

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE
PEPINILLO (*Cucumis sativum L.*) A NIVELES DE EXTRACTOS
HÚMICOS VÍA FOLIAR EN EL CEA III – LOS PICHONES EN LA
LOCALIDAD DE TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. MILBER CHOQUEHUANCA PERCA

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PEPINILLO
(*Cucumis sativum* L.) A NIVELES DE EXTRACTOS HÚMICOS VÍA FOLIAR
EN EL CEA III – LOS PICHONES EN LA LOCALIDAD DE TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 31 DE OCTUBRE DEL 2013,
ESTANDO INTEGRADO EL JURADO CALIFICADOR POR:

PRESIDENTE


MSc. Magno Santos Robles Tello

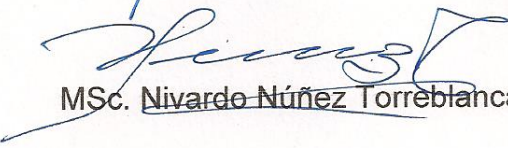
SECRETARIO


MSc. Nelly Arévalo Solsol

MIEMBRO


Ph.D. Oscar Octavio Fernández Cutire

ASESOR


MSc. Nivardo Núñez Torreblanca

INDICE GENERAL

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. EL PEPINILLO – ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	3
1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA DEL PEPINILLO	3
1.3. CARACTERÍSTICAS DEL PEPINILLO	4
1.4. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS DEL PEPINILLO	6
1.5. VARIEDADES DE PEPINILLO	8
1.6. FERTILIZACIÓN FOLIAR DE LOS CULTIVOS	9
1.7. LOS EXTRACTOS HÚMICOS	18
1.8. ACCIÓN FOLIAR DE LOS SUSTANCIAS HÚMICAS	24
1.9. BIOSOL NEW 84	27
II. MATERIALES Y MÉTODOS	30
2.1. GENERALIDADES	30
2.2. MATERIALES	30
2.3. METODOLOGÍA	37
III. RESULTADOS	41
DISCUSIONES	51
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54

BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Temperaturas para el crecimiento del pepinillo	6
Cuadro 02. Fuentes de Extractos Húmicos en Materias Orgánicas.	24
Cuadro 03. Composición de Biosol New.	28
Cuadro 04. Distribución de factores.	31
Cuadro 05. Características de la parcela experimental.	33
Cuadro 06. Temperaturas máximas y mínimas. Estación Meteorológica Agrícola Principal Jorge Basadre, Tacna.	36
Cuadro 07. Análisis de varianza de la longitud polar del fruto de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	41
Cuadro 08. Análisis de varianza de la longitud ecuatorial del fruto de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	42
Cuadro 09. Análisis de varianza del número de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	43
Cuadro 10. Análisis de varianza de regresión del número de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	44
Cuadro 11. Prueba de significación de los coeficientes de regresión del número de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	44
Cuadro 12. Análisis de varianza de la producción de pepinillo por tratamiento, CEA III – Los Pichones 2011.	45

Cuadro 13. Análisis de varianza de regresión de la producción de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	46
Cuadro 14. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de producción de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	47
Cuadro 15. Análisis de varianza del peso de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	48
Cuadro 16. Análisis de varianza de regresión de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	49
Cuadro 17. Prueba de significación de los coeficientes de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Análisis de suelo.	34
Figura 02. Parcela experimental con tratamientos.	35

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Producción de pepinillo (kg/ha).	58
Anexo 02. Número de Frutos por planta de pepinillo.	58
Anexo 03. Peso de frutos por planta de pepinillo (g).	59
Anexo 04. Longitud polar del fruto de pepinillo (cm).	59
Anexo 05. Longitud ecuatorial del fruto de pepinillo (cm).	60
Anexo 06. Panel fotográfico.	60

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Influencia en el rendimiento de dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativum* L.) a niveles de extractos húmicos vía foliar en el CEA III – Los Pichones en la localidad de Tacna” se llevó a cabo en el CEA III “Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, teniendo como objetivo: Establecer la influencia de los extractos húmicos en el rendimiento de dos variedades de pepinillo, determinando la variedad de mejor respuesta a la aplicación de los extractos húmicos y la concentración que permite los mayores rendimientos en el pepinillo.

El experimento se realizó durante los meses desde noviembre del 2010 hasta enero del 2011. El diseño experimental utilizado fue el Completamente Aleatorio con Arreglo Factorial de 2 x 4 con cuatro repeticiones, donde se evaluaron cuatro dosis de extractos húmicos (0 kg; 0,25 kg; 0,50 kg; 1,00 kg de extractos húmicos en 200 l), aplicados a dos variedades de pepinillo (General Lee y Exocet).

Las variables respuesta evaluadas fueron número de frutos por planta, longitud polar y ecuatorial del fruto, rendimiento por planta y rendimiento total.

Los resultados finales indican que la longitud polar y ecuatorial del pepinillo no es afectada por la aplicación de extractos húmicos.

El número de frutos por planta, rendimiento por planta y rendimiento total es afectada positivamente por la aplicación de extractos húmicos, estableciéndose que una dosis de 0,32 kg/200 l, también se observó que a mayores dosis el efecto es negativo hacia decreciendo el rendimiento y producción.

INTRODUCCIÓN

El pepinillo es una cucurbitácea de mediana importancia en la agricultura de Tacna y por estos días está empezando a surgir como un producto de exportación, incrementándose su área de cultivo de exportación a 9 ha y en aumento durante estos dos últimos años según lo afirma el SENASA, siendo la variedad Exocet la preferida por los agricultores para exportar al mercado chileno (Arce, 2010). Es por ello que ahora los agricultores tienden a emplear variedades nuevas precoces y de crecimiento acelerado lo cual supone que las plantas deben de tener una alta nutrición que permite al agricultor obtener del cultivo altos rendimientos, en muchos casos esto se consigue con dosis altas de fertilizantes químicos que vuelven disponibles los nutrientes y se encuentren en capacidad de absorberse.

Las variedades de pepinillo poseen la característica de ser de crecimiento rápido y de alta precocidad lo cual genera una constante absorción de nutrientes del suelo, por ello la presencia y disponibilidad de éstos es de vital importancia en el crecimiento del pepinillo y que bajo las condiciones de la localidad de Tacna, ya sea por sus características medioambientales, su calidad de agua y/o su calidad de suelo no generan un medio ideal para el cultivo, careciendo de estos nutrientes o de baja disponibilidad de otros.

OBJETIVOS GENERALES

- Establecer la influencia de los extractos húmicos en la producción de dos variedades de pepinillo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la variedad de mejor respuesta a la aplicación de los extractos húmicos.
- Determinar la concentración que permite las mayores producciones en el pepinillo.

HIPÓTESIS

- Los extractos húmicos aplicados en el cultivo influenciarán en la producción del pepinillo de acuerdo a la dosis empleada.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. EL PEPINILLO – ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El pepinillo (*Cucumis sativus* L.) es nativo de Asia y África (India), siendo utilizado para la alimentación humana desde hace 3000 años por lo menos. Fue introducido a China en el año 100 a.C. y posteriormente a Francia en el siglo IX. En Inglaterra era común en 1327, siendo llevado después a Estados Unidos (Bioextracto, 2009).

Sus frutos poseen usos variados dependiendo de la especie en cuestión, se consumen en fresco (*Cucumis sativus*), también sirven para preparar pickles o encurtidos (*Cucumis anguria*) y también sirven como purgante (*Cucumis prophetarum*) (Bioextracto, 2009).

1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL PEPINILLO

Reino : Plantae

Subreino : Antophyta

División : Angiospermae

Clase : Dicotiledoneae

Orden : Cucurbitales

Familia : Cucurbitaceae

Género : Cucumis

Especie : *Cucumis sativus*

Nombre Vulgar : Pepinillo

Fuente: (CONABIO, 2007)

1.3. CARACTERÍSTICAS DEL PEPINILLO

a. Características Botánicas

Respecto al pepino, Alvarez menciona que es una planta herbácea anual, trepadora de tronco ampliamente ramificado que alcanza normalmente un par de metros.

