



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos de la aplicación de ácidos húmicos en el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”

AUTOR:

Geovanny Gustavo Mejía Vera

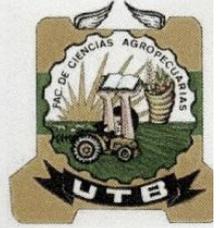
TUTOR:

Ing. Agr. MSc. Oscar Caicedo Camposano

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
2017
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos de la aplicación de ácidos húmicos en el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc
Presidente

Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA
Vocal

Ing. Agr. Yary Ruíz Parrales, MBA
Vocal suplente

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

AGRADECIMIENTO

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino del bien hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Johnny Mejía, mi MADRE Elina Vera, mi amado ABUELO que me esta guiado y protegiendo desde el cielo, mi ABUELA y a todas mis TÍAS; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

La responsabilidad por la investigación Analisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este trabajo experimental son de exclusividad del autor.

Geovanny Gustavo Mejía Vera

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
	Objetivos.....	2
	General.....	2
	Específicos	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
	3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental	14
	3.2. Material de siembra.....	14
	3.3. Métodos	14
	3.4. Factores estudiados.....	14
	3.5. Tratamientos	14
	3.6. Diseño experimental	15
	3.7. Análisis de varianza	15
	3.8. Análisis funcional	16
	3.9. Manejo del ensayo	16
	3.9.1. Preparación del terreno	16
	3.9.2. Siembra	16
	3.9.3. Control de malezas.....	16
	3.9.4. Riego	16
	3.9.5. Fertilización	16
	3.9.6. Control de plaga y enfermedades	17
	3.9.7. Cosecha	17
	3.10. Datos evaluados	17
	3.10.1. Altura de planta	17
	3.10.2. Días de floración	17
	3.10.3. Longitud y diámetro de mazorca	17
	3.10.4. Número de granos por mazorca	17
	3.10.5. Peso de 1000 gramos	18
	3.10.6. Rendimiento	18
	3.10.7. Análisis económico.....	18
IV.	RESULTADOS.....	19
	4.1. Altura de planta.....	19

4.2. Longitud de mazorca.....	19
4.3. Diámetro de mazorca.....	19
4.4. Número de granos por mazorca.....	21
4.5. Peso de 1000 granos.....	22
4.6. Rendimiento.....	23
4.7. Análisis económico.....	24
V. DISCUSIÓN.....	26
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
VII. RESUMEN.....	30
VIII. SUMMARY.....	32
IX. LITERATURA CITADA.....	34
X. APÉNDICE.....	36
Cuadros de resultados y análisis de varianza.....	37
Fotografías.....	43

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz, conjuntamente con el arroz y el trigo son los más importantes a nivel mundial debido a la demanda y volumen de producción. La cantidad de productos que se generan de este cultivo sirven para la alimentación humana y animal, como para el uso industrial; siendo así que en varias regiones del mundo se utiliza como materia prima para la obtención de biocombustible.

En el Ecuador, es uno de los productos agrícolas más importantes para la economía nacional porque una parte de la producción total sirve para la subsistencia de familias campesinas y para la elaboración de alimentos balanceados destinados para la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario.

En nuestro país se siembran alrededor de 240.201 has de las cuales se cosechan 228.868 has con una producción de 487.825 Tm¹.

Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas, formadas por la descomposición de materia orgánica, lo que influye directamente a la fertilidad del suelo, incidiendo en la absorción de nutrientes y por ende un crecimiento adecuado de las plantas.

Entre los beneficios de los ácidos húmicos se destacan la solución de los diferentes problemas que ocurren en los suelos tales como salinización, calcificación, disminución de la fertilidad y destrucción de los microorganismos útiles, incremento de la erosión y desertificación, presencia de enfermedades, acumulación de residuos tóxicos por la aplicación de productos químicos.

Los efectos que causan los ácidos húmicos en el suelo es que si el terreno es arcilloso se mejora su estructura y aireación, por lo que se aumenta su permeabilidad, lo que permite que las plantas mejore sus actividades

¹ Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. INEC. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

metabólicas y el poder germinativo; en las raíces mejora su capacidad de absorción lo que junto con la fotosíntesis de las hojas aumenta el vigor y productividad.

El bajo rendimiento del cultivo de maíz se debe a la falta de aplicación de ácidos húmicos con dosis adecuadas durante el ciclo del cultivo, lo que ha hecho imprescindible aplicar estos productos para mejorar el desarrollo.

La presente investigación tiene como finalidad encontrar como alternativa la aplicación de ácidos húmicos para mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.

Objetivos

General

Determinar los efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz.

Específicos

- Evaluar los efectos de la aplicación de ácidos húmicos en el cultivo de maíz.
- Identificar el producto y dosis más adecuada para el desarrollo y rendimiento del cultivo.
- Analizar económicamente los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Gómez (2012), informa que el maíz es uno de los alimentos básicos más importantes que conoce el ser humano ya que en torno a él se pueden realizar gran cantidad de preparaciones así como también pueden obtenerse de él numerosos productos derivados (por ejemplo, harinas, aceites, etc.). Subsecuentemente, el maíz es altamente utilizado como alimento de gran parte de los ganados que luego son consumidos o utilizados como productores de alimento, por lo cual su importancia es enorme.

Carriel (2017), sostiene que el maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario.

El maíz es, junto al trigo y a otros cereales, uno de los alimentos básicos de toda la Humanidad ya que permite la generación de una gran variedad de preparaciones y platos que son tanto accesibles en términos económicos como ricos en energía y nutrientes. Por otro lado, el maíz es también altamente utilizado como alimento de ganado o de animales de los cuales se obtiene otros alimentos como la leche. De este modo, ya sea para consumo humano o animal, la producción del maíz es importantísima para numerosos países y regiones que la generan para consumo interno o que la exportan a aquellas regiones en las que el maíz no puede crecer (Gómez, 2012).

De acuerdo a Carriel (2017), en efecto, la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas.

Quiroz y Merchán (2016), relatan que la producción exitosa de maíz, requiere de sólidas prácticas agronómicas de manejo del cultivo; prácticas que empiezan desde la selección de las tierras apropiadas, utilización de semilla de calidad, así como también de un programa efectivo de manejo de nutrientes y control de enfermedades y plagas, de tal manera que se asegure los máximos rendimientos. Es importante conocer la fenología de un cultivo para elaborar un buen calendario de siembra y de esa manera evitar pérdidas y aumentar las ganancias. En el cultivo de maíz se podría decir que no hay un tiempo exacto del desarrollo de las fases ya sean vegetativas o reproductivas ya que estas varían según las variedades o híbridos pero se estima un tiempo de 17 a 18 semanas desde el inicio de la siembra hasta la cosecha.

En algunas zonas productoras, como las de la provincia de Los Ríos se usa más semilla certificada que en ninguna otra localidad. Desgraciadamente, debido a la falta de crédito y a la situación financiera, muchos agricultores han recurrido a la semilla almacenada. Si se compara maíz con arroz, el panorama del uso de semilla certificada en maíz es mucho mejor que en el arroz, donde se utiliza solamente alrededor del 10 al 15%. La mayoría emplea semilla reciclada y por este motivo los promedios de producción son mucho más bajos (Carriel, 2017).

