a los órganos en crecimiento.

El autor agrega que los aminoácidos libres son un factor regulador del crecimiento, y están indicados como vigorizantes y estimulantes de la vegetación en los períodos críticos de los cultivos, como plantas recién trasplantadas, plantas jóvenes en fase

activa de crecimiento, frutales en prefloración, cuajado y crecimiento de fruto. También resulta provechosa su aplicación en la recuperación de daños producidos por stress hídrico, heladas, granizos y plagas.

Calmet (2003), señala los siguientes beneficios en el uso de bioestimulantes:

Germinación más rápida y completa.

Mejoran los procesos fisiológicos como: fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, etc.

Favorecen al desarrollo y multiplicación celular.

Incrementan el volumen y masa radicular.

Mejoran la capacidad de absorción de nutrientes y agua del suelo.

Aumentan la resistencia de la planta a condiciones ambientales adversas, plagas y enfermedades.

Participan activamente en mecanismos de recuperación de plantas expuestas al estrés.

Aumento de la producción y calidad de las cosechas.

La eficacia de estos productos se ha estudiado internacional y nacionalmente en numerosas investigaciones y bajo distintas condiciones agroecológicas: aplicaciones de bioestimulantes que han sido hechas en una amplia variedad de cultivos, desde cultivos hortícolas, frutales hasta cultivos tradicionales.

2.3. Características de los bioestimulantes en estudio

2.3.1. ZumSil

Mundo Verde (2010), las características del producto ZumSil son las siguientes:

Datos generales

ZumSil es un polímero anfotérico a base de ácido monosilícico (sirve tanto de ácido como de base) de silicón y con insuficiencia de oxígeno, el cual es el resultado de una reacción intermedia de silicón e hidrógenos. El Si es el segundo elemento más disperso en la Tierra, el mismo tiene efectos sobre diferentes procesos del suelo y el crecimiento de microorganismos y plantas. La extracción de Si activo de suelos

agrícolas por cada cosecha es en promedio de 40 a 300 kg/ha. Puede ser usado como vehículo de muchos compuestos u otros químicos especiales donde los cationes y aniones fallan en su propósito por sus propiedades acidas. El Si es adsorbido por las plantas únicamente como Si (OH)₄ o su anión (Epshtcin, 1999). El silicio se concentra en el tejido epidérmico como una capa fina de la membrana de Si-celulosa y se asocia con la pectina e iones de calcio además estimula la actividad quitinasa y la rápida activación de peroxidasas y polyfenoxidasas después de una infección fúngica (Waterkeyn *et al.*, 1982).

Composición:

Silica Activa Si (OH) ₄	20.00 ± 2.00 %
Na	10.50 ±2.00%
Fe	00.01 ±0.002%
C.org.	00.81 ±0.02%
Ácido Húmico	00.70 ± 0.03 %

Propiedades

Acción en el suelo: Su principal papel se encuentra en los procesos de formación de suelo, especialmente en la transformación de roca y formación de los minerales secundarios o de sedimento y generando nutrientes biogeoquímicamente activos.

Aumenta Capacidad de Intercambio Catiónico.

Optimiza la fertilidad del suelo a través de mejorar la disponibilidad del agua y de mantener los nutrientes en forma disponible para la planta.

Estimula la activación de la micro fauna y flora.

Incrementa la resistencia del suelo contra la erosión del viento y agua.

Mejora el pH en suelos ácidos.

Acción en las plantas: El silicio es primordial en los primeros estadios fenológicos de las plantas ya que es un elemento básico en el desarrollo estructural y celular ya que actúa en la movilización y fijación de nutrientes en los diferentes tejidos.

Fortalece la estructura y vascularización de las plantas.

Ayuda al desarrollo del sistema radicular de la planta.

Actúa como un biocatalizador, que estimula la función de respiración, mejorando la capacidad de distribución de carbohidratos.

Estimula la formación de tricomas en el tejido foliar (protección física contra insectos).

Una capa fina de Sí se concentra en la epidermis del tallo, hojas y las cortezas se hacen ásperas y resistentes, de esta manera se estimulan los mecanismos de defensa de las plantas contra el ataque de hongos e insectos.

Ayuda en el endurecimiento de raíz, aumenta la eficacia de fotosíntesis, que maximiza la producción. Fortalece los tallos y pedúnculos de flores y frutas siendo bastante difícil que caigan.

Regula la carboxilasa que estimula la captación de energía solar.

También realza el tiempo de durabilidad post-corte de verduras y frutas.

Dosificación:

Edáfica: 200-300 ml/ha/mes.

Foliar: 100-150 ml/ha/cada 15 o 20 días.

Si desea potencializar el producto: Diluir 1 litro en 20 litros de agua, dejar reposar por 24 horas y aplique.

2.3.2. Lithovit

Según Mundo Verde (2010), las características del producto Lithovit son las siguientes:

Lithovit es el primer y único bioestimulante y fertilizante foliar de CO₂ en el mercado. Sus partículas nanonizadas mediante tecnología tribodinámica, son

altamente energizadas. Rociadas finamente sobre la superficie de las hojas, son absorbidas inmediatamente a través de los estomas y transformadas en dióxido de carbono. Puede ser usado en campo abierto como en invernadero. Lithovit está en condiciones de aumentar considerablemente la tasa fotosintética, ya que el factor fundamental que limita la fotosíntesis en el exterior es la capacidad de la planta de almacenar el CO₂ natural contenido en el aire. El bajo contenido de CO₂ en el aire normal (0,04 % en volumen), significa que muchas plantas en los cultivos no alcanzan a obtener un óptimo nivel de fotosíntesis. Asumiendo que las condiciones de temperatura son favorables y que existe una buena cantidad de nutrientes y agua, los niveles máximos de fotosíntesis están alrededor de 0,1 % en volumen de CO₂.