Sus hojas son alternas alrededor de las ramas y en la parte opuesta posee zarcillos. Las hojas presentan un peciolo largo y son de forma palmado lobuladas, divididas en cinco a siete lóbulos, de los cuales el central es siempre más grande y están cubiertas de vellosidades rígidas negras o blancas.

Existen flores masculinas y femeninas, las primeras suelen agruparse de tres, cuatro o más sobre un pedúnculo largo, mientras que las femeninas son solitarias y se encuentran dispuestas sobre un pedúnculo corto. Su cáliz es vellosa y terminado en cinco dientes; su corola es de color amarillo dorado y se divide en cinco segmentos.

El fruto es muy variable; es de forma alargada y oblonga y puede estar más o menos cubierto de tubérculos espiniscentes. Su color varía de blanco a verde oscuro y se torna amarillo cuando madura. En su pulpa están contenidas numerosas semillas de forma oblonga y comprimida.

b. Componentes Principales

En Bioextracto, se indica que entre los principales compuestos encontrados en el fruto del pepino destacan los siguientes:

- **Glúcidos:** particularmente sacarosa.
- **Prótidos:** Representados por aminoácidos como la arginina y enzimas como carboxilasa y diastasa.
- **Lípidos:** presentes en las semillas.
- **Minerales:** principalmente cobre, hierro, iodo, magnesio y zinc.
- **Ácidos orgánicos,** incluyendo ácido ascórbico (vitamina C).
- **Terpenoides:** específicamente carotenoides (caroteno) y trazas de cucurbitacinas.
- **Vitaminas del complejo B:** tiamina (B1) y adenina (B4).
- **Trigonelina.**
- **Trazas de aceite esencial.**

1.4. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS DEL PEPINILLO

- a. Respecto a la temperatura el pepinillo es menos exigente en calor que el melón, pero más que el calabacín (Infoagro, 2003).

Cuadro 01. Temperaturas para el crecimiento del pepinillo.

ETAPA DE DESARROLLO	TEMPERATURA	
	DIURNA	NOCTURNA
Germinación	27	27
Formación de Planta	21	19
Desarrollo del Fruto	19	16

Fuente: Infoagro.

- b. El pepinillo es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente (Infoagro, 2003).

Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas. Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más

tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie (Infoagro, 2003).

- c.** Para la luminosidad el pepinillo es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (Infoagro, 2003).
- d.** El pepinillo puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. El pH óptimo oscila entre 5,5 y 7 (Infoagro, 2003) (Navarrete Ganchozo, 2005).

1.5. VARIEDADES DE PEPINILLO

a. General Lee

Pepino Híbrido de 66 días, fruto de 8,5 pulgadas de un uniforme color verde oscuro. Predominantemente ginoico, híbrido de grandes rendimientos. Buena resistencia a oídium, mildiu, sarna y el virus del mosaico del pepinillo (Enterprises, 2006).

Días a la Germinación: 7 – 14

Temperatura Óptima de Germinación: 21 °C

Profundidad de Siembra: 1,25 a 2 cm

Espaciamiento Entre Líneas: 1,20 mm

Espaciamiento Entre Golpes: 50 cm

Luminosidad: Pleno Sol

b. Exocet

Estas semillas presentan las siguientes características (Sudamericana, 2003):

- Pepino híbrido, del tipo americano, planta ginoica (sólo poseen flores femeninas), recomendado para invernadero y aire libre.
- Resistente a CMV, S, DM, PM, ALS, A, WMV, ZYMV, SC (multivirus).

- Planta de gran vigor, con buena cobertura foliar, muy precoz (55 a 65 días según zona y fecha de trasplante).
- Presenta frutos de gran tamaño, color verde oscuro, firmeza (cavidad de semilla muy pequeña), lo que le otorga una excelente postcosecha lo que hace resistir el transporte.
- Presenta una muy alta producción, 2 a 3 veces más que otras variedades, por lo que se adapta bien a cultivos tecnificados.

1.6. FERTILIZACIÓN FOLIAR DE LOS CULTIVOS

La fertilización foliar es el principio de aplicación de nutrimentos a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son los órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta. La fertilización foliar es una excelente alternativa para aplicar micronutrientes, los cuales son requeridos en cantidades muy pequeñas por las plantas. También puede servir de complemento para el suministro de elementos mayores durante ciertos periodos definidos de crecimiento de la planta, aunque en este caso la aspersion foliar no puede sustituir la fertilización al suelo como sucede con los micronutrientes. En algunos cultivos, la fertilización foliar causa efectos adicionales, tales como el incremento en la eficiencia fotosintética, cambios en la fisiología de la planta, disminución

de la senescencia y prolongación de la capacidad fotosintética de la hoja (Molina, 2008).

a. Objetivos de la Fertilización Foliar (Molina, 2008)

Corregir en forma rápida deficiencias nutritivas.

Superar la falta de habilidad de las raíces para absorber los nutrimentos necesarios para su normal crecimiento

Suministrar los nutrimentos adecuados para la producción de frutos y semillas

Disminuir pérdidas en el suelo por fijación y lixiviación

b. Mecanismos de la Absorción Foliar

La hoja es el órgano principal de absorción foliar de nutrientes, de ahí la importancia de conocer su estructura. La hoja presenta una cutícula (membrana lipoidal), que es un obstáculo para la absorción. Debajo de la cutícula se encuentran las células de la epidermis, cubiertas por una delgada capa de pectina. La absorción de nutrientes a través de la hoja es un proceso de múltiples pasos, e involucra la absorción superficial, penetración pasiva a través de la cutícula, y absorción activa por las células de las hojas debajo de la cutícula (Molina, 2008).

La cutícula foliar es más permeable a los cationes que a los aniones. La hidratación de la cutícula permite que ésta se expanda, apartando las concreciones cerosas sobre su superficie y facilitando con ello la penetración (Molina, 2008).

Una vez que los nutrientes pasan la cutícula, se encuentran con las membranas celulares de la epidermis, que presentan prolongaciones plasmáticas o ectocitodos, antiguamente llamados ectodesmos. Los ectocitodos son espacios interfibrilares que aparecen en las paredes celulares que rodean espacios llenos de aire. Los ectocitodos forman un continuo que se extiende desde la parte externa de las membranas celulares hasta el límite interno de la cutícula, sin penetrar en ella. Su función principal es la de servir de vía para la excreción de sustancias, a la vez que permiten el paso de productos al exterior. Cuando los nutrimentos se encuentran en los ectocitodos, son translocados a las células epidérmicas por un proceso complejo de difusión y mediante gasto de energía metabólica. Un número alto de ectocitodos, una cutícula delgada y una gran área superficial, favorecen la penetración de nutrimentos vía foliar (Molina, 2008).

Los agentes humectantes favorecen la absorción porque disminuyen la tensión superficial de las gotas. Los agentes tensoactivos pueden

desplazar el aire que se encuentra en los estomas permitiendo la entrada de los nutrientes (Molina, 2008).

c. Fuentes de Fertilizantes Foliares

Las características principales que debe tener una fuente para el abonamiento foliar es que sea muy soluble en agua y que no cause efecto fitotóxico al follaje (Molina, 2008).

Las fuentes de fertilizantes foliares se pueden dividir en dos grandes categorías: sales minerales inorgánicas, y quelatos naturales y sintéticos, que incluye complejos naturales orgánicos. Estas fuentes se formulan en polvos o cristales finos de alta solubilidad en agua, y en presentaciones líquidas (Molina, 2008).

d. Quelatos

Los quelatos son sustancias que forman parte de muchos procesos biológicos esenciales en la fisiología de las plantas, como por ejemplo en el transporte de oxígeno y en la fotosíntesis. Muchas de las enzimas catalizadoras de reacciones químicas son quelatos. Otros ejemplos de quelatos biológicos naturales incluyen a la clorofila y la vitamina B 12 (Hsu, 1986).

Un quelato es un compuesto orgánico de origen natural o sintético, que puede combinarse con un catión metálico y lo acompleja, formando una

estructura heterocíclica. Los cationes metálicos son ligados en el centro de la molécula, perdiendo sus características iónicas (Hsu, 1986).