Jorge, *et al* (2017), indican que la nutrición de las plantas depende de los elementos nativos radionados disponibles en la solución del suelo. Sin embargo, la acción de los fertilizantes en ocasiones no se refleja cómo debería, por fenómenos como fijación, lixiviación y volatilización que se originan ante los bajos contenidos de materia orgánica en el suelo. Las moléculas orgánicas tienen la capacidad de absorber diferentes elementos en estado iónico y de ésta manera mantenerlos en forma asimilable para la planta; además las moléculas de tamaño pequeño pueden pasar a través de las membranas de la raíz, ejerciendo de ésta manera un mecanismo de transporte de elementos al interior de la planta, originando un adecuado balance en la toma de nutrientes por lo cual la planta logra mejor desarrollo y así se puede disminuir la alimentación global de macro y microelementos.

JISA (2012), difunde que los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estos influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento excepcional de la planta.

RAMAC (2014), señala que los ácidos húmicos y fúlvicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estas influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento y desarrollo óptimo de la planta.

Fertilab (2014), menciona que los ácidos húmicos son los ácidos orgánicos solubles en agua presentes naturalmente en la materia orgánica del suelo. Los ácidos húmicos no son un compuesto único, sino más bien una colección de diferentes pesos moleculares compuestos con características similares. Por lo general, se definen por el proceso a través del cual se aíslan, en lugar de por una estructura química particular. Ácido húmico proporciona una fuente de carbono edificio suelo. En comparación con otras materias orgánicas, los ácidos húmicos ofrecen más eficacia a largo plazo que no se disipa tan pronto como el estiércol, compost o turba. Debido a que el ácido húmico ya se descompone, no compite con las plantas para el nitrógeno como lo hace el compost incompletamente descompuesta. Además de compost y la luz de turba son más bien descompuestos rápidamente por los microbios del suelo y mineralizada con muy poca formación de humus. Los ácidos húmicos proporcionan una mejor estructura del suelo durante años. Materia orgánica del suelo (MOS) se puede dividir en tres grupos diferentes de materia orgánica fracciones activas, lentas y pasivas, que puede ser útil para explicar y predecir los cambios reales en los niveles de materia orgánica del suelo (carbono) y las propiedades de la productividad del suelo. Los buenos agrónomos saben que un suministro continuo de materiales orgánicos se debe agregar al suelo para mantener la productividad del suelo. Residuos vegetales, abonos animales, compost y otros insumos orgánicos pueden ser utilizados.

Según Payeras (2017), los ácidos húmicos y fúlvicos son complejas agrupaciones macromoleculares en las que las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo. Moléculas precursoras son aquellas de las que creemos proceden las sustancias húmicas. Su número es muy grande y el número de combinaciones distintas en que pueden reaccionar entre ellas es astronómico.

Matans (2012), manifiesta que el ácido húmico es materia orgánica negra o marrón que, en niveles más alcalinos, es soluble en agua. Se deriva de los compuestos orgánicos del suelo, como el humus o la turba, y es producido por microorganismos que descomponen la materia orgánica muerta.

LOMBRICOR (2012), expresa que los ácidos húmicos constituyen un producto que se viene aplicando con éxito directamente tanto en plantas como en suelos. Básicamente, actúan como un potenciador de asimilación de nutrientes, así como estimulante y corrector de carencias de los suelos.

Los ácidos húmicos pueden encontrarse de forma más o menos elevada en todos los suelos, como consecuencia directa de la descomposición de los vegetales. Los ácidos vinculados con el humus se pueden fraccionar por extracción en humina, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y ácidos úlmicos. Sus sales se conocen como humatos, fulvatos y ulmatos y son los ácidos húmicos forman el centro biológico del humus. Su proporción en el suelo es variable ya que depende de las características del mismo. Así, podemos encontrar suelos simplemente con trazas de ácidos húmicos, hasta suelos denominados de lignito blando en el que se hallan ácidos húmicos de una concentración superior al 80%. El término técnico del lignito blando está considerado internacional Leonardita. Los ácidos húmicos derivados de Leonardita son muy estables, siendo su grado de oxidación y el de sus componentes más uniformes (JISA, 2012).

Matans (2012), afirma que el ácido húmico es un estupendo agente

quelante. Se adhiere a los micronutrientes, con los que forma un vínculo para que los minerales puedan ser absorbidos por las plantas con mayor facilidad. También promueve un mejor intercambio iónico y ayuda a obtener una mejor capacidad amortiguadora. Cuando elementos como el calcio, hierro, magnesio, zinc y manganeso se absorben más fácilmente, es beneficioso tanto para el crecimiento de las plantas como de la raíz. Este efecto benéfico del ácido húmico se puede observar tanto en cultivos de tierra como hidropónicos.

JISA (2012), explica que con el tiempo y el exceso de fertilización mineral en los campos de cultivo, la materia orgánica disponible en ellos disminuía continuamente. Fruto de ello, aparecieron diferentes problemas como la salinización, la calcificación de los suelos, la disminución de su fertilidad, la destrucción de los microorganismos útiles, un incremento de la erosión y desertificación, más enfermedades, e incluso una acumulación de residuos tóxicos en ellos, derivada entre otros de la aplicación de ejemplo herbicidas en los suelos. Con la acumulación de los ácidos húmicos, no sólo los fertilizantes tipo NPK son más eficaces, sino que se puede reducir notablemente su aplicación manteniendo el mismo rendimiento.

Para Matans (2012), el ácido húmico es un excelente acondicionador del suelo gracias a su alto peso molecular. Funciona muy bien en suelos y sustratos sin tierra, donde complementa y rejuvenece el medio de cultivo. La adición de ácido húmico mejora la retención del agua del medio y facilita la circulación y disponibilidad de nutrientes.

JISA (2012), considera que en los suelos pesados arcillosos ayudan a airearlos y mejorar su estructura, aumentando su permeabilidad. En los suelos ligeros y arenosos, con escasez de materia orgánica, los ácidos húmicos impregnan las partículas de arena, incrementando la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y aumentando la capacidad de retención de agua evitando la pérdida de nutrientes por lixiviación.

Guerrero (2012), determina que los beneficios de los ácidos húmicos al suelo son:

- Estimulan el desarrollo radicular.
- Ayudan a liberar lentamente las fuentes de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre para la nutrición de las plantas y el crecimiento microbiano.
- Participan en la regulación del pH del suelo.
- Contribuyen a la absorción de energía y calientan el suelo, debido a su color oscuro.
- Aumentan la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).
- Ayudan a la estructura del suelo agregando partículas de arcilla y limo, y contribuyen a evitar la erosión del suelo.
- Ayudan a ligar los micronutrientes y evitan así la posibilidad de su acarreo y pérdida.
- Tienen efecto quelatante sobre hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu).
- Pueden actuar como estimulantes del crecimiento de las plantas por medio de los constituyentes orgánicos en las sustancias húmicas.
- Contribuyen a la reducción potencial de costos, al reducir el uso de ciertos plaguicidas.