Composición

Carbonato de calcio	79,19 %
Silica	11,41%
Carbonato de magnesio	4,62 %
Hierro	1,31 %
Aluminio	0,97 %
Óxido de sodio	0,55 %
Sulfato	0,33 %
Óxido de potasio	0,21 %
Nitrógeno	0,06 %
Fosfato, Mn, Zn, Cu	0,028 %

Lithovit contiene Carbonato de calcio, Silicio y otra serie de microelementos, pulverizados tribodinámicamente, por tanto muchas de sus partículas son <10 µm, facilitando la absorción por parte de las plantas. Lithovit incrementa la capacidad fotosintética de las plantas hasta en un 22 % y estos efectos son maximizados por los micronutrientes y oligoelementos dentro de la fórmula. El resultado son aumentos en el rendimiento, acompañado de un requerimiento menor de agua, debido a que las plantas, al mejorar su índice fotosintético, ahorran energía, manteniendo sus estomas cerrados por mayor tiempo evitando la deshidratación.

Los micronutrientes y los oligoelementos contenidos adicionalmente en el producto, fisiológicamente son relevantes aumentando la capacidad de resistencia, el crecimiento, la vitalidad de su cultivo y por ende la calidad de la cosecha.

Dosificación

Hortalizas 1.000 ml/ha a partir de 3 era hoja verdadera y 3 veces más cada 15 días.

En cultivos estacionales, hay tres etapas específicas de aplicación: al principio de la foliación, prefloración e inicios de llenado de fruto, grano o cuando la flor está abriendo. En cultivos con cosechas permanentes, se realizan aplicaciones entre 15 a 45 días. Especialmente en épocas de baja luminosidad.

2.3.3. Vitazyme

SUMMER ZONE (2010), indican que las características del producto Vitazyme son las siguientes:

Es un bioestimulante líquido completamente natural para los microorganismos del suelo y las plantas, que contiene 12 activadores biológicos. Cuando se aplica a los cultivos, Vitazyme incrementa los rendimientos, mejora su calidad y reduce los insumos de fertilizantes químicos. La estructura del suelo y la salud de la planta son mejoradas mediante la estimulación de la simbiosis planta-microorganismos y mediante el desarrollo de una población microbiana beneficiosa.

Composición

Los Agentes Activos conocidos en Vitazyme son todos derivados de materiales naturales.

1-triacontanol (33 microgramos/ml)

Brassinoesteroides (31 mg/l)

Glicósidos, Ácido Pantoténico

Vitamina B1 (tiamina) Vitamina B2 (riboflavina)

Vitamina B6, B12(cobalamina)

Vitazyme contiene “gatillos metabólicos” que estimulan la planta a fotosintetizar mejor, fijando más energía solar en forma de compuestos carbonados para incrementar la transferencia de carbohidratos, proteínas y otras sustancias de crecimiento hacia la zona radical. Estos agentes activos pueden entrar a la planta a través de las hojas, estimula el crecimiento y la exudación de las raíces. Esta estimulación activa a un nivel superior el metabolismo de la población de organismos rizosféricos, disparando una mayor síntesis de compuestos que benefician el crecimiento y una rápida liberación de minerales para la absorción por las plantas. Es estimulada la simbiosis planta - microbios.

Se requieren muy pequeñas cantidades de estos gatillos metabólicos contenidos en Vitazyme para mejorar marcadamente la respuesta de las plantas y de los microbios de la rizósfera. Esto se debe al Efecto Enzimático en Cascada. Sucesivos niveles de enzimas son activados en la planta y en los tejidos microbianos para producir una gran respuesta fisiológica a partir de una muy pequeña cantidad de activador aplicado, esto permite a la planta expresar mejor su potencial genético, reduciendo los estreses que reprimen esa expresión.

Dosificación

Aplique 1.000 ml/hectárea a las 2 - 3 semanas después de la siembra.

Aplique 1.000 ml/hectárea al inicio de la floración.

Para ampliar la cosecha, aplique 1.000 cc /hectárea después de la primera recogida.

2.3.4. Kuantum

SUMMER ZONE (2010), las características del producto Kuantum son las siguientes:

Bioestimulante de autorregulación fisiológica, atenuador de estrés compensador de biomasa, integrador nutricional celular, recuperador y optimizador fisiológico de cultivos, estabilizador de varios tipos de resistencia frente a estrés bioabióticos.

Composición

Nitrógeno orgánico	16,00 g
Fósforo	2,15 g
Potasio	1,00 g
Magnesio	75,00 mg
Hierro	17,00 mg
Zinc	15,00 mg
Manganeso	0,35 mg
Calcio orgánico	712,00 mg
Selenio	262,00 µg
Metabolitos Microbianos (MM)	7,00 g
Levo-Aminoácidos totales	107,00 g
Principios Orgánicos	60,00 cm*1

Compensador de biomasa vegetal, corrector metabólico sistémico, integrador nutricional integral, autorregulador natural fisiológico, inductor natural de la resistencia sistémica adquirida (SAR), atenuador de estrés biótico o abiótico, activador y compensador fotónico, regulador de la asimilación citológica mineral.

Posee b-Oligosacaridos que son moléculas involucradas directamente en procesos de biocatalización del metabolismo enzimático de reacciones de defensa de vegetal. La autorregulación fisiológica que induce Kuantum a la planta, se refiere al correctivo de perfiles fisiológicos disminuidos, atenuados o anulados sea por afección de plagas o enfermedades, en las cuales o donde se encuentren afectados sistemas vitales (sistema aéreo o radicular).

Bajo tales condiciones los ingredientes activos inducen metabólicamente al vegetal para cubrir la carencia que finalmente es expresada en la formación de biomasa perdida, desequilibrada o afectada. Kuantum activa la superficie filosférica, optimizando la recepción fotónica para un mejor balance lumínico-químico en los primeros eventos de la fotosíntesis.

Kuantum aumenta la disponibilidad de nutrientes por medio de sus propiedades biopolimerizantes y bioquelatantes, es un sinergista nutricional. Desbloquea elementos nutricionales por activación enzimática siderofórica. El poder biopolimérico-siderofórico de Kuantum desbloquea micro elementos inmovilizados, no solamente en el interior del citoplasma, además en las partículas del suelo. Por otro lado las propiedades biopolimérica-siderofórica le confiere la facultad de adherir minerales, especialmente de naturaleza metálica en forma de quelatos para optimizar su capacidad de asimilación.

Dosificación

500 a 1.000 ml/ha

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y Descripción del Área Experimental

La presente investigación se realizó en la zona de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, cuya ubicación geográfica se encuentra: latitud 0° 33' 33" norte y longitud 78° 21 '66" oeste y a una altura 2.387 msnm.