El quelato protege al catión de otras reacciones químicas como oxidación-reducción, inmovilización, precipitación, etc. El proceso de quelación de un catión neutraliza la carga positiva de los metales permitiendo que el complejo formado quede prácticamente de carga 0. Esto es una ventaja para facilitar la penetración de iones a través de la cutícula foliar cargada negativamente, y de esta forma no hay interferencia en la absorción por efecto de repulsión o atracción de cargas eléctricas. De esta forma los quelatos pueden ser absorbidos y translocados más rápidamente que las sales debido a su estructura que los hace prácticamente de carga neta 0. Esta mayor velocidad de absorción a través de la cutícula constituye una ventaja comparativa con relación a las fuentes de sales porque hay menor riesgo de pérdida del nutrimento por lavado y aumenta la eficiencia para la corrección de deficiencias (Hsu, 1986).

Sin embargo, su costo es más alto que las sales y la concentración de nutrimentos es más baja, debido a que los agentes quelatantes tienen una capacidad limitada para acomplejar cationes (Hsu, 1986).

Los quelatos pueden ser utilizados en aplicaciones foliares y al suelo. Todo catión polivalente es capaz de formar quelatos. La estabilidad de los

quelatos difiere con el catión metálico: **Fe > Cu > Zn > Mn > Ca > Mg**. Los agentes quelatantes también difieren en su habilidad para combinarse con un catión metálico (Hsu, 1986).

La fuerza con que el catión es acomplejado por el agente quelatante puede afectar su disponibilidad para la planta. Los fertilizantes quelatados pueden ser fabricados mediante reacción química del catión metálico y el agente quelatante, o formulados mediante una mezcla física de la fuente del nutrimento y el producto acomplejante. Durante el proceso de formulación de los quelatos, los iones metálicos son incorporados dentro de la estructura del agente quelatante en forma de sales solubles, para asegurar la disponibilidad del elemento y que el producto tenga una alta solubilidad en agua que facilite su aplicación en aspersión foliar (Hsu, 1986).

Los quelatos son formulados para suplir nutrimentos individuales o combinados. Es común encontrar formulaciones que contienen varios nutrimentos, a menudo incluyendo todos los micronutrientes y algunos elementos mayores como N, Ca, Mg y S. Estas fórmulas completas se les conocen como “multiminerales” (Hsu, 1986).

Los quelatos para utilización en fertilizantes foliares pueden dividirse en tres categorías: sintéticos, orgánicos de cadena corta, y orgánicos naturales (Hsu, 1986).

Los **quelatos sintéticos** usualmente tienen una alta estabilidad. Uno de los primeros agentes sintéticos utilizados en fertilización foliar fue el EDTA (Ácido etilendiaminotetracético). El EDTA es un agente muy versátil que forma complejos con metales catiónicos de gran estabilidad. Es muy utilizado en la industria química y alimenticia, como componente de jabones, para retener el color de frutas enlatadas, y retener el sabor de salsas y mayonesas, etc (Hsu, 1986).

Los agentes quelatantes más fuertes, tales como el EDTA, son usados también en aplicaciones al suelo, ya que su alta estabilidad impide que el catión metálico se pierda fácilmente. El EDTA es uno de los agentes quelatantes de mayor uso en la industria de fertilizantes foliares. Otros quelatos sintéticos incluyen el DTPA y EDDHA. La mayoría de los quelatos sintéticos se utilizan para acomplejar micronutrientes (Hsu, 1986).

e. Aminoácidos en Fertilizantes Foliares

Todos los seres vivos necesitan aminoácidos como unidades estructurales fundamentales para la formación de proteínas, enzimas y

materiales de partida para la síntesis de otras sustancias esenciales. Hasta hace unos años, la única forma de promover la formación de aminoácidos en las plantas era de forma indirecta y sólo a través del sistema radicular: por medio de la adición de fertilizantes inorgánicos, el nitrógeno pasa a la solución del suelo y de aquí es absorbido por las raíces y transformado en aminoácidos. Este proceso exige a la planta un consumo energético muy alto, que podría ser aprovechado en otros procesos biológicos (Malavolta, 1990).

En la actualidad, está demostrado que la aplicación al suelo o foliar de aminoácidos tiene un efecto muy favorable sobre la nutrición de los cultivos, ya que se le suministran los eslabones fundamentales para la formación de las macromoléculas biológicas, sin necesidad de pasos intermedios para la síntesis (Malavolta, 1990).

Al final de la década de 1970 surgió la alternativa de la fertilización directa de las plantas con aminoácidos libres. Este método evitaría la transformación química del nitrógeno nítrico y amónico dentro de la planta en aminoácidos y por tanto llevaría a ésta a un importante ahorro energético que le ayudaría a superar, tanto situaciones de estrés como para fomentar su crecimiento y desarrollo (Malavolta, 1990).

También se sabe que los aminoácidos están íntimamente relacionados con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Algunas hormonas vegetales se encuentran unidas a aminoácidos o proceden de la transformación de éstos, lo que indica el importante papel que puede tener la aplicación de aminoácidos libres como fertilizantes (Malavolta, 1990).

f. Modo de Acción de Aminoácidos y Carbohidratos

El principio básico que utiliza esta tecnología para la fabricación de fertilizantes foliares es la formación de proteínas hidrolizadas en las que se incorporan los nutrimentos catiónicos como Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn y Mn. Estos minerales quedan suspendidos entre dos aminoácidos que conforman los grupos donadores y uno de ellos, generalmente un grupo amino (NH_2), forma un enlace covalente complejo, mientras el otro grupo carboxílico (COOH) forma un enlace iónico. De esta forma los iones metálicos quedan acomplejados dentro de la estructura formando un quelato orgánico. La carga iónica del metal es neutralizada por los aminoácidos en forma similar como ocurre con los quelatos sintéticos. Esto evita que el metal sea sometido a fuerzas de repulsión o atracción por las cargas negativas de la cutícula foliar facilitando la absorción. La mayoría de los quelatos de aminoácidos son de bajo peso molecular, lo que en teoría favorecería también la entrada del quelato a través de la

cutícula, las paredes celulares y las membranas celulares (Malavolta, 1990).

Una de las ventajas más reconocidas de los aminoácidos es su rápida absorción, que en algunos casos oscila entre 1-3 horas para completar el 50 % de absorción (Malavolta, 1990).

Otro principio que utiliza esta tecnología es que la planta recibe aminoácidos biológicamente activos de rápida absorción y translocación, lo cual reduce el gasto de energía metabólica por parte de la planta en la síntesis de proteínas. También se le atribuyen propiedades bioestimulantes en el crecimiento vegetal (Malavolta, 1990).

Los quelatos de aminoácidos y de carbohidratos son de más rápida absorción que los quelatos de EDTA. Los quelatos de aminoácidos tienen mayor movilidad dentro de la planta una vez que han sido absorbidos, y además poseen propiedades bioestimulantes del crecimiento vegetal (Malavolta, 1990).

1.7. LOS EXTRACTOS HÚMICOS

Los extractos húmicos son sustancias que no han sido valorados en su justa medida, hasta un óptimo desarrollo de la agricultura y la fertilización racional. En sus inicios eran menospreciados por considerarse inadecuados e innecesarios para la agricultura; hoy se conoce su

importancia y efectividad en todo tipo de condiciones medio ambientales: suelos salinos, climas secos, climas calurosos (Pro.Organicos, 2009).

Actualmente, los ácidos húmicos y fúlvicos se aplican al suelo como acondicionadores y estimulantes del crecimiento de las plantas, y gracias a su alta efectividad, son conocidos como el “oro negro de la agricultura” (Ramos Ruiz, 2000).

Estas sustancias son producto del proceso de HUMIFICACIÓN de la Materia Orgánica en descomposición. Este proceso se da de manera natural en el suelo cuando el agricultor realiza aplicaciones de cualquier fuente de materia orgánica (como guano de rumiantes, “humus” de lombriz, etc.). La obtención de Sustancias Húmicas a partir de esta aplicación toma 2-3 años, es por eso que la tendencia actual es la aplicación directa de Sustancias Húmicas para obtener de manera inmediata sus beneficios y ventajas (Ramos Ruiz, 2000).