JISA (2012), comenta que en los suelos ácidos tienden a neutralizarlos. Con ello, los ácidos húmicos fijan e inmovilizan en gran medida ciertos elementos tóxicos en medios ácidos como son el aluminio y metales pesados, reduciendo su toxicidad. En el caso de suelos alcalinos, permite gracias a la formación de complejos, que los ácidos húmicos amortigüen el alto pH y como consecuencia permita que los elementos macro y oligoelementos, puedan estar en forma disponibles para las plantas.

Jorge, *et al* (2017), asegura que las sustancias húmicas juegan un papel importante en el ciclo del nitrógeno evitando que se pierda rápidamente por lixiviación; la planta aprovecha entre el 50 y 70 % del nitrógeno aplicado, el resto se pierde por fijación, lixiviación y desnitrificación; al lograr su retención, la relación C/N se hace menor y la mineralización de los compuestos orgánicos se incrementa, la actividad de organismos degradadores de materia orgánica

se incrementa y también aumenta el desarrollo radical de las plantas y, por lo tanto podrán asimilar más nutrientes.

En los caso de suelos muy secos, los ácidos húmicos tienden a aumentar la capacidad de retención de humedad del suelo. Así, tras cada riego o lluvia, las plantas disponen de más humedad durante más tiempo. Los ácidos húmicos aplicados sobre suelos salinos, gracias a la alta capacidad de intercambio catiónico de este tipo de ácidos, se liberan elementos como el Calcio y el Magnesio por ejemplo, cationes que se unen y forman quelatos. Como consecuencia indirecta, cuando se aplican los ácidos húmicos sobre suelos sometidos a la erosión, esta se ve reducida considerablemente por un aumento de la formación radicular de las plantas existentes sobre él, y por los complejos estabilizantes que se crean con las arcillas y el humus (JISA, 2012).

Ecoforce (2017), expone que las sustancias húmicas dentro de los múltiples efectos fisiológicos que tienen sobre la planta están el que influyen a nivel celular de las raíces, facilitando una mayor absorción de algunos nutrientes, como son el nitrógeno (en forma de nitrato), el fósforo y el potasio. Siendo más efectivas las sustancias húmicas de bajo peso molecular, como lo son los ácidos fúlvicos, ya que por su menor tamaño pueden penetrar más fácilmente en las células e intervenir en los procesos metabólicos.

Jorge, *et al* (2017), estima que los ácidos húmicos juegan un papel importante en la planta; la continua disolución de fosfatos en el suelo, permite mantener fósforo disponible para la planta. La separación de la fracción húmica del suelo origina fijación del fósforo al suelo; la aplicación de fósforo luego de humatos, nitrohumatos o humatos de potasio es particularmente, efectiva para incrementar el desarrollo radical, el contenido de clorofila y para elevar el metabolismo mineral; el efecto estimulador de los ácidos húmicos sobre la toma de fósforo depende de la temperatura y así, bajo 14°C los ácidos húmicos reducen la toma de fósforo. Niveles bajos de Cu, Zn, Mo, Mn, se pueden deber a una fuerte retención por parte de ácidos húmicos. Existe relación entre la cantidad de materia orgánica y la productividad del suelo en aquellos casos en que existe uno o varios limitantes de la producción, como son carencia o

sobredosis de nutrientes, sequedad, mala aireación, etc.; sin embargo, ante la ausencia de limitantes los logros por adiciones orgánicas son de escaso valor o rentabilidad.

Matans (2012), argumenta que los ácidos húmicos y fúlvicos son esenciales para el crecimiento sano de la planta. Ayudan a aumentar la absorción de nutrientes y pueden condicionar el suelo para un uso más eficiente de los fertilizantes. Ayudan a establecer unas raíces más sanas y a aumentar los rendimientos, y son beneficiosos para un mejor desarrollo de la planta. Los cultivos orgánicos y sin tierra pueden aprovecharse de los beneficios de los ácidos húmicos y fúlvicos. Una explicación simple de ambos ácidos es que el húmico ayuda a mejorar la salud del suelo y el crecimiento en general, mientras que el fúlvico (que se extrae el ácido húmico) actúa como un potenciador de los fertilizantes.

JISA (2012), refiere que en los efectos que provocan los ácidos húmicos sobre las plantas tienen lugar en muchos aspectos de la misma. Por ejemplo, aplicando una solución diluida de humato sobre ellas antes de la siembra, estimula las membranas celulares, sus actividades metabólicas y con ello su poder germinativo. En las raíces aumenta su capacidad de absorción de elementos nutritivos, que junto con el incremento de la fotosíntesis de sus hojas, aumenta el vigor y productividad. La incidencia de los ácidos húmicos sobre los frutos o semillas, aumenta su riqueza en materia seca, mejorando factores organolépticos, conservación y transporte. También posee influencias sobre el estado de sanidad de las plantas, ya que los ácidos húmicos favorecen la actividad y vigor de las plantas y con ello su fortaleza ante problemas fitosanitarios. Sin olvidar que estimulan la actividad de microorganismos útiles en el suelo y ayuda a un equilibrio biológico más natural alrededor del sistema radicular de la planta.

Ecoforce (2017), define que las sustancias húmicas poseen un cierto efecto quelatante sobre los iones metálicos, como es el caso del hierro, permitiendo que se mantengan en formas solubles y disponibles para las plantas. Este efecto se debe tanto a la complejación del hierro por las sustancias húmicas,

así como por la presencia de radicales libres y grupos fenólicos de las sustancias húmicas que son capaces de reducir el Fe (III) a Fe (II), forma en que es asimilable por las plantas. Los efectos de las sustancias húmicas sobre la absorción por parte de la planta de los diferentes elementos minerales va a depender de su procedencia, composición, peso molecular, concentración, (concentraciones elevadas de sustancias húmicas resultan inhibitorias), pH del medio, tiempo de exposición del producto, entre otros.

Guerrero (2012), dice que los ácidos húmicos en protección de cultivos poseen los siguientes beneficios:

- Incremento de resistencia: Mejoran la sanidad del cultivo al aportar mayor resistencia contra ataque de patógenos por la acción de los fenoles.
- Prevención de enfermedades: Favorecen la actividad de la planta y con ello su inmunidad contra la invasión de parásitos en las células.
- Estímulo de microorganismos: Al estimular la actividad de micorriza y antagonistas, se produce equilibrio biológico en la zona de las raíces.

LOMBRICOR (2012), divulga que los resultados visibles en la cosecha, por aplicación de ácidos húmicos serán:

- Aceleración general del desarrollo de la planta de forma equilibrada, con baja distancia internodal por el escaso porcentaje en Nitrógeno del producto.
- Disminución o anulación de carencias nutricionales, tales como bloqueos y clorosis férricas.
- Formación de frutos de forma uniforme, en gran cantidad, calibre y con alta graduación en azúcares (rendimiento grasos en el caso del olivo), gracias al desbloqueo y aporte de potasio.
- Mayor protección frente a patógenos, ya que tanto vía foliar como radicular estimula a microbios simbiotes (los ácidos húmicos son su alimento).