La temperatura media anual es de 15 °C y la precipitación de 750 mm. Los meses secos fluctúan entre 2 y 5 meses. De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1978), el área se encuentra en el bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

3.2. Material de Siembra

Se utilizó la variedad de pimiento Cacique que tiene las siguientes características:

Planta: vertical fuerte, rustica, vigorosa, alta productividad, precocidad temprana a media, tallos muy flexibles, entrenudos cortos, cobertura foliar de media a buena y amplio rango de adaptación.

Fruto: forma adecuada para el mercado de tres lóculos, pared gruesa y firme, color verde oscuro en frío y color verde claro en calor, largo de fruta de 10,0 a 15,0 cm, diámetro de 6,0 a 7,0 cm.

3.3. Factores Estudiados

3.3.1. Cultivo de pimiento.

3.3.2. Bioestimulantes (ZumSil, Vitazyme, Kuantum, y Lithovit).

3.3.3. Testigo sin bioestimulante.

3.4. Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos efectuados en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

#	Bioestimulantes naturales	Dosis/ha
1	ZumSil	100 ml
2	ZumSil	150 ml
3	Vitazyme	500 ml
4	Vitazyme	1.000 ml
5	Kuantum	500 ml
6	Kuantum	1.000 ml
7	Lithovit	1.000 g
8	Lithovit	1.500 g
9	Testigo	Sin bioestimulante

3.5. Métodos

Se empleo los métodos: inductivo-deductivo, análisis síntesis y el experimental o empírico.

3.6. Diseño Experimental

El diseño que se utilizó fue el de Bloques Completo al azar (DBCA), con 9 tratamientos y tres repeticiones, con un total de 27 unidades experimentales. Todas las variables se sometieron al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

3.6.1. Características del lote experimental

El área total experimental contó con 874 m², cada parcela fue de 20 m² y un área útil de 7,20 m², la separación entre repeticiones y parcelas fue de 1 m.

3.7. Manejo del Cultivo

3.7.1. Análisis de suelo

Se tomó 10 submuestras de suelo al azar de 10 a 20 cm de profundidad, se las mezcló y se tomó una muestra de un kg de suelo, las cuales fueron analizadas en el Departamento de Suelos de la Estación Experimental AGROCALIDAD en Tumbaco, para determinar las características físicas y químicas del suelo.

3.7.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo consistió en limpiar todo el terreno de la malezas presente en el lugar, una vez limpio el lugar se realizaron dos pases de rastra con la idea de tener un suelo suelto y apto para la siembra.

3.7.3. Semilleros

Para la implementación del semillero se utilizó bandejas plásticas de 128 agujeros, se utilizó sustrato BM2, una turba canadiense apropiada para semilleros que permite buenos resultados para la germinación de las semillas.

3.7.4. Trasplante

Una vez que las plántulas de pimiento cumplieron 15 cm de altura en el semillero se procedió a sembrar en campo abierto, se aprovecharon las horas frescas de la mañana para evitar el estrés de las plantas al trasplante. La siembra se la realizó con ayuda de un espeque, con el suelo ya humedecido, previamente se trasplantaron las plántulas en el lugar definitivo de siembra; el marco de plantación fue de 0,80 m entre hilera y 0,30 m entre planta.

3.7.5. Riegos

Para el riego del cultivo se dispuso de un sistema de riego por goteo. Las cintas de riego fue de goteros cada 0,10 m. La frecuencia de riego fue determinada en función de las condiciones ambientales que se presentaron en los días que duró la investigación.

3.7.6. Aplicación de bioestimulantes

Se realizó mediante pulverizaciones foliares considerando la dosis establecida en los tratamientos con disoluciones para una descarga de 800 litros de agua/ha, las aplicaciones fue de cada 8 días hasta los 64 días después del trasplante.

3.7.7. Control fitosanitario

Esta labor se realizó previo monitoreo de plagas y enfermedades presentes en el cultivo, se aplicó productos preventivos como Clorothalonil a dosis 2,5 cc/l para el control de *Alternaria spp* y *Botrytis sp* mas el insecticida Fipronil a 0,15 g/l para el control de *Frankliniella spp* cada 8 días durante la presencia de estos problemas fitosanitarios.

3.7.8. Fertilización

La compensación nutricional se realizó a través del sistema de riego por goteo con la formulación 13-40-13 / 850 g cada/3 días durante la etapa de desarrollo, 15-10-15 / 850 g cada 3 días durante la etapa de floración y 15-5-30 / 850 g cada 3 días durante la etapa de fructificación y mantenimiento. La solución madre para cada aplicación fue de 40 litros.

3.7.9. Cosecha

Se cosechó en forma manual dentro del área útil de cada parcela experimental (tres surcos centrales), de acuerdo al estado de madurez fisiológica de los frutos.

3.8. Datos evaluados

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron las siguientes variables:

3.8.1. Altura de planta

La altura de las plantas se evaluó a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, midiendo desde el suelo hasta el ápice de las mismas con un flexómetro y anotando los valores en hojas de registro de datos propias de cada variable, se tomaron 10 plantas al azar del área útil en cada uno de los tratamientos en su respectiva repetición.

3.8.2. Altura de inserción de la primera horqueta

Esta medición se realizó desde el suelo hasta la división del tallo que da la formación de la primera horqueta. Se tomaron en 10 plantas seleccionadas al azar para el análisis de esta variable.

3.8.3. Número de hojas antes del primer botón floral

En 10 plantas tomadas al azar del área útil experimental de cada tratamiento, se procedió a contar el número de hojas presentes a la aparición del primer botón floral.

3.8.4. Ciclo de vida

Para esta variable se consideró la madurez fisiológica del cultivo, considerando las tres primeras cosechas.

3.8.5. Números de frutos por planta

En el área útil de cada tratamiento se tomó al azar 10 plantas y se contó el número de frutos totales por planta.

3.8.6. Longitud y diámetro de frutos

Se midió longitud y el diámetro de los frutos con la ayuda de un calibrador pie de rey, los resultados se registraron en cm. Para esta variable se consideró diez frutos tomados al zar de la cosecha de cada tratamiento.