Actualmente, las Sustancias Húmicas se aplican al suelo como acondicionadores y estimulantes del crecimiento de las plantas, y gracias a su alta efectividad, son conocidos como el “oro negro” de la agricultura (Vermicuc, 2009) (Pro.Organicos, 2009).

a. Conceptos de Ácidos Húmicos y Ácidos Fúlvicos

La materia orgánica del suelo se acostumbra a diferenciar entre sustancias húmicas y sustancias no húmicas. Las sustancias no húmicas corresponden a aquellas que se pueden englobar en algún grupo; tales como: azúcares, grasas, aminoácidos,... Mientras que las húmicas corresponden a todas aquellas no identificables con ningún grupo. Normalmente, sustancias de elevado peso molecular, marrones o negras, formadas por reacciones de síntesis secundarias. Son fácilmente oxidables y solubles en medio alcalino (Pro.Organicos, 2009).

La fracción conocida como ácidos húmicos corresponde a aquellas sustancias no solubles en agua, bajo condiciones ácidas. Mientras que los ácidos fúlvicos son la fracción soluble en agua, bajo cualquier condición de pH. La diferencia entre ellos reside en la variación del peso molecular, el número de grupos funcionales y la presencia o no, de polimerización (Pro.Organicos, 2009).

La estructura teórica de un ácido húmico, corresponde a anillos aromáticos más o menos grandes, con grupos hidroxilos y ácidos y estructuras de quinona (Pro.Organicos, 2009).

- Ac. Húmicos

Se menciona lo siguiente (Pro.Organicos, 2009):

Fracción Activa soluble en álcalis (sodas) fuertes. Se presentan como sólidos amorfos de color marrón oscuro. Esta fracción se subdivide en Ácidos Húmicos Grises y Ácidos Húmicos Pardos (los primeros insolubles en solución de Calcio).

Promueven la formación del Complejo Arcillo Húmico, aumentando de esa manera la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del Suelo y la biodisponibilidad de Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , NH_4^{+} , Fe^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} y Mn^{+2} .

Fuerte acción quelatizante, aumentando la biodisponibilidad de Fe, Zn, Mn y Cu.

Mejoran la estabilidad estructural de los agregados.

Su efecto sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo son bastante permanentes debido a la gran estabilidad de sus moléculas cíclicas.

- **Ac. Fúlvicos**

Se menciona lo siguiente (Pro.Organicos, 2009):

Fracción Activa soluble en ácidos fuertes. Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en

determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos.

Son de muy rápida asimilación por las plantas debido a sus conformaciones estructurales simples y pequeñas, actuando como bioestimulantes.

Promueven la formación del Complejo Arcillo Húmico, aumentando de esa manera la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del Suelo.

Reducen los riesgos de fitotoxicidad por exceso de metales pesados.

- **Humitas**

Se menciona lo siguiente (Pro.Organicos, 2009):

Fracción Activa no extraíble con reactivos alcalinos o huminas. Son los extractos más complejos de las Sustancias Húmicas. Poseen carga Positiva. Constituyen en sí mismas una fuente de Ácidos Húmicos, los cuales son contenidos en un inicio en su estructura molecular y son liberados gradualmente. Aumentando o mejorando la Capacidad de Intercambio Aniónico (CIA) del Suelo.

Aumentan la Capacidad de Intercambio Aniónico, mejorando la biodisponibilidad de NO^{-3} , HPO_4^{-2} y SO_4^{-2} .

Mejoran la estabilidad estructural de los agregados.

b. Efecto de las Sustancias Húmicas en las Plantas

A parte de su influencia química, física y biológica sobre las propiedades del suelo, también se ha visto que tienen auxinas, o estimulantes de la actividad de las auxinas, por lo que en efectos globales, podemos decir que las sustancias húmicas incrementan la asimilación de dióxido de carbono, la síntesis de ATP, la respiración mitocondrial e influye en la fotosíntesis (Vermicuc, 2009).

Mediante pruebas con sustancias húmicas marcadas fluorescentemente, se ha podido comprobar cómo las sustancias húmicas de un impacto más rápido son los ácidos fúlvicos, que penetran fácilmente en las plantas, mientras los húmicos (de mayor peso molecular) se mantienen en el suelo por más tiempo. Este hecho es muy importante por el modo de aplicar los extractos húmicos, ya que puede condicionar totalmente el resultado esperado; por este motivo conviene aplicar un corrector húmico con equilibrio entre ácidos fúlvicos y húmicos (Ramos Ruiz, 2000).

c. Donde Encontrar las Sustancias Húmicas

La **leonardita** es la materia prima con un mayor porcentaje de sustancias húmicas. La leonardita es una materia orgánica asociada al lignito que aún no ha culminado su proceso de evolución hacia carbón, y difiere de las turbas por su alto grado de oxidación. La principal diferencia entre la

leonardita y el resto de productos con sustancias húmicas reside en la elevada bioactividad de la leonardita a través de su estructura molecular (MACASA, 2009).

Cuadro 02. Fuentes de Extractos Húmicos en Materias Orgánicas.

Fuentes de Extractos Húmicos	Ácidos Húmicos (%)	Ácidos Fúlvicos (%)
Leonardita	40	85
Turba negra	10	40
Lignito	10	30
Estiércol	5	15
Compost	2	5
Fangos	1	5
Carbón	0	1

Fuente: MACASA.

La equivalencia de la acción de los ácidos húmicos en productos concentrados es de 1 litro de ácidos húmicos por 7-8 t de materia orgánica, o lo que es lo mismo; 1 kg por 30 t de estiércol.

1.8. ACCIÓN FOLIAR DE LOS SUSTANCIAS HÚMICAS

Se indica que los extractos húmicos en general modifican la permeabilidad de la membrana, quelatan los elementos menores y forma complejos con los elementos mayores que son aceptados por la planta como parte integral de su fisiología, asimismo se observa modificación de la estructura plasmática de las células, influyendo en los procesos

enzimáticos y formando complejos metálicos que facilitan la translocación en la planta (Ramos Ruiz, 2000).

Aunque no se desestima la aplicación de los ácidos húmicos sobre el suelo, donde las sustancias húmicas han demostrado sobradamente su acción positiva, se piensa que la vía foliar es más adecuada para que los productos demuestren sus propiedades bioactivadoras (Ramos Ruiz, 2000).

La vía foliar como método de aplicación de sustancias húmicas comienza con los trabajos de Sladky, los cuales observan, que los pesos frescos y secos del tomate, aumentan por la aplicación foliar de sustancias húmicas en dosis de 300 mg L^{-1} . Estos resultados se confirman con posteriores experiencias sobre plantas ornamentales, indicándose además, que los ácidos fúlvicos son más efectivos que los ácidos húmicos (Sladky, 1959).

Trabajando vía foliar, con dos extractos de leonardita de origen comercial, Brownell et al. encontraron aumentos en la producción de plantas de tomate (10,5%), algodón (11,2%) y vid (3-70%) (Brownell, Nordstrom, Marihart, & Jorgensen, 1987).

De la misma manera, Xudan observó que la aplicación vía foliar de ácidos fúlvicos sobre trigo aumentaban los niveles foliares de clorofila y la absorción de ^{32}P . En este mismo trabajo, cuando las plantas control eran

sometidas a estrés hídrico, sus rendimientos descendían un 30%. Sin embargo, las plantas que recibían foliarmente ácidos fúlvicos, incrementaban su rendimiento un 97% del control sin estrés hídrico. Este hecho vuelve a mostrar el efecto bioprotector de las sustancias húmicas sobre cultivos que crecen en condiciones de estrés, tal y como se ha indicado anteriormente (Xudan, 1986).

Como se ha comprobado, podemos encontrar distintas referencias que nos indican los resultados positivos de la aplicación de sustancias húmicas vía foliar. Resultados incidentes en diversos parámetros vegetales que ya se han mencionado. Igualmente estos efectos favorables han sido contrastados en experiencias de campo. Para poder evaluar dicha influencia, Chen. et al. calcularon cuál sería la dosis óptima de aplicación tanto a suelo como vía foliar (Chen, Magen, & Riov, 1994).