JISA (2012), aclara que los ácidos húmicos, gracias a las diferentes formas de formulación, pueden ser aplicados para el enriquecimiento de sustratos comerciales, en el tratamiento de semillas para mejorar su germinación, etc. Están indicados tanto para ser aplicados en fertirrigación en cultivos hidropónicos como directamente en el campo en cultivos tradicionales, ya sea

mediante el riego (fertirrigación) como extendido sobre el terreno. Para cada ocasión, existe el formulado rico en ácido húmico más adecuado. Así, los ácidos húmicos pueden ser aplicados de forma foliar, directamente al suelo o mediante el agua de riego. En cuanto a tipos de suelo, pueden ser aplicados en cualquier tipo: pesados arcillosos, ligeros arenosos, así como aquellos con bajo contenido de materia orgánica o que necesiten ser mejorados por problemas de erosión.

Payeras (2017), apunta que es importante destacar que no existen límites definidos entre los ácidos húmicos, fúlvicos y las huminas. Todos ellos son parte de un sistema supramolecular extremadamente heterogéneo y las diferencias entre estas subdivisiones son debidas a variaciones en la acidez, grado de hidrofobicidad (contenido de restos aromáticos y alquílicos de cadena larga) y la autoasociación de moléculas por efectos del azar. Las sustancias húmicas se clasifican según solubilidad en diferentes soluciones ácidas y alcalinas.

FARMAGRO (2016), describe que Eco Hum DX es un bioestimulante ecológico a base de sustancias húmicas concentradas, reforzadas con N, P, K, Mg y B. Se aplica de manera foliar y radicular mejorando el balance nutricional de los cultivos. Para cultivos de: banano, arroz, soya, hortalizas, ornamentales, palma africana y cultivos en general.

AGROFARM (2016), reporta que el producto Humi Rossi es una fórmula concentrada de ácido Húmico 14 % y ácido Fúlvico 6 %. Es un bioactivador líquido para aplicación foliar y suelo. Potencializador de los herbicidas, fungicidas e insecticidas, ampliando su eficacia.

UNGERER (2016), indica que Diss Forte es el resultado de la formulación de ácidos orgánicos obtenidos de extracción natural, de fácil asimilación por las plantas, sea por vía radicular o foliar, combinado con el complejo de extractos vegetales que contienen polisacáridos, proteínas y polipéptidos, asociados con fósforo que estimula el desarrollo vegetativo de manera proporcional tanto del área radicular como foliar. Su acción en la biosíntesis

y síntesis de varias hormonas que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de la formación de saponinas, estimulando una mayor actividad de cada uno de los tejidos meristemáticos que permite que las plantas tomen todos aquellos nutrientes no disueltos. Este producto permite un enraizamiento temprano y oportuno que no retarde el crecimiento, luego para un desarrollo radicular y formación de una fuerte estructura con una proporcional activación de la masa foliar y división celular. Por su acción reguladora de crecimiento y de compensación nutricional, activa la floración, se consigue alargamiento de tallos, rompe el estado de dormancia de yemas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo experimental se efectuó en los terrenos de la Hda. San José de Flor María, de propiedad del Sr. José Ayala, ubicado en la parroquia Ricaurte, cantón Urdaneta, con coordenadas geográficas de 79⁰43' de longitud oeste y 01⁰ 58' de latitud sur y altura de 8 msnm².

3.2. Material de siembra

Como material de siembra se empleó semillas del híbrido Dekalb 7088, obtenido de la Empresa Ecuaquímica cuyas características agronómicas se presentan a continuación:

Dekalb 7088: Híbrido tropical de grano amarillo de alto rendimiento y estabilidad en las regiones maiceras del Ecuador. Planta de porte medio con tolerancia al acame. Excelente sanidad a las principales enfermedades tropicales. Stay Green. Grano semidentado de excelente calidad y color³.

3.3. Métodos

Se estudiaron los métodos inductivo – deductivo; deductivo – inductivo y experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Efectos de la aplicación de los ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del híbrido de maíz Dekalb 7088.

Variable independiente: Productos y dosis de ácidos húmicos.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos, constituidos por diferentes productos a base de ácidos húmicos con varias dosis se presentan a continuación:

² Datos obtenidos de la Hda. "La Pola". 2016

³ Ecuaquímica. 2015. Híbrido Dekalb 7088. Disponible en <http://www.ecuaquimica.com.ec/dekalb7088.html>

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos		
N°	Producto	Dosis L/ha
T1	Eco Hum DX	0,5
T2	Eco Hum DX	1,0
T3	Eco Hum DX	2,0
T4	Humi Rossi	0,5
T5	Humi Rossi	1,0
T6	Humi Rossi	2,0
T7	Diss Forte	0,5
T8	Diss Forte	1,0
T9	Diss Forte	2,0
T10	Testigo	0

3.6. Diseño experimental

Se aplicó el diseño experimental del Bloques Completamente al azar, con diez tratamientos y tres repeticiones.

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló con el siguiente esquema:

Cuadro 2. Análisis de varianza, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

FV	GL
Tratamientos	9
Repeticiones	2
Error experimental	18
Total	29

3.8. Análisis funcional

La comparación de los promedios se tabuló con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

3.9. Manejo del ensayo

Para el normal desarrollo del cultivo se efectuaron las siguientes labores:

3.9.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó con dos pases de rastra en sentido contrario, a una profundidad de 3 cm, con la finalidad de que el suelo quede bien mullido para una adecuada germinación del cultivo.

3.9.2. Siembra

Antes de la siembra se delimitó las parcelas a dimensiones de 3,20 x 6,0 m, para posteriormente realizar la siembra con espeque y depositando una semilla por sitio a distancia de 0,80 m entre hileras y 0,20 m entre plantas, lo que dio como resultado una población de 62500 plantas/ha.

3.9.3. Control de malezas

El control de malezas se efectuó en preemergencia con Pendimethalin en dosis de 3,0 L/ha + Atrazina en dosis de 1,5 kg/ha después de la siembra. Posteriormente en postemergencia se aplicó Glifosato de manera dirigida entre hileras, en dosis de 3,0 L/ha. Cabe destacar que las malezas que se encontraban ente las plantas se eliminaron manualmente.

Las malezas presentes fueron *Rottboellia exaltata* (Caminadora), *Cyperus* sp. (Coquito), *Amaranthus viridis* (Bledo) y *Eclipta alba* (Botoncillo).

3.9.4. Riego

El ensayo se realizó bajo las condiciones de época de secano, por tanto estuvo a expensas de las lluvias.

3.9.5. Fertilización

La fertilización se realizó en función de la aplicación de ácidos húmicos,

propuestos en el Cuadro 1. Los productos se aplicaron a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

3.9.6. Control de plaga y enfermedades

Se realizaron monitoreos constantes donde se detectó la presencia de *Spodoptera frugiperda* (Cogollero), lo que se controló con Matomyl (Methavin) en dosis de 200 g/ha a los 35 días después de la siembra.

3.9.7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica.

3.10. Datos evaluados

Los datos evaluados fueron los siguientes:

3.10.1. Altura de planta

Esta variable se tomó en diez plantas al azar en cada una de las parcelas experimentales, se promediaron sus resultados y se expresaron en cm. La altura de planta fue la distancia comprendida entre el nivel del suelo y la inserción de la panoja.

3.10.2. Días de floración

Desde el momento de la siembra hasta que las plantas estuvieron florecidas en un 50 % se evaluó esta variable. Sus resultados fueron expresados en días.