3.8.7. Rendimiento

Para esta variable se consideró los frutos recolectados en el área útil de cada parcela experimental durante las tres cosechas y se transformaron a kg/ha.

3.9. Análisis económico

El análisis económico se lo realizó mediante la relación costo/beneficio para cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 2, se presentan los valores promedios de altura de planta después del trasplante (ddt), en donde realizado el análisis de la varianza, se observa significancia estadística a los 30 ddt y alta significancia estadística para 60 y 90 ddt, con coeficiente de variación de 2,69; 3,38 y 3,36 % respectivamente.

Realizada la prueba de Tukey al 5 %, para los valores promedios registrados a los 30 ddt, se determina dos rangos significativos, el primer rango lo alcanzan cinco tratamientos de bioestimulantes con igual valor estadístico en los cuales Lithovit (1.000 g/ha) obtuvo 22,92 cm de altura como mayor promedio. El menor promedio se registra en el segundo rango en tres tratamientos de bioestimulantes más el Testigo que obtuvo 20,57 cm como menor altura sin diferir estadísticamente entre sí.

A los sesenta días después del trasplante, se determina dos rangos de significancia; en el primer rango se encuentran todos los bioestimulantes con promedios igualmente estadísticos en los cuales el mayor valor lo alcanza Lithovit (1.000 g/ha) con 22,92 cm de altura. La menor altura de planta lo registró el tratamiento Testigo con 20,57 cm en el segundo rango.

Los valores promedios de altura de planta a los 90 días después del trasplante, presentaron dos rangos significativos, el primer rango lo alcanzan los promedios de los bioestimulantes con igual valor estadístico en los cuales la mayor altura lo obtiene Lithovit (1.000 g/ha) con 65,65 cm. El segundo rango con el menor promedio de altura lo registró el tratamiento Testigo con valor de 57,81 cm.

Cuadro 2. Valores promedios de altura de planta a los 30; 60 y 90 ddt en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Tratamientos			Altura de planta (cm)		
#	Bioestimulantes	Dosis / ha	30 ddt	60 ddt	90 ddt
1	ZumSil	100 ml	21,71 a	45,16 a	61,52 a
2	ZumSil	150 ml	21,56 a	45,26 a	62,26 a
3	Vitazyme	500 ml	21,49 a	47,16 a	64,23 a
4	Vitazyme	1.000 ml	21,43 a	45,43 a	61,89 a
5	Kuantum	500 ml	21,01 b	44,24 a	60,27 a
6	Kuantum	1.000 ml	21,00 b	45,45 a	61,90 a
7	Lithovit	1.000 g	22,92 a	48,19 a	65,65 a
8	Lithovit	1.500 g	20,79 b	45,16 a	61,51 a
9	Testigo	(s/bioest)	20,57 b	42,43 b	57,81 b
Promedio			21,39	45,39	61,90
Coeficiente de variación (%)			2,69	3,38	3,36
Significancia Estadística			**	*	*

Valores unidos por la misma letra no difieren entre sí (Tukey. $P < 0,05$).

ddt Días después del trasplante

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

4.2. Altura de inserción de la primera horqueta

Los valores promedios de altura de inserción de la primera horqueta se presentan en el Cuadro 3, realizado el análisis de varianza no se observa significancia estadística alguna, con coeficiente de variación de 5,77 %.

Matemáticamente los valores promedios ubican en primer orden al tratamiento bioestimulante ZumSil (100 ml/ha) con 22,56 cm de altura, mientras que en el ultimo orden se ubica el tratamiento bioestimulante Vitazyme (1.000 ml/ha) con 20,90 cm de altura de inserción de la primera horqueta.

4.3. Número de hojas antes del primer botón floral

En el Cuadro 3, se presentan los valores promedios de número de hojas antes del primer botón floral, en donde realizado el análisis de la varianza, se observa alta significancia estadística, con coeficiente de variación de 6,56 %.

Realizada la prueba de Tukey al 5 %, se observa dos rangos de significancia, el primer rango lo alcanzan tres tratamientos de bioestimulantes estadísticamente iguales donde Lithovit en dosis de (1.000 g/ha) obtuvo el mayor promedio con 51 hojas antes del primer botón floral. El segundo rango alcanzan seis tratamientos bioestimulantes sin diferenciar estadísticamente al tratamiento Testigo, en donde el menor promedio lo obtuvo Lithovit (1.500 g/ha) con 40 hojas antes del primer botón floral.

4.4. Ciclo de vida

Los valores promedios de ciclo de vida se presentan en el Cuadro 4, realizado el análisis de varianza no se observa significancia estadística alguna, el coeficiente de variación es 5,71 %.

Matemáticamente los valores promedios ubican en primer orden a los tratamientos bioestimulantes ZumSil (150 ml/ha) y Lithovit (1.500 g/ha) con 110 días, mientras que en el ultimo orden se ubican los tratamientos bioestimulantes Vitazyme (500 ml/ha), ZumSil (100 ml/ha) y Testigo con 102 días al ciclo de vida.

Cuadro 3. Valores promedios de altura de inserción de la primera horqueta y número de hojas antes del primer botón floral en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Tratamientos			Altura de inserción de la primera horqueta (cm)	Número de hojas antes del primer botón floral
#	Bioestimulantes	Dosis / ha		
1	ZumSil	100 ml	22,56	44 a
2	ZumSil	150 ml	21,32	44 a
3	Vitazyme	500 ml	22,40	41 b
4	Vitazyme	1.000 ml	20,90	38 b
5	Kuantum	500 ml	21,21	39 b
6	Kuantum	1.000 ml	22,08	39 b
7	Lithovit	1.000 g	22,46	51 a
8	Lithovit	1.500 g	21,94	40 b
9	Testigo	(s/bioest)	21,17	42 b
Promedio			21,78	42
Coeficiente de variación (%)			5,77	6,56
Significancia Estadística			ns	**

Valores unidos por la misma letra no difieren entre sí (Tukey. $P < 0,05$).

ns No significativo

** Significativo al 1 %

4.5. Número de frutos por planta

Los valores promedios de esta variable se presentan en el Cuadro 4, realizado el análisis de la varianza, se observa alta significancia estadística, con un coeficiente de variación 8,18 %.