- Aplicación a suelo:

Suposiciones: Capa arable 2,5 T/ha

Capacidad del Campo: 30%

Incremento requerido: 100 mg SH/L

Para 1 Ha => 75 kg

- Aplicación foliar:

Suposiciones: Volumen Requerido 2000 l/ha

Concentración Requerida: 250 mg/l

Para 1 Ha => 500 g

Los cálculos anteriores se realizaron en base a numerosos estudios de laboratorio y nos indican que las aplicaciones foliares pueden ser efectivos en dosis 100 veces menores a las necesarias a la aplicación del suelo (Ramos Ruiz, 2000).

Se asperjaron plantas de tomate con 300 mg/L de ácidos húmicos por Sladky and Tichy y encontraron que el peso se incrementó. Determinaron también que una sobredosificación produce efectos inhibitorios como un crecimiento demorado, deformación de ramas y hojas (Sladky, 1959).

1.9. BIOSOL NEW 84

Características del BIOSOL NEW 84 (CBI, 2009):

a. Identificación del Producto

Marca: Biosolnew 84

Fabricante: Kimel S.L. – Grupo Kimel, España

Distribuidor: Corporación Bioquímica Internacional S.A.C.

b. Composición/Información

BIOSOL NEW, es un complejo orgánico de Extractos Húmicos Totales (EHT), ácidos húmicos y fúlvicos, enriquecidos con aminoácidos, macro y microelementos, obtenidos a partir de la materia orgánica vegetal. A continuación sus riquezas garantizadas (CBI, 2009):

Cuadro 03. Composición de Biosol New.

RIQUEZAS GARANTIZADAS	(p./p)
Materia Orgánica Total	71,60%
Carbono orgánico	40,00%
Potasio Soluble (K ₂ O)	11,00%
P.H. Solución al 1%	4,5
Densidad	0,7 gr/cm ³
Relación C/N	23,1%
Cenizas	23,00%
C.I.C (mEq/100g)	21
Nitrogenototal	1,7%
Extracto humico total	70%
Ácidos humicos	6%
AcidosFúlvicos	64%
A.R.T. (in fermentables)	<9
Calcio como CaO	1,17%
Magnesio como MgO	1,57%
Azufre –S	1,43%

Fuente: CBI.

c. Características y Dosificación**Empaque:**

Caja x 84 – Envase 0,05 kg

Caja x 24 – Envase 0,5 kg

Caja x 4 – Envase x 2,5 kg

Dosis:

Aplicación en Suelos: 5–10 kg/ha

Aplicación Foliar: 0,5 kg/200 l

Densidad: 0,56 g/cc pH: 4,3 +/- 0.2

Certificación:

SKAL P-15 Certificación Orgánica (CE, JAS, USDA)

Biosolnew por su contenido en Extractos Húmicos Totales (82%) y Materia Orgánica (84%), mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Es quelatante y complejante de macro y micro nutrientes, mejora su disponibilidad y absorción. Producto Orgánico (Certificado Res. 2092/91).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. GENERALIDADES

2.2.2. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en el CEA III – Los Pichones de propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann ubicado a una altitud de 508 m.s.n.m. 17° 59´ 38” latitud sur y 70° 14´22” latitud oeste.

2.2. MATERIALES

2.2.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental genético se utilizó 2 variedades híbridas de pepinillo, General Lee y Exocet, provenientes la primera de la casa Ferry – Morse y la segunda de Seminis y como fuente de extractos húmicos se usó el producto comercial BiosolNew® de la empresa CBI.

Factores en estudio

Factor A: Variedades (V)

v₁ = General Lee

v₂ = Exocet

Factor B: Dosis de Extractos Húmicos (H)

$h_1 = 0 \text{ kg}/200 \text{ l}$

$h_2 = 0,25 \text{ kg}/200 \text{ l}$

$h_3 = 0,50 \text{ kg}/200 \text{ l}$

$h_4 = 1,00 \text{ kg}/200 \text{ l}$

2.2.4. TRATAMIENTOS

La distribución de los factores se realizó de la siguiente manera:

Cuadro 04. Distribución de factores.

FACTORES			
VARIETADES (V)	NIVELES DE EXTRACTOS HÚMICOS (H)	COMBINACIÓN	CÓDIGO
v1	h1	v1h1	T1
	h2	v1h2	T2
	h3	v1h3	T3
	h4	v1h4	T4
v2	h1	v2h1	T5
	h2	v2h2	T6
	h3	v2h3	T7
	h4	v2h4	T8

Fuente: Elaboración propia

Los extractos húmicos se aplicaron foliarmente para cada tratamiento.

2.2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se usó el Diseño Completamente Aleatorio con Arreglo Factorial de 2 x 4, con cuatro repeticiones, constituyendo un total 32 unidades experimentales.

2.2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se recurrió al Análisis de Varianza, usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 y para hallar la concentración óptima se empleó el análisis de varianza de regresión según corresponda.

2.2.7. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

A continuación se detalla las características de la parcela experimental y las unidades experimentales (Cuadro 05):

Cuadro 05. Características de la parcela experimental.

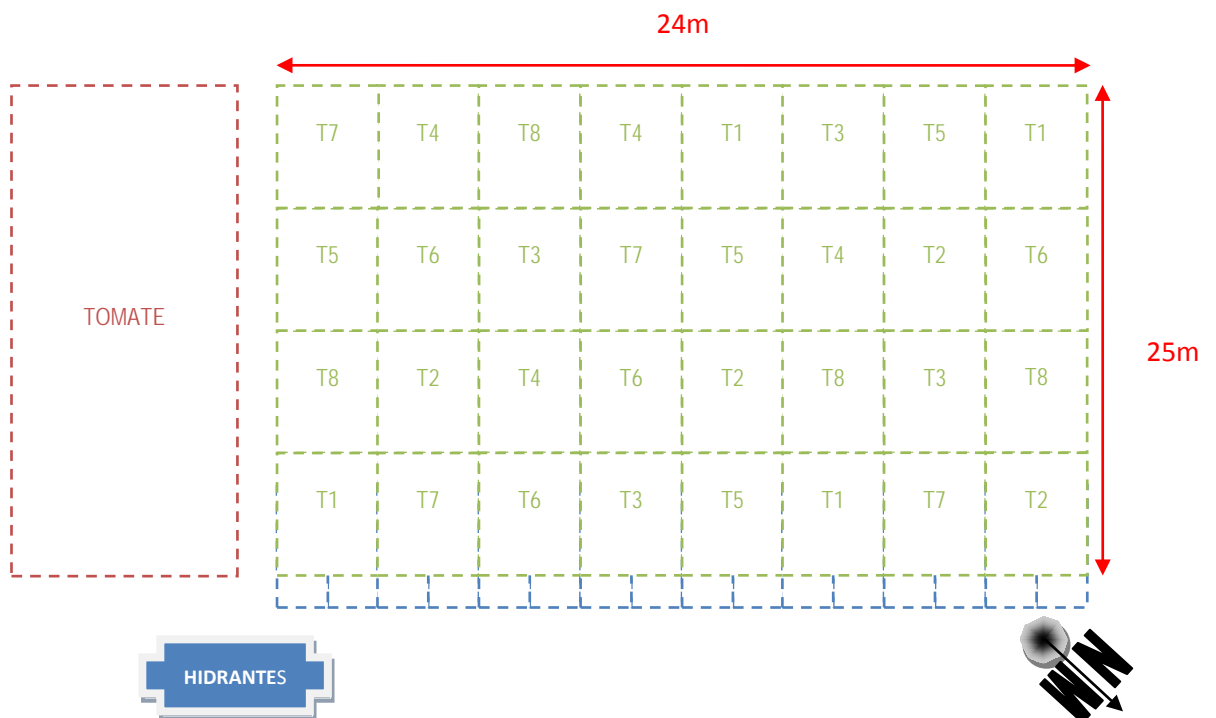
CARACTERÍSTICA	VALOR
PARCELA EXPERIMENTAL	
Dimensiones de Parcela Experimental	25 m x 24 m
Área de Parcela Experimental	600 m ²
Líneas de Cultivo	16 líneas
Número de Plantas Total	2432
UNIDAD EXPERIMENTAL	
Número de Tratamientos	8
Número de Repeticiones	4
Número de Unidades Experimentales	32
Dimensiones de Unidad Experimental	3 m x 6,25 m
Área de cada Unidad Experimental	18,75 m ²
Número de Golpes	38
Número de Plantas/Unidad Experimental	76
Distanciamiento entre Plantas	0,30 m
Distanciamiento entre Calles o Surcos	1,50 m

Fuente: Elaboración propia.