3.10.3. Longitud y diámetro de mazorca

Dentro de las diez planta tomadas al azar se evaluaron diez mazorcas y se midió su longitud desde la base hasta la punta de la mazorca y el diámetro en el tercio medio de la mazorca con la ayuda de un calibrador. En ambas variables sus resultados se expresaron en cm.

3.10.4. Número de granos por mazorca

En las diez mazorcas evaluadas, una vez alcanzada su madurez se procedió al desgrane y se promediaron sus resultados para determinar el número de

granos por mazorca en cada una de las unidades experimentales.

3.10.5. Peso de 1000 gramos

Se tomaron granos por cada parcela experimental y se procedió a escoger los granos que estén en buen estado, una vez que se obtuvieron los 1000 granos se pesaron en una balanza de precisión. Sus resultados se expresaron en gramos.

3.10.6. Rendimiento

Dentro del área útil de cada parcela experimental se cosecharon manualmente todas las mazorcas y se desgranaron para pesarlos y expresar sus resultados en kg/ha.

El peso se ajustó al 14 % de humedad, aplicando la siguiente formula:

$$Pu = \frac{Pa (100-Ha)}{(100-Hd)}$$

Dónde:

Pu = pesos uniforme

Pa = peso actual

Ha = humedad actual

Hd = humedad deseada

3.10.7. Análisis económico

Se realizó en función del rendimiento y cada uno de los costos fijos y variables para cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 3, se observan los valores promedios de altura de planta. El análisis de varianza registró diferencias altamente significativas, el promedio general fue 2,53 m y el coeficiente de variación 5,27 %.

La mayor altura de planta se presentó con la aplicación de Eco Hum DX en dosis de 0,5 L/ha con 2,70 m, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Eco Hum DX en dosis de 1,0 y 2,0 L/ha; Humi Rossi 0,5; 1,0 y 2,0 L/ha; Diss Forte con 0,5; 1,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor promedio para la utilización de Diss Forte en dosis de 2,0 L/ha con 2,41 m.

4.2. Longitud de mazorca

Los promedios de longitud de mazorca se muestran en el Cuadro 4. El mayor valor lo obtuvo el testigo absoluto sin aplicación de ácidos húmicos con 19,5 cm y el menor valor fue para el empleo de Eco Hum DX 0,5 L/ha con 18,4 cm.

No se presentaron diferencias significativas, el promedio general fue 18,8 cm y el coeficiente de variación 4,61 %.

4.3. Diámetro de mazorca

Los promedios de diámetro de mazorca, registran que el mayor valor correspondió al uso de Eco Hum DX en dosis de 2,0 L/ha con 16,6 cm y el menor valor fue para Humi Rossi en dosis de 2,0 l/ha con 15,8 cm (Cuadro 4).

El análisis de varianza no detectó diferencias significativas, el promedio general fue 16,1 cm y el coeficiente de variación 2,81 %.

Cuadro 3. Altura de planta, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Altura de planta (m)
N°	Producto	Dosis L/ha	
T1	Eco Hum DX	0,5	2,70 a
T2	Eco Hum DX	1,0	2,45 ab
T3	Eco Hum DX	2,0	2,60 ab
T4	Humi Rossi	0,5	2,53 ab
T5	Humi Rossi	1,0	2,58 ab
T6	Humi Rossi	2,0	2,53 ab
T7	Diss Forte	0,5	2,50 ab
T8	Diss Forte	1,0	2,51 ab
T9	Diss Forte	2,0	2,41 b
T10	Testigo	0	2,43 b
Promedio general			2,53
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			5,27

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

Cuadro 4. Longitud y diámetro de mazorca, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Mazorca	
			Longitud (cm)	Diámetro (cm)
N°	Producto	Dosis L/ha		
T1	Eco Hum DX	0,5	18,4	15,9
T2	Eco Hum DX	1,0	18,9	16,0
T3	Eco Hum DX	2,0	18,6	16,6
T4	Humi Rossi	0,5	18,7	16,2
T5	Humi Rossi	1,0	18,6	16,0
T6	Humi Rossi	2,0	19,0	15,8
T7	Diss Forte	0,5	19,3	16,2
T8	Diss Forte	1,0	18,8	16,2
T9	Diss Forte	2,0	18,6	16,0
T10	Testigo	0	19,5	16,3
Promedio general			18,8	16,1
Significancia estadística			ns	ns
Coeficiente de variación			4,61	2,81

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

4.4. Número de granos por mazorca

Los promedios de número de granos por mazorca, efectuado el análisis de varianza alcanzaron diferencias altamente significativas. El promedio general fue 575 granos/mazorca y el coeficiente de variación 6,22 % (Cuadro 5).

La aplicación de Humi Rossi en dosis de 2,0 L/ha obtuvo 651 granos/mazorca, estadísticamente igual al tratamiento que se utilizó Diss forte en dosis de 1,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor valor para Eco Hum DX, en dosis de 0,5 L/ha con 537

granos/mazorca.

4.5. Peso de 1000 granos

En la variable peso de 1000 granos, el análisis de varianza alcanzó diferencia altamente significativas, el promedio general fue 375,7 g y el coeficiente de variación 8,16 %, lo que se observa en el Cuadro 5.

El mayor peso de 1000 granos lo obtuvo Diss forte 2,0 L/ha (397,0 g), estadísticamente igual a los demás tratamientos, siendo el menor promedio para el testigo absoluto sin aplicación de ácidos húmicos (335,3 g).

Cuadro 5. Número de granos/mazorca y peso de 1000 granos, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Número de granos/mazorca	Peso de 1000 granos (g)
N°	Producto	Dosis L/ha		
T1	Eco Hum DX	0,5	537 b	363,0 ab
T2	Eco Hum DX	1,0	557 b	365,7 ab
T3	Eco Hum DX	2,0	540 b	395,3 a
T4	Humi Rossi	0,5	545 b	378,3 ab
T5	Humi Rossi	1,0	576 b	396,7 a
T6	Humi Rossi	2,0	651 a	375,0 ab
T7	Diss Forte	0,5	583 b	388,7 ab
T8	Diss Forte	1,0	597 ab	362,3 ab
T9	Diss Forte	2,0	585 b	397,0 a
T10	Testigo	0	576 b	335,3 b
Promedio general			575	375,7
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación			6,22	8,16

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

4.6. Rendimiento

El mayor rendimiento de grano reportó diferencias altamente significativas, según el análisis de varianza. El promedio general fue 4884,53 kg/ha y el coeficiente de variación 8,16 %.

El mayor rendimiento de grano lo alcanzó la aplicación de Diss Forte en dosis de 2,0 L/ha con 5161,0 kg/ha, estadísticamente igual a los demás tratamientos, cuyo menor valor correspondió al testigo absoluto sin aplicación de ácidos húmicos con 4359,3 kg/ha (Cuadro 6).

Cuadro 6. Rendimiento del cultivo, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Rendimiento del cultivo (kg/ha)
N°	Producto	Dosis L/ha	
T1	Eco Hum DX	0,5	4719,0 ab
T2	Eco Hum DX	1,0	4753,7 ab
T3	Eco Hum DX	2,0	5139,3 a
T4	Humi Rossi	0,5	4918,3 ab
T5	Humi Rossi	1,0	5156,7 a
T6	Humi Rossi	2,0	4875,0 ab
T7	Diss Forte	0,5	5052,7 ab
T8	Diss Forte	1,0	4710,3 ab
T9	Diss Forte	2,0	5161,0 a
T10	Testigo	0	4359,3 b
Promedio general			4884,53
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			8,16

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

4.7. Análisis económico

Cabe indicar que el costo fijo en cada uno de los tratamientos fue de \$ 321,37, que incluyen todas las labores culturales que se efectuaron durante el desarrollo del ensayo (Cuadro 7).