Efectuada la prueba de Tukey al 5 %, se determina dos rangos de significancia, el primer rango lo alcanzan dos tratamientos de bioestimulantes estadísticamente iguales donde Kuantum (1.000 ml/ha) y Lithovit (1.000 g/ha) obtienen 37 y 40 frutos/planta respectivamente. El segundo rango lo alcanzan seis tratamientos bioestimulantes más el Testigo sin diferenciar estadísticamente en los cuales el menor promedio lo obtienen Vitazyme (1.000 ml/ha) y (ZumSil - 150 ml/ha) con 26 frutos/planta.

4.6. Longitud de frutos

En el Cuadro 5, se presentan los valores promedios de longitud de frutos, en donde realizado el análisis de varianza se observa significancia estadística, con coeficiente de variación de 3,30 %.

Se determinó dos rangos de significancia, el primer rango lo alcanzan ocho tratamientos de bioestimulantes estadísticamente iguales donde Lithovit (1.000 g/ha) obtuvo el mayor promedio con 11,70 cm de longitud de frutos. El segundo rango con el menor promedio de diámetro de frutos lo registró el tratamiento Testigo con valor 10,41 cm.

4.7. Diámetro de frutos

Los valores promedios de diámetro de frutos también se presentan en el Cuadro 5, realizado el análisis de la varianza se observa alta significancia estadística, con coeficiente de variación de 6,73 %.

Realizada la prueba de Tukey al 5 %, se establece dos rangos de significancia, el primer rango lo alcanzan cinco tratamientos de bioestimulantes estadísticamente

iguales donde Kuantum (1.000 ml/ha) obtiene 6,65 cm de diámetro siendo estadísticamente igual a los tratamientos dentro de este rango. En el segundo rango el menor promedio estadísticamente iguales lo alcanzan tres tratamientos bioestimulantes mas el "Testigo" que obtiene el menor promedio con 4,87 cm de diámetro de fruto.

4.8. Rendimiento

En el Cuadro 6, se presentan los valores promedios del rendimiento (kg/ha), en donde realizado el análisis de varianza se observa alta significancia estadística, con coeficiente de variación de 8,54 %.

Efectuada la prueba de Tukey al 5 %, se determina dos rangos de significancia, el primer rango lo alcanzan siete tratamientos de bioestimulantes estadísticamente iguales donde Kuantum (1.000 ml/ha) con 35.754,59 kg/ha obtuvo el mayor promedio de rendimiento. El segundo rango con el menor promedio de diámetro se determina el tratamiento bioestimulante ZumSil (150 ml/ha) con 24.843,37 kg/ha siendo estadísticamente igual al tratamiento Testigo con valor de 25.742,30 kg/ha de rendimiento.

4.9. Análisis económico

En el Cuadro 7, se presenta el análisis económico del rendimiento de frutos de pimiento en función de la venta y costo de cada tratamiento. Se observa que en el tratamiento con el bioestimulante Kuantum (1.000 ml/ha) se obtuvo la mayor utilidad económicas de \$ 10.886 USD por hectárea, mientras que el tratamiento ZumSil en dosis de 150 ml/ha apenas alcanzó una utilidad económica de \$ 6.375 USD muy similar al tratamiento Testigo que obtuvo \$ 7.097 USD por hectárea.

Cuadro 4. Valores promedios de ciclo de vida y número de frutos por planta en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Tratamientos			Ciclo de vida (días)	Número de frutos por planta
#	Bioestimulantes	Dosis / ha		
1	ZumSil	100 ml	102	33 B
2	ZumSil	150 ml	110	26 B
3	Vitazyme	500 ml	102	32 B
4	Vitazyme	1.000 ml	108	26 B
5	Kuantum	500 ml	107	33 B
6	Kuantum	1.000 ml	103	37 A
7	Lithovit	1.000 g	107	40 A
8	Lithovit	1.500 g	110	32 B
9	Testigo	(s/bioestimulante)	102	27 B
Promedio			106	32
Coeficiente de variación (%)			5,71	8,18
Significancia Estadística			ns	**

Valores unidos por la misma letra no difieren entre sí (Tukey. $P < 0,05$).

ns No significativo

** Significativo al 1 %

Cuadro 5. Valores promedios de longitud y diámetro de frutos en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Tratamientos			Longitud de frutos (cm)	Diámetro de frutos (cm)
#	Bioestimulantes	Dosis / ha		
1	ZumSil	100 ml	10,73 a	5,77 A
2	ZumSil	150 ml	11,10 a	4,91 B
3	Vitazyme	500 ml	11,48 a	5,71 A
4	Vitazyme	1.000 ml	11,01 a	5,06 B
5	Kuantum	500 ml	10,79 a	5,33 A
6	Kuantum	1.000 ml	11,11 a	6,65 A
7	Lithovit	1.000 g	11,70 a	6,40 A
8	Lithovit	1.500 g	11,03 a	4,94 B
9	Testigo	(s/bioestimulante)	10,41 b	4,87 B
Promedio			11,04	5,51
Coeficiente de variación (%)			3,30	6,73
Significancia Estadística			*	**

Valores unidos por la misma letra no difieren entre sí (Tukey. $P < 0,05$).

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

Cuadro 6. Valores promedios de rendimiento en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Tratamientos			Rendimiento (kg/ha)
#	Bioestimulantes	Dosis / ha	
1	ZumSil	100 ml	28.483,90 A
2	ZumSil	150 ml	24.843,37 B
3	Vitazyme	500 ml	30.761,47 A
4	Vitazyme	1.000 ml	29.604,77 A
5	Kuantum	500 ml	31.222,94 A
6	Kuantum	1.000 ml	35.754,59 A
7	Lithovit	1.000 g	34.963,58 A
8	Lithovit	1.500 g	32.348,84 A
9	Testigo	(s/bioestimulante)	25.742,30 B
Promedio			30.413,97
Coeficiente de variación (%)			8,54
Significancia Estadística			**

Valores unidos por la misma letra no difieren entre sí (Tukey. $P < 0,05$).