La parcela experimental fue dividida en 32 unidades experimentales, cada unidad con un área de 18,75 m² y 76 plantas.

han empezado una fase de rápido crecimiento, los nutrientes absorbidos por las raíces son aquellos que contribuyen a mantener ligeramente ácida la solución del suelo, también se observa que el nitrógeno en el suelo es bajo por lo cual se debe incrementar. Respecto al fósforo y potasio, existe una disponibilidad media regular.

Se presenta un croquis (Figura 02) con la disposición espacial de los tratamientos en la parcela experimental:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Parcela experimental con tratamientos.

Cuadro 06. Temperaturas máximas y mínimas. Estación Meteorológica Agrícola Principal Jorge Basadre, Tacna.

AÑO	MES	Tº MAX	Tº MIN
2010	Octubre	22,05	11,76
	Noviembre	24,10	12,96
	Diciembre	25,54	13,75
2011	Enero	25,54	13,75

Fuente: Senamhi.

2.2.8. VARIABLES RESPUESTA

Se seleccionaron 7 plantas por cada unidad experimental las cuales se evaluarán en todas las variables que se mencionarán a continuación y para la evaluación de las características de los frutos se seleccionaron 7 de forma aleatoria de cada unidad experimental.

a. Longitud Polar del Fruto

Con el uso del Vernier se midió desde la base del fruto hasta la punta para determinar la longitud polar.

b. Longitud Ecuatorial del Fruto

Con el uso del Vernier se tomó las medidas del tercio medio de los frutos.

c. Número de Frutos por Planta

Se realizó un conteo general de los frutos cosechados por planta para conocer la producción.

d. Rendimiento por Planta

Se pesaron todos los frutos obtenidos por planta para determinar el rendimiento por planta.

e. Rendimiento Total

El rendimiento total se determinó del peso obtenido por todos los frutos cosechados en la unidad experimental y por tratamiento.

2.3. METODOLOGÍA

2.3.1. CONDUCCIÓN DEL CULTIVO

- a. Inicialmente se volteó completamente las capas superficiales del suelo para incorporar los rastrojos de la campaña anterior, con el fin de esponjar el suelo y que permanezca oreando por 1 mes.
- b. Se preparó el suelo incorporando materia orgánica, siendo su origen el guano de vacuno, a razón de 4 kg por metro lineal.
- c. La fertilización de fondo consistió en una dosis normal de 150 kg de Fósforo y 100 kg de Potasio por hectárea.

- d. Se procedió a estirar las cintas reemplazando las anteriores que llevaban 2 años de antigüedad.
- e. La siembra se realizó de forma directa a razón de 2 semillas por golpe aun distanciamiento de 30 cm entre golpe y 1.5 m de distancia entre línea.
- f. La fertilización durante la campaña siguió con la aplicación de nitrógeno a una proporción de 100 kg por hectárea vía sistema. Paralelamente se complementó con una aplicación vía foliar de nitrato de calcio vía foliar a una concentración del 0.25% cada 10 días a partir de los 25 días después de la emergencia y se usarán micronutrientes que ayudarán en el crecimiento de la planta.
- g. Los riegos se realizaron por 30 minutos aproximadamente cada 2 días, permitiendo una humedad constante para el desarrollo del cultivo.
- h. Respecto al tutorado y guiado, se colocaron crucetas de caña cada 4 metros que servirán de soporte para el alambre negro, el cual será el soporte para guiar a las plantas de pepinillo.
- i. Se amarró cada planta usando rafia para guiarla sobre los alambres evitando que esta toque el suelo.

- j. El control de malezas se realizó periódicamente para evitar la competencia de éstos con el cultivo evitando la competencia por nutrientes y por agua.
- k. Respecto al aspecto fitosanitario, se realizó aplicando productos de forma preventiva en los momentos que se crea conveniente.
- l. Se realizarán podas permitiendo el crecimiento del brote principal, la primera poda consistió en quitar los primeros 3 brotes laterales, luego se procedió a cortar las hojas viejas y algunos brotes que vayan surgiendo a lo largo del tallo, de esta forma los frutos no tocan el suelo y se desarrollaron a lo largo del tallo principal.

2.3.2. Trabajo de Campo – Aplicación de Tratamientos

Respecto a los tratamientos se realizó 4 aplicaciones vía foliar, el primero se realizó cuando la planta posee 2 a 3 hojas verdaderas aproximadamente 15 días después de la emergencia, el segundo cuando tuvo 4 a 5 hojas verdaderas que es a 30 días de la emergencia. El tercero será cuando la planta se encontró formando flores y el último fue de 10 a 15 días después de la tercera aplicación.

2.3.3. Trabajo de Gabinete

El trabajo de gabinete consistió en recolectar la información y trabajarla para ir realizando los análisis de varianza y realizando las comparaciones por cada tratamiento.

Las cosechas iniciaron el 16 de diciembre del 2010 y concluyeron el 13 de enero del 2011. Para realizar las cosechas se tuvo en cuenta los siguientes índices de madurez del fruto:

- El fruto presenta un color verde intenso.
- Escasa presencia de espinas en el fruto.
- Los lados polares del fruto presentan terminales redondeados con succulencia en el lado ecuatorial.

III. RESULTADOS

3.1. LONGITUD POLAR DEL FRUTO

Se realizó el correspondiente análisis de varianza con la información obtenida en campo y se muestra a continuación:

Cuadro 07. Análisis de varianza de la longitud polar del fruto de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	F _c	F _a	
					0,05	0,01
Tratamiento	7	3,454	0,493	0,466	2,43	3,5
Variedad	1	0,879	0,879	0,830	4,26	7,82
Extractos Húmicos	3	1,602	0,534	0,504	3,01	4,72
Interacción	3	0,973	0,324	0,306	3,01	4,72
Error Exp.	24	25,414	1,059			
Total	31					

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza del diámetro polar del fruto de pepinillo (Cuadro 07), indica que no existen diferencias significativas entre los niveles del factor Variedad, Extracto Húmicos y la interacción entre los mismos.

3.2. LONGITUD ECUATORIAL DEL FRUTO

Se realizó el correspondiente análisis de varianza con la información obtenida en campo y se muestra a continuación:

Cuadro 08. Análisis de varianza de la longitud ecuatorial del fruto de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	F _c	F _a	
					0,05	0,01
Tratamiento	7		0,276	0,849	2,43	3,5
Variedad	1	0,080	0,080	0,247	4,26	7,82
Extractos Húmicos	3	0,495	0,165	0,506	3,01	4,72
Interacción	3	1,360	0,453	1,392	3,01	4,72
Error Exp.	24	7,815	0,326			
Total	31					

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto de pepinillo (Cuadro 08), indica que no existen diferencias significativas entre los niveles del factor Variedad, Extracto Húmicos y la interacción entre los mismos.

3.3. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Se realizó el correspondiente análisis de varianza con la información obtenida en campo y se muestra a continuación:

Cuadro 09. Análisis de varianza del número de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	F _c	F _a		
					0,05	0,01	
Tratamiento	7	12.26	1,75	18,31	2,43	3,50	**
Variedad	1	0,72	0,72	7,53	4,26	7,82	*
Extractos Húmicos	3	11,36	3,79	39,61	3,01	4,72	**
Interacción	3	0,18	0,06	0,61	3,01	4,72	
Error Exp.	24	2,29	0,10				
Total	31						
C.V.		11,12 %					

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza del número de frutos por planta de pepinillo (Cuadro 09), indica que existen diferencias significativas entre los niveles del factor Variedad, que las variedades tienen número de frutos por planta diferentes entre sí. Existen diferencias altamente significativas del factor Extractos Húmicos por lo que cada nivel hace que exista un diferente número de frutos por planta. Respecto a la interacción no existen diferencias significativas por lo que estas variedades no tienen exigencias diferentes de los extractos húmicos en el número de frutos por planta.