En el análisis económico (Cuadro 8), todos los tratamientos fueron rentables, destacándose la aplicación de Humi Rossi en dosis de 1,0 L/ha que reportó mayor beneficio neto con \$ 321,37.

Cuadro 7. Costos fijos/ha, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Descripción	Unidades	Cantidad	Valor Parcial (\$)	Valor Total (\$)
Terreno				
Alquiler del terreno	ha	1	225,0	225,0
Rastra	u	2	25,0	50,0
Siembra				
Semilla	sacos	1	118,0	118,0
Siembra	jornales	4	12,0	48,0
Control de malezas				
Pendimethalin	L	3	8,0	24,0
Atrazina	kg	1,5	8,0	12,0
Glifosato	L	3	7,0	21,0
Aplicación	jornales	4	12,0	48,0
Deshierbas manuales	jornales	4	12,0	48,0
Control de Insectos				
Methavin	sobres	3	2,8	8,4
Aplicación	jornal	6	12,0	72,0
Subtotal				674,4
Administración 10%				67,44
Total				741,84

Cuadro 8. Análisis económico/ha, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Rend. (kg/ha)	qq/ha	Costo variable/ha (\$)			Costo de Producción (\$)			Beneficio (\$)	
N°	Producto	Dosis			Valor productos	Aplic.	Cosecha + transp.	Costo Variable	Costo Fijo	Total	Bruto	Neto
T1	Eco Hum DX	0,5	4719,0	103,82	17,0	108,00	140,15	265,16	741,8	1007,00	1245,82	238,81
T2	Eco Hum DX	1,0	4753,7	104,58	34,2	108,00	141,18	283,33	741,8	1025,17	1254,97	229,79
T3	Eco Hum DX	2,0	5139,3	113,07	68,3	108,00	152,64	328,94	741,8	1070,78	1356,78	286,01
T4	Humi Rossi	0,5	4918,3	108,20	18,5	108,00	146,07	272,57	741,8	1014,41	1298,44	284,03
T5	Humi Rossi	1,0	5156,7	113,45	37,0	108,00	153,15	298,15	741,8	1039,99	1361,36	321,37
T6	Humi Rossi	2,0	4875,0	107,25	74,0	108,00	144,79	326,79	741,8	1068,63	1287,00	218,37
T7	Diss Forte	0,5	5052,7	111,16	14,9	108,00	150,06	272,94	741,8	1014,78	1333,90	319,12
T8	Diss Forte	1,0	4710,3	103,63	29,8	108,00	139,90	277,65	741,8	1019,49	1243,53	224,04
T9	Diss Forte	2,0	5161,0	113,54	59,5	108,00	153,28	320,78	741,8	1062,62	1362,50	299,88
T10	Testigo	0	4359,3	95,91	0,0	0,00	129,47	129,47	741,8	871,31	1150,86	279,55

Productos

Eco Humix (L) = \$ 34,15

Humi Rossi (L) = \$ 37,00

Diss Forte (L) = \$ 29,75

Cosecha + Transporte = \$ 1,35 qq

Jornal (1) = \$ 12,00

Precio Maíz = \$ 12,0 qq

V. DISCUSIÓN

El cultivo de maíz generó resultados favorables en el ensayo, lo que podría atribuirse al uso de semilla certificada, ya que en algunas zonas productoras, como las de la provincia de Los Ríos se usa más semilla certificada que en ninguna otra localidad. Si se compara maíz con arroz, el panorama del uso de semilla certificada en maíz es mucho mejor que en el arroz, donde se utiliza solamente alrededor del 10 al 15%. La mayoría emplea semilla reciclada y por este motivo los promedios de producción son mucho más bajos (Carriel, 2017).

La aplicación de ácidos húmicos obtuvo efectos favorables sobre la germinación y desarrollo del maíz, ya que Matans (2012), argumenta que los ácidos húmicos y fúlvicos son esenciales para el crecimiento sano de la planta. Ayudan a aumentar la absorción de nutrientes y pueden condicionar el suelo para un uso más eficiente de los fertilizantes. Ayudan a establecer unas raíces más sanas y a aumentar los rendimientos, y son beneficiosos para un mejor desarrollo de la planta. Los cultivos orgánicos y sin tierra pueden aprovecharse de los beneficios de los ácidos húmicos y fúlvicos. Una explicación simple de ambos ácidos es que el húmico ayuda a mejorar la salud del suelo y el crecimiento en general, mientras que el fúlvico (que se extrae el ácido húmico) actúa como un potenciador de los fertilizantes.

Los productos que se aplicaron en la investigación, fomentaron para que las características agronómicas del cultivo no reporten bajos resultados, ya que Guerrero (2012), dice que los ácidos húmicos en protección de cultivos poseen los beneficios de incremento de resistencia: mejoran la sanidad del cultivo al aportar mayor resistencia contra ataque de patógenos por la acción de los fenoles; prevención de enfermedades: favorecen la actividad de la planta y con ello su inmunidad contra la invasión de parásitos en las células y estímulo de microorganismos: al estimular la actividad de micorriza y antagonistas, se produce equilibrio biológico en la zona de las raíces.

El producto Humi Rossi, debido al costo de producción, influyó para que sea el

tratamiento que obtenga mayor beneficio neto, acompañado de un rendimiento óptimo, ya que AGROFARM (2016), reporta que el producto Humi Rossi es una fórmula concentrada de ácido Húmico 14 % y ácido Fúlvico 6 %, bioactivador líquido para aplicación foliar y suelo. Potencializador de los productos fitosanitarios que se aplican al cultivo, ampliando su eficacia.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos en la presente investigación sobre: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre la germinación y desarrollo del maíz (*Zea mays* L.)”, se detallan las siguientes conclusiones:

- La aplicación de ácidos húmicos influyó sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.).
- La mayor altura de planta se obtuvo con la utilización de Eco Hum DX en dosis de 0,5 L/ha.
- La longitud de mazorca no presentó buen resultado con el uso de ácidos húmicos, mientras que el diámetro de mazorca sobresalió con la aplicación de Eco Hum DX en dosis de 2,0 L/ha.
- El producto Humi Rossi, utilizándolo en dosis de 2,0 L/ha produjo que se incrementara el número de granos por mazorca.
- El mayor peso de 1000 granos y rendimiento lo alcanzaron los tratamientos que se aplicó Diss forte en dosis de 2,0 L/ha con 5161,0 kg/ha.
- El mayor beneficio neto lo consiguió la aplicación de Humi Rossi en dosis de 1,0 L/ha con \$ 321,37, debido al elevado costo de los productos a base de ácidos húmicos.

Por los antecedentes antes expuestos se recomienda lo siguiente:

- Aplicar sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), productos a base de ácidos húmicos como Humi Rossi, en dosis de 1,0 L/ha por obtener mayor beneficio neto en la presente investigación.
- Realizar investigaciones con otros productos a base de ácidos húmicos en

el cultivo de maíz y comparar los resultados.