** Significativo al 1 %

Cuadro 7. Análisis económico en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Tratamientos			Rendimiento (kg/ha)	Venta (USD)	Costo (USD)	Beneficio (USD)	Utilidad (%)
#	Bioestimulantes	Dosis / ha					
1	ZumSil	100 ml	28.484	11.394	3.441	7.952	231
2	ZumSil	150 ml	24.843	9.937	3.562	6.375	179
3	Vitazyme	500 ml	30.761	12.305	3.299	9.006	273
4	Vitazyme	1.000 ml	29.605	11.842	3.397	8.445	249
5	Kuantum	500 ml	31.223	12.489	3.308	9.181	278
6	Kuantum	1.000 ml	35.755	14.302	3.416	10.886	319
7	Lithovit	1.000 g	34.964	13.985	3.415	10.570	309
8	Lithovit	1.500 g	32.349	12.940	3.523	9.416	267
9	Testigo	(s/bioest)	25.742	10.297	3.200	7.097	222

Precio pimiento (\$/kg)= 0,40 USD. Feb-2011

V. DISCUSIÓN

La presente investigación determinó el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento a la aplicación de bioestimulantes en condiciones de campo abierto comparado con un tratamiento testigo sin bioestimulante. Con los resultados obtenidos se puede deducir que los tratamientos difirieron significativamente en cada una de las variables evaluadas.

Al evaluar el efecto de los bioestimulantes comparado con el testigo en las variables: altura de planta, número de hojas antes del primer botón floral, número de frutos por planta y longitud de frutos; el mejor promedio lo alcanzó el bioestimulante Lithovit en dosis de 1.000 g/ha. Estos resultados podrían atribuirse según Mundo Verde (2010), a que las propiedades del producto es nutrir a la planta como bioestimulante y fertilizante foliar, ya que el compuesto a base de partículas nanonizadas de CO₂, son absorbidas inmediatamente a través de los estomas y transformadas en dióxido de carbono lo cual permite a las plantas aumentar considerablemente la tasa fotosintética hasta en un 22 %, el resultado pudo darse en el aumento en el rendimiento energético, los micronutrientes y los oligoelementos contenidos adicionalmente en el producto, que fisiológicamente son relevantes para las plantas y que pudieron aumentar la capacidad de resistencia, el crecimiento, la vitalidad del cultivo y por ende la calidad de la cosecha. Al referirnos a las dosis más efectiva coincide con la recomendación emitida en el producto que es de 1000 g/ha, esto podría atribuirse que es el punto de equilibrio donde el producto alcanza su mayor efecto fisiológico en las plantas (EDIFARM, 2010).

Al valorar la altura de inserción de la primera horqueta y el ciclo de vida no se observó significancia estadística alguna en comparación con el testigo, Estos resultados obtenidos permiten suponer que los bioestimulantes no presentaron ningún efecto en estos indicadores.

Los valores promedios de diámetro de frutos y rendimiento por hectárea comparado con el testigo determinaron que el bioestimulante Kuantum en dosis de 1.000 ml/ha obtuvo el mayor valor. Analizando estos resultados según SUMMER ZONE (2010), las características del producto Kuantum al poseer compuestos a base b-Oligosacaridos permiten actuar en procesos de biocatalización del metabolismo enzimático, esto hace que las plantas compensen biomasa vegetal y corrijan el metabolismo sistémico, además actúa como integrador nutricional integral, autorregulador natural fisiológico, inductor natural de la resistencia sistémica adquirida, atenuador de estrés biótico o abiótico, activador y compensador fotónico y regulador de la asimilación citológica mineral. Bajo tales condiciones podría atribuirse que los ingredientes activos de Kuantum indujeron metabólicamente al vegetal para cubrir la carencia, que finalmente se expresó, en la formación de biomasa que fue lo representativo en estos caracteres de diámetro de frutos y rendimiento. La dosis efectiva alcanzada de Kuantum con 1.000 ml/ha, está dentro de lo relacionado con las recomendaciones comerciales del producto 1cc/l equivalente a 800 ml/ha, lo que supone el punto de equilibrio en lograr los efectos fisiológicos deseados por el producto (EDIFARM, 2010). Al valorar los efectos inferiores del bioestimulante ZumSil en la dosis de 150 ml/ha frente al testigo, se podría atribuir que de acuerdo a la dosis establecida por Mundo Verde (2010) que son de 100 a 150 ml/ha el producto mantiene su punto de equilibrio sobre la fisiología del cultivo en dosis inferiores de 150 ml y en frecuencias de aplicación entre 15 a 20 días lo que significa que dosis superiores podrían ocasionar efectos negativos en el comportamiento agronómico del cultivo.

Realizado el análisis económico en correspondencia de la producción obtenida y la venta de acuerdo a sus rendimientos en sus categorías se determinó que el tratamiento del bioestimulante Kuantum en dosis de 1.000 ml/ha obtuvo la mayor utilidad económicas con una relación costo beneficio muy superior al rendimiento obtenido con los otros tratamientos. Esto demuestra que es elemental el uso de este tipo de bioestimulantes como parte del manejo nutricional del cultivo de pimiento.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se delinear las siguientes conclusiones:

1. Los bioestimulantes de mayor influencia fueron: Lithovit como estimulante de desarrollo vegetativo y Kuantum como estimulante de producción.
2. La dosis más apropiada de bioestimulantes en el comportamiento agronómico es de 1000 g/ha en Lithovit y 1.000 ml/ha en Kuantum, obteniendo más eficiencia productiva sobre el testigo.
3. Con el tratamiento Kuantum en dosis de 1.000 ml/ha se obtuvo mayor utilidad económica de 319 %, superior al tratamiento Testigo que alcanzó un 222 %.
4. El bioestimulante ZumSil en la dosis de 150 ml/ha no presentó ningún efecto fisiológico comparado frente al testigo.

Analizada las conclusiones, se recomienda:

1. Utilizar los Bioestimulantes Lithovit y Kuantum en dosis de 1000 g-ml/ha respectivamente como parte del manejo nutricional bioestimulante del cultivo de pimiento para lograr un mayor rendimiento económico.
2. Continuar con la investigación, aplicando programas de fertilización química y orgánica.

VII. RESUMEN

La presente investigación estudió el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento variedad Cacique a la aplicación de bioestimulantes, en la zona Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, cuya ubicación geográfica se encuentra: latitud 0° 33' 33" norte y longitud 78° 21 '66" oeste y a una altura 2.387 msnm, con el objetivo de evaluar el bioestimulante foliar de mayor influencia en el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento, identificar la dosis apropiada de bioestimulante en el crecimiento y producción del cultivo y analizar económicamente los tratamientos.