Se procedió a evaluar mediante el análisis de regresión de varianza el comportamiento de los extractos húmicos en el número de frutos:

Cuadro 10. Análisis de varianza de regresión del número de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	F _c	F _a		
					0,05	0,01	
Regresión	2	10,53	5,26	12,22	3,81	6,70	**
Error	13	5,60	0,43				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de regresión (Cuadro 10) indica que es significativo, esto indica que la variable niveles de extractos húmicos influye en los resultados, asimismo que el modelo de regresión polinómica de segundo orden es altamente significativo.

Se realizó la prueba de significación de los coeficientes de regresión, observándose que son significativos.

Cuadro 11. Prueba de significación de los coeficientes de regresión del número de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

Coeficiente	T _c	Significancia
B₁ 2,02	1,787	*
B₂ -3,14	-2,997	*

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión (Cuadro 11) resultó significativa, por lo cual se establece la siguiente función de respuesta:

$$y = -3,1386x^2 + 2,0172x + 3,0489$$

Al aplicar la derivada parcial a esta ecuación para la concentración de extractos húmicos, se determinó que el nivel óptimo es de 0,32 kg/200 l, lo que permite obtener un máximo de 3,37 frutos por planta por campaña.

3.4. PRODUCCIÓN

Se realizó el correspondiente análisis de varianza con la información obtenida en campo y se muestra a continuación:

Cuadro 12. Análisis de varianza de la producción de pepinillo por tratamiento, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	Fc	Fa		
					0,05	0,01	
Tratamiento	7	1268788992,00	181255570,29	22,78	2,43	3,5	**
Variedad	1	135443854,22	135443854,22	17,02	4,26	7,82	**
Extractos Húmicos	3	1122683143,11	374227714,37	47,03	3,01	4,72	**
Interacción	3	10661994,67	3553998,22	0,45	3,01	4,72	
Error Exp.	24	190963271,11	7956802,96				
Total	31						
C.V.	7,08	%					

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de la producción de pepinillo (Cuadro 12), indica que existen diferencias altamente significativas entre los niveles del factor variedad lo cual indica que éstas tienen producciones diferentes entre ellas, existen diferencias significativas del factor extractos húmicos por lo que cada nivel hace que exista una diferente producción, respecto a la interacción no existen diferencias significativas por lo que estas variedades no tienen exigencias diferentes de los extractos húmicos para la producción de pepinillo.

Se procedió a evaluar mediante el análisis de regresión de varianza el comportamiento de los extractos húmicos en la producción de pepinillo:

Cuadro 13. Análisis de varianza de regresión de la producción de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	F _c	F _a		
					0,05	0,01	
Regresión	2	1029521556.17	514760778.08	15.55	3,81	6,70	**
Error	13	430230706.94	33094669.76				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de regresión indica que es altamente significativo, esto indica que la variable niveles de extractos húmicos influye en los resultados de producción de pepinillo, asimismo que el modelo de regresión polinómica de segundo orden es altamente significativo.

Se realizó la prueba de significación de los coeficientes de regresión, observándose que son significativos.

Cuadro 14. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de producción de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

Coeficiente	Tc	Significancia
B₁ 25344.58	2.56	*
B₂ -35219.39	-3.84	*

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión (Cuadro 14) resultó significativa, por lo cual se establece la siguiente función de respuesta:

$$y = -35219x^2 + 25345x + 40319$$

Al aplicar la derivada parcial a esta ecuación para la concentración de extractos húmicos, se determinó que el nivel óptimo es de 0,36 kg/200 l, lo que permite obtener un máximo de 44 879,06 kg de pepinillo por hectárea.

3.5. PESO DE FRUTOS POR PLANTA

Se realizó el correspondiente análisis de varianza con la información obtenida en campo y se muestra a continuación:

Cuadro 15. Análisis de varianza del peso de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	F _c	F _a		
					0,05	0,01	
Tratamiento	7	1210172,04	172881,72	28,09	2,43	3,5	**
Variedad	1	69541,19	69541,19	11,30	4,26	7,82	**
Extractos Húmicos	3	1099796,54	366598,85	59,56	3,01	4,72	**
Interacción	3	40834,32	13611,44	2,21	3,01	4,72	
Error Exp,	24	147723,17	6155,13				
Total	31						
C.V.		7,62 %					

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza del peso de frutos por planta de pepinillo (Cuadro 15), indica que existen diferencias altamente significativas entre los niveles del factor Variedad lo cual indica que los pesos de los frutos por planta es diferente entre ellas; existen diferencias altamente significativas del factor extractos húmicos por lo que cada nivel hace que exista diferente peso de frutos por planta entre los tratamientos, respecto a la interacción no existen diferencias significativas por lo que estas variedades no tienen exigencias diferentes de los extractos húmicos para el peso total de frutos por planta.

Se procedió a evaluar mediante el análisis de regresión de varianza el comportamiento de los extractos húmicos en el peso de frutos por planta:

Cuadro 16. Análisis de varianza de regresión de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

FdV	g.l.	SC	CM	F _c	F _a		
					0,05	0,01	
Regresión	2	895438.80	447719.40	12.59	3,81	6,70	**
Error	13	462456.41	35573.57				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de regresión indica que es altamente significativo, esto indica que la variable niveles de extractos húmicos influye en los resultados de peso de frutos de pepinillo, asimismo que el modelo de regresión polinómica de segundo orden es altamente significativo.

Se realizó la prueba de significación de los coeficientes de regresión, observándose que son significativos.

Cuadro 17. Prueba de significación de los coeficientes de frutos por planta de pepinillo, CEA III – Los Pichones 2011.

Coeficiente	T _c	Significancia
B₁ 582.42	1,80	*
B₂ -910.72	-3,03	*

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión (Cuadro 17) resultó significativa, por lo cual se establece la siguiente función de respuesta:

$$y = -910,72x^2 + 582,42x + 1074$$

Al aplicar la derivada parcial a esta ecuación para la concentración de extractos húmicos, se determinó que el nivel óptimo es de 0,32 kg/200 l, lo que permite obtener un máximo de 1 167,08 g de frutos por planta de pepinillo.

DISCUSIONES

- a) Los extractos húmicos son sustancias cuya efectividad a nivel del suelo está comprobada, pero se ha observado en el presente trabajo que también tienen efecto cuando son aplicados vía foliar. Los resultados obtenidos corroboran los trabajos realizados por Sladky, quien indica que observó influencia positiva en los pesos frescos y secos en tomate y recalando que son más efectivos los ácidos fúlvicos, igualmente Brownell et al. trabajando vía foliar, con dos extractos de leonardita de origen comercial, encontraron aumentos en la producción de plantas de tomate del 10,5%.
- b) Los extractos húmicos demostraron ser efectivos y al aumentar el número de frutos por planta, el peso total de frutos por planta y la producción total de pepinillo a una concentración 0,32 kg/200 l, también se observó que provoca un decrecimiento en la producción cuando es empleado en concentraciones mayores como sucedió con las dosificaciones de 0,50 y 1,00 kg/200 l, por lo cual la dosis recomendada comercialmente no es correcta en las condiciones del CEA III – Los Pichones. El decrecimiento en la producción a concentraciones mayores a lo normal también fue observado por

Sladky y Tichy, quienes indicaron que una sobredosificación vía foliar produce efectos inhibitorios deformando ramas y hojas, por consiguiente afectando directamente la producción.