- Aplicar los mismos productos en cultivos de ciclo corto para verificar la influencia de los ácidos húmicos en el rendimiento.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se efectuó en los terrenos de la Hda. San José de Flor María, de propiedad del Sr. José Ayala, ubicado en la parroquia Ricaurte, cantón Urdaneta, con coordenadas geográficas de 79⁰43' de longitud oeste y 01⁰ 58' de latitud sur y altura de 8 msnm.

Los objetivos planteados fueron: evaluar los efectos de la aplicación de ácidos húmicos en el cultivo de maíz; identificar el producto y dosis más adecuada para la germinación y desarrollo del cultivo y analizar económicamente los tratamientos. Como material de siembra se empleó semillas del híbrido Dekalb 7088.

Los tratamientos, constituidos por diferentes productos a base de ácidos húmicos con varias dosis fueron Eco Hum DX, Humi Rossi y Diss Forte, todos en dosis de 0,5, 1,0 y 2,0 L/ha ms un testigo absoluto sin aplicación de productos.

Se aplicó el diseño experimental de Bloques Completamente al azar, con diez tratamientos y tres repeticiones. La comparación de los promedios se tabuló con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

Para el normal desarrollo del cultivo se efectuaron las labores de preparación del terreno; siembra; control de malezas; riego; fertilización; control de plaga y enfermedades y cosecha. Los datos evaluados fueron altura de planta; longitud y diámetro de mazorca; número de granos por mazorca; peso de 1000 gramos; rendimiento y análisis económico.

Por los resultados obtenidos se detallan que la aplicación de ácidos húmicos influyó sobre el proceso de germinación y desarrollo del maíz (*Zea mays* L.); la

mayor altura de planta se obtuvo con la utilización de Eco Hum DX en dosis de 0,5 L/ha; la longitud de mazorca no presento buen resultado con el uso de ácidos húmicos, mientras que el diámetro de mazorca sobresalió con la aplicación de Eco Hum DX en dosis de 2,0 L/ha; el producto Humi Rossi, utilizándolo en dosis de 2,0 L/ha produjo que se incremente el número de granos por mazorca; el mayor peso de 1000 granos y rendimiento lo alcanzaron los tratamientos que se aplicó Diss forte en dosis de 2,0 L/ha con 5161,0 kg/ha y el mayor beneficio neto lo consiguió la aplicación de Humi Rossi en dosis de 1,0 L/ha con \$ 321,37, debido al elevado costo de los productos a base de ácidos húmicos.

VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the lands of Hda. San José de Flor María, owned by Mr. José Ayala, located in the parish of Ricaurte, Urdaneta, with geographic coordinates of 79043 of longitude west and 010 58 of south latitude and height of 8 msnm.

The objectives were: to evaluate the effects of the application of humic acids in the maize crop; identify the product and dose most suitable for the germination and development of the crop and economically analyze the treatments. Seeds of the hybrid Dekalb 7088 were used as seed material.

The treatments, consisting of different humic acid products with several doses were Eco Hum DX, Humi Rossi and Diss Forte, all at doses of 0.5, 1.0 and 2.0 L / ha plus an absolute control without application of products.

The experimental design of blocks was completely randomized, with ten treatments and three replicates. The comparison of the averages was tabulated with the Duncan test at 5% probability.

For the normal development of the crop, the preparation of the land was carried out; sowing; weed control; irrigation; fertilization; pest and disease control and harvesting. The data evaluated were plant height; ear length and ear diameter; number of grains per ear; weight of 1000 grams; performance and economic analysis.

The results show that the application of humic acids influenced the germination and development process of maize (*Zea mays* L.); the highest plant height was obtained with the use of Eco Hum DX in doses of 0.5 L / ha; the ear diameter did not present a good result with the use of humic acids, while the diameter of ear excelled with the application of Eco Hum DX in doses of 2,0 L / ha; the Humi Rossi product, using it at doses of 2.0 L / ha, resulted in an increase in the number of grains per ear; the highest weight of 1000 grains and yield was

achieved by treatments that were applied Diss forte in doses of 2.0 L / ha with 5161.0 kg / ha and the highest net benefit was achieved by the application of Humi Rossi in doses of 1, 0 L / ha with \$ 321.37, due to the high cost of humic acid based products.

IX. LITERATURA CITADA

- AGROFARM. 2016. Producto Humi Rossi. Disponible en <http://www.agrofarm.com.ec/index.php/sustancias-humicas/humi-rossi-20>
- Carriel, M. 2019. La importancia del cultivo de maíz. Disponible en <https://lahora.com.ec/noticia/937168/la-importancia-del-cultivo-del-mac3adz->
- Ecoforce. 2017. Efectos de los ácidos húmicos y fúlvicos sobre la absorción de nutrientes en la planta. Disponible en <http://www.fertilizantesecoforce.es/efectos-de-los-acidos-humicos-y-fulvicos-sobre-la-absorcion-de-nutrientes-en-la-planta/>
- FARMAGRO. 2016. Producto Eco Humix. Disponible en <http://www.farmagro.com/nutricion/fertilizantes-foliare>
- Fertilab. 2014. Funciones y beneficios de los Acidos húmicos. Disponible en <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/acidos-humicos.php>
- Gómez, M. 2012. Importancia del maíz. Disponible en <https://www.importancia.org/maiz.php>
- Guerrero, R. 2012. Beneficios adicionales de los Ácidos Húmicos. Disponible en <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/beneficios-adicionales-de-los-acidos-humicos/>
- Jorge, L., Castro, J. y Méndez, P. 2017. Efecto de la aplicación de ácidos húmicos en Hapludul Típico de los llanos Orientales y su interacción con elementos micronutrientes. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/24056/1/21164-71801-1-PB.pdf>
- JISA. 2012. Importancia de los Ácidos Húmicos. Disponible en

<http://www.acidoshumicos.com/blog/acidos-humicos/>

LOMBRICOR. 2012. Ácidos húmicos. Disponible en <http://www.lombricor.com/index.php/productos/acidoshumicos/acidos-humicos>

Matans, G. 2012. Ácidos húmicos y fúlvicos, que son y como se usan?. Disponible en <https://www.zamnesia.es/blog-acidos-humicos-y-acidos-fulvicos-que-son-y-como-se-usan-n1027>

Payeras, A. 2017. Ácidos húmicos y fúlvicos en bonsái. Disponible en <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>

Quiroz, D. y Merchán, M. 2016. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (*Zea mays* L.). Disponible en http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas_practicas/iniap.pdf

RAMAC. 2014. Importancia de los Ácidos Húmicos y Fulvicos en la Agricultura. Disponible en <http://www.ramac.com.ni/?p=1435>

UNGERER. 2016. Producto Diss forte. Disponible en <http://studylib.es/doc/346478/hoja-tecnica-diss-forte>