El diseño que se utilizó fue el de Bloques Completo al azar (DBCA), con tres repeticiones y 9 tratamientos, con un total de 27 unidades experimentales. El área total experimental contó con 874,00 m², cada parcela fue de 20 m² y un área útil de 7,20 m², la separación entre repeticiones y parcelas fue de 1 m.

Se evaluaron las variables: altura de la planta a los 30; 60 y 90 días después del trasplante, altura de inserción de la primera horqueta, número de hojas antes del primer botón floral, ciclo de vida, números de frutos totales por planta, longitud y diámetro de frutos y rendimiento. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Según los resultados experimentales se determinó lo siguiente: Los bioestimulantes de mayor influencia fueron: Lithovit como estimulante de desarrollo vegetativo y Kuantum como estimulante de producción, la dosis más apropiada de bioestimulantes en el comportamiento agronómico es de 1000 g/ha en Lithovit y 1.000 ml/ha en Kuantum, obteniendo más eficiencia productiva sobre el testigo, con el tratamiento Kuantum en dosis de 1.000 ml/ha se obtuvo mayor utilidad económica de 319 %, superior al tratamiento Testigo que alcanzó un 222% y el bioestimulante ZumSil en la dosis de 150 ml/ha no presentó ningún efecto fisiológico comparado frente al testigo.

SUMMARY

This survey was addressed to the task of studying agronomic performance of the sweet pepper crop *Capsicum annuum*, Cacique Variety. Four bio-stimulants were applied via foliar pump-pulverizing on the leaves of plants. The land parcel was located in the zone of Chaltura, Imbabura Province, 78° 21' 66" W; 0° 33' 33" N, at an elevation of 2,387 m.a.s.l. Main objectives included finding the bio-stimulant that best boosted the plant growth and yield, and identifying its proper dose, as well as its economical analysis. A Completely Randomized Block Design (CRBD) was used –with three replications, nine treatments, and a total of twenty seven experimental units. A total area of 874 m² was covered, where each plot had 20 m² with a useful area of 7.20 m². The corridor between plots and replicates was 1 m wide. The variables to be considered were Plant Height, at 30, 60, and 90 days after transplantation, Insertion of the First Fork Height, Number of Leaves, before de first flower bud, Life Cycle, Total Fruit Number per Plant, Fruit Length and Diameter, and Yield. Analysis of Variance, including the Tuckey Test at 5%, was applied. Results showed that the most influential bio-stimulants were Lithovit, on vegetal growth, and Kuantum, on yield. The most appropriate doses of bio-stimulants on agronomic performance were 1,000 g/ha of Lithovit and 1,000 ml/ha of Kuantum, from which a better economical benefit was also obtained –almost a 319 %, in savings. The bio-stimulant ZumSil, with a dose of 150 ml/ha, did not produce any physiological effect when compared to the plant control. To use bio-stimulants to grow plants of economical interest is highly recommendable for avoiding environment hazard. We suggest to continue researching on contrastive analysis using different types of fertilizers and bio-stimulants.

VIII. LITERATURA CITADA

Almácigos. 2010. El cultivo de pimiento, (en línea). Consultado: 19/10/2010.

Disponible en: <http://www.almacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DEE%20PIMTENTO.pdf>

Bietti, S. y Orlando J. 2003. Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos, (en línea). Consultado: 20/09/ 2010. Disponible: <http://www.triavet.com.ar./insumos.htm>.

Calmet, A. 2003. Efectos de la aplicación de Delfín y Ruter AA en plantas anuales de flores, (en línea). Consultado: 20/10/2010. Disponible en: <http://www.fertitec.com>.

Epshtein, E. 1999. El silicio en los organismos vivos, (en línea). Consultado:

27/10/2010. Disponible en:

http://www.scie1o.org.ve/scielo.php7picHS0378-18442007000800004&script=sci_arttext

Horneman. 2002. The Sea Plant Handbook. (en línea). Consultado: 15/10/2010.

Disponible en: Página Web <http://www.surialink.com>.

INFOAGRO. 2010. El cultivo de pimiento, (en línea). Consultado: 21/10/2010.

Disponible: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

Jensen, W y Salisbury, F. 1994. Botánica. Primera edición español. Ed. McGRAW-HILL, S.A. México. 762 p.

Jiménez, B y Aquino, A. 2006. Efecto de Bioestimulante y Mesoelementos en el tamaño del tubérculo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). Tesis de grado. IPL. San Cristóbal, RD. Pas. 13-15.

Maneveldt, G y Frans, R. 2003. Of Sea-fan Kelp and Bladder Kelp. (en línea). Consultado: 22/10/2010. Página Web <http://www.botany.ivwc.ac.7a>.

Mundo Verde. 2010. Soluciones orgánicas, (en línea). Consultado: 25/10/2010. Disponible en: <http://www.mundoverde.com.ee/>

Pitty, A. 2000. Control de malezas. Reguladores de crecimiento. Editora Zamorano. Honduras. Páginas: 1-13.

Rojas, M y Ramírez, H. 1987. Control hormonal del desarrollo de las planta. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 p.

Salisbury, F y Cleon, R. 2000. Fisiología de las plantas, Thomson Editores Sapain, la edición, Madrid, España; Cap. 17. Pág. 567.

SUMMER ZONE. 2010. Catalogo de productos para la agricultura. (en línea). Consultado: 25/10/2010. Disponible en; <http://wvAv.orgánicosecuador.com/>

Valencia, M. 2009. El cultivo del pimiento. (en línea). Consultado: 12 de mayo de 2011. Disponible en: <http://www.tecnicosdecultivo.es/pimiento.pdf>

Villee, C. 1992. Biología. Séptima edición. Ed. McGRAW-HILL. México. 875 p.