- c) Los extractos húmicos influyen directamente en la producción de pepinillo, en el peso y número de frutos por planta y en la producción por unidad experimental, dicha situación es la observada por Brownell en su ensayo en plantas de tomate.
- d) Las dos variedades híbridas de pepinillo empleadas respondieron de igual manera a la dosificación de extractos húmicos en las concentraciones establecidas, no se observaron diferencias significativas lo cual indica que tienen un mismo desarrollo en las condiciones del CEA III – Los Pichones.
- e) Los extractos húmicos no afectaron la longitud polar y longitud ecuatorial del pepinillo, considerando lo indicado por Sladky y Tichy sobre deformación en ramas y hojas, se hace evidente que esta deformación no afecta al fruto.

CONCLUSIONES

1. Los extractos húmicos influyen directamente en la producción, número de frutos y peso total de frutos por planta en el cultivo de pepinillo.
2. La dosis de 0,32 kg/200 l es la dosis óptima de extractos húmicos, la cual permite incrementar y optimizar la producción, número de frutos y peso total de frutos por planta en el cultivo de pepinillo.
3. Las dosificaciones mayores como la de 0,50 y 1,00 kg/200 l demostraron producir efectos negativos en la producción, número de frutos y peso total de frutos por planta.
4. Los pepinillos híbridos General Lee y Exocet no presentan exigencias específicas de dosis de extractos húmicos, responde de la misma manera.

RECOMENDACIONES

- Continuar estudiando la influencia de los extractos húmicos en otras hortalizas en las condiciones del CEA III – Los Pichones.
- Realizar la comparación entre aplicación foliar y aplicación al suelo de extractos húmicos en las condiciones del CEA III – Los Pichones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ RODRIGUEZ, A., CAMPO COSTA, A., BATISTA RICARDO, E., & MORALES MIRANDA, A. (2010). Influencia del Humus por vía Foliar en el desarrollo vegetal del cultivo del Pepino (*Cucumis sativus* L) en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "El Jardín". Municipio Holguín. Cuba.

ARCE, L. (2010). *Radio Uno*. Obtenido de Creciente exportación de cucurbitáceas a Chile ocasionaría desabastecimiento en Tacna.: http://www.radiouno.com.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=15650&Itemid=26

BIOEXTRACTO. (2009). *Boletín 69 Pepino*. Obtenido de <http://www.bioextracto.com.mx/bol69b.html>

BROWNELL, J., NORDSTROM, G., MARIHART, J., & JORGENSEN, G. (1987). Crop responses from two new leonardite extracts. *Sci. Total Environment* 62 , 492 - 499.

CBI. (2009). Ficha Técnica - BIOSOLNEW 84.

CHEN, Y., MAGEN, H., & RIOV, J. (1994). Humic substances originating from rapidly decomposing organic matter: properties and effects on plant growth. In N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) *Humic substances in the global environment and implications on human health*. Elsevier Science B.V. Amsterdam.

CONABIO. (2007). *Cucumis sativus*. *Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM)* .

ENTERPRISES, A. -F. (2006). *Growing Instructions – Hybrid General Lee*. Obtenido de <http://growinginstructions.com/v228.html>

FERTILIZANTES ORGÁNICOS, S. (2007). *Importancia de los Ácidos Húmicos MO-STD*. Obtenido de <http://fosacperu.blogspot.com/2007/07/importancia-de-los-cidos-humicos-del-mo.html>

HSU, H. (1986). Foliar feeding of plants with aminoacids chelates. *Chelates in Plant Nutrition* , 209 - 216.

INFOAGRO. (2003). *Pepino*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>

MACASA, P. A. (2009). *Los Extractos Húmicos*. Obtenido de http://www.marihuanawiki.com/index.php/Los_extractos_h%C3%BAmicos

MALAVOLTA, E. (1990). La fertilización foliar: bases científicas y significado en la agricultura. *Suelos Ecuatoriales* , 29-43.

MOLINA, E. (2008). *Fertilización Foliar de Cultivos*. Universidad de Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas.

NAVARRETE GANCHOZO, R. J. (2005). *Curvas de Absorción de Nutrientes en el Cultivo de Pepino (Cucumis sativus L.) Bajo Condiciones de Campo de Zamorano*. Zamorano, Honduras: Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.

PRO.ORGANICOS. (2009). *Extractos Húmicos*. Obtenido de http://www.pro-organicos.com/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=15

RAMOS RUIZ, R. (2000). *Aplicación de Sustancias Húmicas Comerciales como Productos de Acción Bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino*. Universidad de Alicante.

SLADKY, Z. (1959). The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. *Biol. Plant* 1 , 142 - 159.

SUDAMERICANA, S. (2003). *Reporte Técnico – Pepino Exocet. Seminis Vegetable Seeds – Desarrollo Técnico: Fundo Viluco*.

VERMICUC. (2009). *Ácidos Húmicos Líquidos*. Obtenido de <http://www.vermicuc.com/humus/acidos-humicos.htm>

XUDAN, X. (1986). The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Aust. J. Agric. Res.* 37 , 343 - 500.

ANEXOS

Anexo 01. Producción de pepinillo (kg/ha).

		v1 General Lee				v2 Exocet			
		h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
		0,00	0,25	0,50	1,00	0,00	0,25	0,55	1,00
		kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
r1		39360,00	49765,33	41813,33	33146,67	35440,00	42346,67	37264,00	25946,67
r2		38960,00	47813,33	44880,00	32906,67	35653,33	42053,33	40693,33	27760,00
r3		40213,33	47760,00	47066,67	34053,33	37840,00	46240,00	35813,33	31200,00
r4		44800,00	52586,67	46426,67	28986,67	42480,00	47893,33	43920,00	32160,00

Anexo 02. Número de Frutos por planta de pepinillo.

		v1 General Lee				v2 Exocet			
		h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
		0,00	0,25	0,50	1,00	0,00	0,25	0,55	1,00
		kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l	kg/200 l
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
r1		3,1	4	3	2,45	3,3	4	2,5	1,5
r2		2,75	3,8	2,5	1,9	2,4	3,85	1,95	1,75
r3		3,5	3,7	2,6	2,1	2,55	3,45	2,3	1,95
r4		3	3,25	2,7	2,55	2,65	3,25	2,65	2,05

Anexo 03. Peso de frutos por planta de pepinillo (g).

		v1 General Lee				v2 Exocet			
		h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l	h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l	h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l	h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
r1		1042	1414	1125	1060	988	1388	1266	791
r2		1434	1002	925	700	709	882	867	679
r3		1255	1373	832	1196	820	1044	813	724
r4		1069	1046	1015	786	793	1098	1040	917

Anexo 04. Longitud polar del fruto de pepinillo (cm).

		v1 General Lee				v2 Exocet			
		h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l	h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l	h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l	h1 0,00 kg/200 l	h2 0,25 kg/200 l
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
r1		22,452	23,672	23,936	22,640	21,748	23,080	20,096	24,012
r2		22,048	22,489	23,376	23,932	21,716	21,912	22,980	21,984
r3		24,272	22,572	24,104	21,924	22,200	22,230	24,209	23,192
r4		22,752	22,588	23,264	23,220	23,952	23,932	24,058	22,636

Anexo 05. Longitud ecuatorial del fruto de pepinillo (cm).

		v1 General Lee				v2 Exocet			
		h1	h2	h1	h2	h1	h2	h1	h2
		0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25
		kg/200	kg/200 l	kg/200	kg/200	kg/200	kg/200	kg/200 l	kg/200
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
r1		5,517	5,558	5,531	5,255	5,197	5,489	4,979	5,386
r2		7,299	5,598	5,579	5,552	5,555	5,026	5,396	7,780
r3		5,539	5,442	5,570	5,250	5,366	5,212	5,456	5,327
r4		5,216	5,237	5,443	5,300	5,343	5,360	5,228	5,183

Anexo 06. Panel fotográfico.



Fotografía N° 01. Siembra de pepinillo.



Fotografía N° 02. Plantones de pepinillo



Fotografía N° 03. Planta de pepinillo en desarrollo, primera aplicación.



Fotografía N° 04. Tutorado de Pepinillo, segunda aplicación.



Fotografía N° 05. Tutorado de pepinillo.



Fotografía N° 06. Producción de pepinillo.