X. APÉNDICE

Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 9. Altura de planta, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			Prom.
N°	Producto	Dosis	I	II	III	
T1	Eco Hum DX	0,5	2,69	2,69	2,73	2,70
T2	Eco Hum DX	1,0	2,54	2,31	2,51	2,45
T3	Eco Hum DX	2,0	2,74	2,63	2,42	2,60
T4	Humi Rossi	0,5	2,44	2,53	2,61	2,53
T5	Humi Rossi	1,0	2,63	2,69	2,43	2,58
T6	Humi Rossi	2,0	2,38	2,65	2,57	2,53
T7	Diss Forte	0,5	2,59	2,54	2,37	2,50
T8	Diss Forte	1,0	2,46	2,51	2,57	2,51
T9	Diss Forte	2,0	2,47	2,43	2,34	2,41
T10	Testigo	0	2,60	2,16	2,54	2,43

Variable N R² R²Aj CV
Alt pl 30 0,40 0,04 5,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	0,21	11	0,02	1,10	0,4150
Trat	0,20	9	0,02	1,27	0,3192
Rep	0,01	2	0,01	0,34	0,7136
Error	0,32	18	0,02		
<u>Total</u>	<u>0,53</u>	<u>29</u>			

Cuadro 10. Longitud de mazorca, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			Prom.
N°	Producto	Dosis	I	II	III	
T1	Eco Hum DX	0,5	18,8	18,5	17,8	18,4
T2	Eco Hum DX	1,0	19,0	20,5	17,2	18,9
T3	Eco Hum DX	2,0	18,4	18,7	18,8	18,6
T4	Humi Rossi	0,5	19,1	18,5	18,6	18,7
T5	Humi Rossi	1,0	18,4	18,7	18,6	18,6
T6	Humi Rossi	2,0	18,7	18,8	19,4	19,0
T7	Diss Forte	0,5	18,7	20,0	19,2	19,3
T8	Diss Forte	1,0	17,8	19,9	18,8	18,8
T9	Diss Forte	2,0	19,6	19,0	17,0	18,6
T10	Testigo	0	20,4	18,4	19,6	19,5

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Long maz</u>	<u>30</u>	<u>0,27</u>	<u>0,00</u>	<u>4,61</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	5,06	11	0,46	0,61	0,7965
Trat	3,21	9	0,36	0,47	0,8738
Rep	1,85	2	0,93	1,23	0,3156
Error	13,56	18	0,75		
<u>Total</u>	<u>18,62</u>	<u>29</u>			

Cuadro 11. Diámetro de mazorca, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			Prom.
N°	Producto	Dosis	I	II	III	
T1	Eco Hum DX	0,5	16,2	15,7	15,8	15,9
T2	Eco Hum DX	1,0	15,8	15,8	16,4	16,0
T3	Eco Hum DX	2,0	17,3	16,1	16,4	16,6
T4	Humi Rossi	0,5	16,1	16,0	16,6	16,2
T5	Humi Rossi	1,0	16,1	15,7	16,1	16,0
T6	Humi Rossi	2,0	16,0	15,6	15,7	15,8
T7	Diss Forte	0,5	16,0	16,7	15,8	16,2
T8	Diss Forte	1,0	16,7	16,0	15,9	16,2
T9	Diss Forte	2,0	16,8	15,2	16,1	16,0
T10	Testigo	0	17,4	15,9	15,7	16,3

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
Diam maz	30	0,47	0,14	2,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	3,25	11	0,30	1,43	0,2397
Trat	1,55	9	0,17	0,84	0,5932
Rep	1,70	2	0,85	4,13	0,0334
Error	3,70	18	0,21		
<u>Total</u>	<u>6,95</u>	<u>29</u>			

Cuadro 12. Granos por mazorca, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			Prom.
N°	Producto	Dosis	I	II	III	
T1	Eco Hum DX	0,5	522	563	527	537
T2	Eco Hum DX	1,0	552	572	548	557
T3	Eco Hum DX	2,0	528	536	556	540
T4	Humi Rossi	0,5	532	544	558	545
T5	Humi Rossi	1,0	617	552	561	576
T6	Humi Rossi	2,0	673	673	606	651
T7	Diss Forte	0,5	572	567	611	583
T8	Diss Forte	1,0	641	529	622	597
T9	Diss Forte	2,0	623	516	618	585
T10	Testigo	0	544	585	600	576

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
Granos/maz	30	0,59	0,34	6,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	32757,13	11	2977,92	2,33	0,0535
Trat	30863,87	9	3429,32	2,69	0,0356
Rep	1893,27	2	946,63	0,74	0,4905
Error	22984,73	18	1276,93		
<u>Total</u>	<u>55741,87</u>	<u>29</u>			

Cuadro 13. Peso de 1000 granos, en el ensayo: "Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)". FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			Prom.
N°	Producto	Dosis	I	II	III	
T1	Eco Hum DX	0,5	358,0	340,0	391,0	363,0
T2	Eco Hum DX	1,0	396,0	348,0	353,0	365,7
T3	Eco Hum DX	2,0	393,0	409,0	384,0	395,3
T4	Humi Rossi	0,5	377,0	352,0	406,0	378,3
T5	Humi Rossi	1,0	402,0	392,0	396,0	396,7
T6	Humi Rossi	2,0	316,0	408,0	401,0	375,0
T7	Diss Forte	0,5	366,0	417,0	408,0	397,0
T8	Diss Forte	1,0	303,0	382,0	402,0	362,3
T9	Diss Forte	2,0	393,0	355,0	418,0	388,7
T10	Testigo	0	356,0	329,0	321,0	335,3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso 1000 g	30	0,44	0,09	8,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	13089,47	11	1189,95	1,26	0,3180
Trat	10573,20	9	1174,80	1,25	0,3279
Rep	2516,27	2	1258,13	1,34	0,2875
Error	16940,40	18	941,13		
Total	30029,87	29			

Cuadro 14. Rendimiento del cultivo, en el ensayo: “Efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			Prom.
N°	Producto	Dosis	I	II	III	
T1	Eco Hum DX	0,5	4654,0	4420,0	5083,0	4719,0
T2	Eco Hum DX	1,0	5148,0	4524,0	4589,0	4753,7
T3	Eco Hum DX	2,0	5109,0	5317,0	4992,0	5139,3
T4	Humi Rossi	0,5	4901,0	4576,0	5278,0	4918,3
T5	Humi Rossi	1,0	5226,0	5096,0	5148,0	5156,7
T6	Humi Rossi	2,0	4108,0	5304,0	5213,0	4875,0
T7	Diss Forte	0,5	4758,0	5421,0	5304,0	5161,0
T8	Diss Forte	1,0	3939,0	4966,0	5226,0	4710,3
T9	Diss Forte	2,0	5109,0	4615,0	5434,0	5052,7
T10	Testigo	0	4628,0	4277,0	4173,0	4359,3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend	30	0,44	0,09	8,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2212119,87	11	201101,81	1,26	0,3180
Trat	1786870,80	9	198541,20	1,25	0,3279
Rep	425249,07	21	2624,53	1,34	0,2875
Error	2862927,60	18	159051,53		
Total	5075047,47	29			

Fotografías

Siembra del maíz híbrido Dekalb 7088



Aplicación de productos fitosanitarios



Revisión final del Tutor de Tesis, Ing. Agr. Msc. Oscar Caicedo C.



Revisión del Coordinador de Titulación, Ing. Agr. Msc. Marlon López I.



Tomando datos finales altura y diámetro de la mazorca