Waterkeyn, V. Matichenkov V. 1982, El silicio la revolución en la agricultura, (en línea). Consultado: 26/10/2010. Disponible en: http://www.cqjasa.cl/estudios/Publicreportaje_ZumSIL.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medio y su significancia estadística de los valores promedios de las variables

Cuadro 8. Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable altura de planta a los 30-60 y 90 días después del trasplante en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Factor de varianza	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística de altura de planta					
		30 ddt		60 ddt		90 ddt	
Total	26						
Repeticiones	2	1,10	ns	6,03	ns	19,52	*
Tratamientos	8	1,43	**	7,94	*	14,74	*
Error	16	0,33		2,36		4,32	

ddt Días después del trasplante

ns No significativo

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

Cuadro 9. Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable altura de inserción de la primera horqueta, número de hojas antes del primer botón floral y ciclo de vida en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Factor de varianza	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística de:					
		Altura de inserción de la primera horqueta		Número de hojas antes del primer botón floral		Ciclo de vida	
Total	26						
Repeticiones	2	8,87	*	8,27	ns	217,15	*
Tratamientos	8	1,22	ns	52,39	**	38,36	ns
Error	16	1,58		7,57		36,36	

ns No significativo

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

Cuadro 10. Cuadrados medios y su significancia estadística de las variables número de frutos por planta, longitud de frutos y diámetro de frutos en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

Factor de varianza	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística de:		
		Número de frutos totales por planta	Longitud de frutos	Diámetro de frutos
Total	26			
Repeticiones	2	35,66 *	1,18 **	0,03 ns
Tratamientos	8	75,90 **	0,45 *	1,33 **
Error	16	6,71	0,13	0,14

ns No significativo
 * Significativo al 5 %
 ** Significativo al 1 %

Cuadro 11. Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable rendimiento por hectárea en el estudio "Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique en la zona de Chaltura provincia de Imbabura. FACIAG, UTB. 2011"

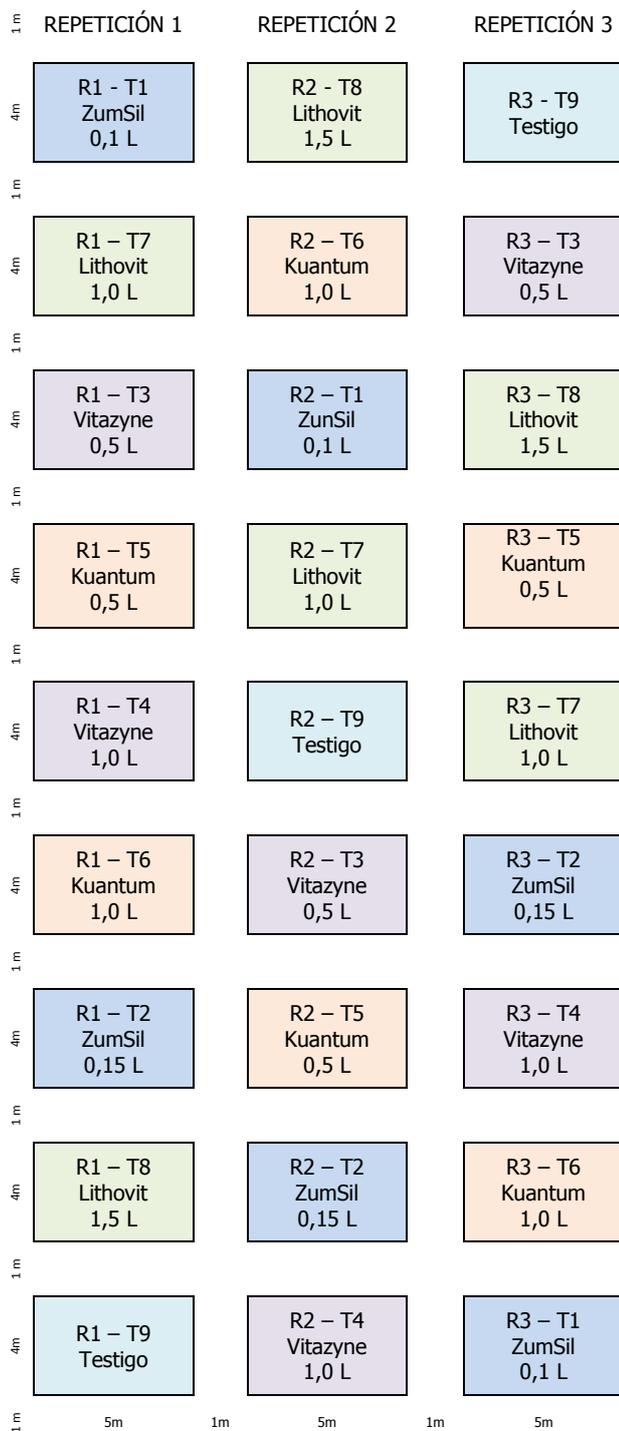
Factor de varianza	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística de rendimiento por hectárea
Total	26	
Repeticiones	2	27871416,09 *
Tratamientos	8	41616028,25 **
Error	16	6740266,03

* Significativo al 5 %
 ** Significativo al 1 %

Anexo 2. Cronograma de actividades desarrolladas en la experimentación.

No.	ACTIVIDADES	MESES							
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
1	Presentación del anteproyecto	■							
2	Aprobación del anteproyecto	■							
3	Presentación proyecto	■							
4	Aprobación del proyecto		■						
5	Defensa proyecto		■						
6	Preparación del campo experimental		■						
7	Análisis del suelo		■						
8	Semillero		■						
9	Replanteo del ensayo		■						
10	Trasplante			■					
11	Manejo del cultivo			■	■	■	■		
12	Aplicación de los bioestimulantes			■	■	■	■		
13	Toma de datos				■	■	■		
14	Tabulación de datos						■		
15	Análisis de los resultados						■		
16	Elaboración documentos de tesis					■	■		
17	Defensa de la tesis							■	

Anexo 3. Diseño parcela experimental.



Anexo 4. Fotos



1. Preparación de suelo



2. Delimitación de parcelas



3. Plántulas de pimiento



4. Trasplante



5. Instalación riego por goteo



6. Aplicación Bioestimulantes



7. Visita asesor



8. Toma de datos altura de planta



9. Planta en etapa de desarrollo



10. Área experimental



11. Cultivo a los 60 días



12. Cultivo 90 días después del trasplante



13. Inicio de formación de frutos



14. Primeros frutos



15. Variable longitud de frutos



16. Variable diámetro de frutos