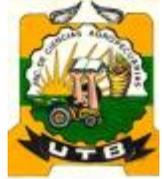




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica



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

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos
húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Ricaurte,
cantón Urdaneta”

Autora:

Ruth Gabriela Vargas Ullón

Tutor:

Ing. Agr. Marlon Víctor Pazos Roldán, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador.

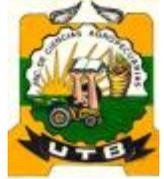
2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta”

Tribunal de sustentación

Ing. Oscar Mora Castro MBA

PRESIDENTE

Ing. Agr. Luís Sánchez Jaime MSc

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Ider Moran Caicedo MSc

SEGUNDO VOCAL

Responsabilidad

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo experimental son de exclusiva responsabilidad de la autora:

Ruth Gabriela Vargas Ullon

DEDICATORIA

Mi trabajo experimental está dedicado a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado en mi formación académica y que son muy importantes para mí:

A mis padres Juan Vargas y Edith Ullon, porque el esfuerzo y sacrificio que cada día hacen por mí, por creer en mí y mis capacidades, por brindarme su amor y cariño sin medida durante toda mi vida.

A mi abuelita, Juana Cruz, por cuidar de mí en mi niñez, por estar junto mí en mis tiempos difíciles, por inculcarme buenos valores y grandes enseñanzas, por bendecir mis días todos los días con su amor.

Y por último y no menos importantes a mis sobrinitos, Valentina y Gabriel, por hacer de mis días los más felices e inigualables tan solo con sus existencias, besos y abrazos haciendo que mis fuerzas nunca mengüen.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a mis padres, porque gracias a ellos y al apoyo brindado he logrado culminar mi carrera universitaria.

Gracias al Ingeniero Marlon Pazos, mi tutor de tesis, por el apoyo, paciencia y conocimientos que me brindó durante los meses que duró el trabajo experimental.

A mi novio porque gracias a las palabras de aliento y consejos nunca me rendí, siempre estuvo ahí impulsándome y acompañándome para que no desmayara. gracias porque me has ayudado mucho, mucho más de lo que esperaba. Te estaré eternamente agradecida.

Gracias también a mi amigo Don Ney, que me prestó “un pedacito de cielo” para realizar mi tesis, esto no se hubiera consumado si él no hubiera puesto su buen corazón como muestra de la excelente y maravillosa amistad que tenemos.

Gracias a todos mis amigos de la Facultad, pero en especial a Taymy, Cathy, Yuli, Blanquita, Jairon, Danilo, Erwing, Freddy, Aguillón, Romario y Joel quienes de alguna u otra manera aportaron con conocimientos, amistad verdadera y compañía durante esta etapa universitaria tan hermosa e inolvidable.

Y a todos los ingenieros/as docentes, que contribuyeron con sus conocimientos dentro y fuera de las aulas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo para hacer de mí una profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	2
1.2. Objeto.....	2
1.3. Campo de acción.....	2
1.4. Objetivos.	2
Objetivo General:	2
Objetivo Específicos:.....	2
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Origen del maíz	4
2.2. Clasificación taxonómica del maíz.....	4
2.3. Morfología del maíz	5
2.3.1. Raíz:	5
2.3.2. Tallo	5
2.3.3. Hojas.....	6
2.3.4. Flor.....	6
2.3.5. Fruto	7
2.4. Semillas híbridas	7
2.5. Fertilización	8
2.5.1. Fertilizantes sintéticos	8
2.5.2. Fertilizantes orgánicos	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Características del sitio experimental	13
3.2. Métodos	13
3.3. Factores estudiados	13
3.4. Material de siembra	13
3.5. Tratamientos en estudio	14
3.6. Diseño Experimental.....	15
3.6.1. Análisis de varianza	15
2.6.2. Característica del lote Experimental	15
3.7. Manejo del ensayo	16
3.7.1. Siembra.....	16
3.7.2. Riego	16
3.7.3. Fertilización.....	16
3.7.4. Controles fitosanitarios	17

3.7.5	Control de malezas	17
3.7.6	Cosecha.....	17
3.8	Datos a evaluar	17
3.8.1	Días a la floración	17
3.8.2	Altura de planta	17
3.8.3	Diámetro del tallo	17
3.8.4	Longitud de mazorca.....	18
3.8.5	Diámetro de mazorca	18
3.8.6	Número de hileras por mazorca	18
3.8.7	Número de granos por hilera.....	18
3.8.8	Número de mazorcas por planta	18
3.8.9	Peso de 100 granos	18
3.8.10	Rendimiento	18
3.8.11	Análisis económico	19
IV.	RESULTADOS	20
4.1.	Días a la floración.....	20
4.2.	Altura de planta	20
4.3.	Diámetro del tallo.....	21
4.4.	Longitud de mazorca	21
4.5.	Diámetro de mazorca	22
4.6.	Número de hileras por mazorca.....	22
4.7.	Número de granos por hilera	23
4.8.	Número de mazorcas por planta.....	24
4.9.	Peso de 100 granos	24
4.10.	Rendimiento (kg/ha)	25
4.11.	Análisis económico.....	25
V.	CONCLUSIONES	27
VI.	RECOMENDACIONES.....	28
VII.	RESUMEN.....	29
VIII.	SUMMARY	30
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	31
X.	ANEXOS	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características del híbrido Emblema	14
Cuadro 2. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta”. 2020.	14
Cuadro 3. Análisis de la varianza	15
Cuadro 4. Días a la floración. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	20
Cuadro 5. Altura de planta (m). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	20
Cuadro 6. Diámetro del tallo (cm). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.	21
Cuadro 7. Longitud de la mazorca (cm). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	22
Cuadro 8. Diámetro de la mazorca. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	22
Cuadro 9. Número de hileras por mazorca. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	23
Cuadro 10. Días a la floración. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	23

Cuadro 11. Número de mazorcas por planta. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	24
Cuadro 12. Peso de 100 granos (gramos). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	24
Cuadro 13. Rendimiento (kg/ha). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	25
Cuadro 14. Análisis económico. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020	26

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Aplicación de Tratamientos (urea y abono orgánico).....	45
Fotografía 2. Control de plagas.....	46
Fotografía 3. Parcelas en floración.....	47
Fotografía 4. Peso de 100 granos	48
Fotografía 5. Midiendo humedad.....	49
Fotografía 6. Pesando rendimiento de parcela útil	50

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de 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 nutrición animal, muy en particular, la avicultura.

Uno de los factores que limitan la producción de maíz es el alto impacto de los fertilizantes en los costos de producción, ya sea por la cantidad con que se utilizan en el cultivo como por su elevado precio. Los altos costos de los insumos agrícolas y en especial el de los fertilizantes obliga a buscar nuevas alternativas de manejo y explotación de los cultivos, por consiguiente, la aplicación de abonos orgánicos o extractos de sustancias húmicas artesanales permite disminuir tales costos de producción mejorando la rentabilidad de los cultivos del pequeño y mediano productor.

El Banco Central del Ecuador señala que en el 2018 el costo de producción por hectárea en zonas maiceras de Los Ríos se fijó en USD 1010; y el precio de venta del quintal de maíz fluctuó entre los USD 14,5 y USD 16.¹

El uso y la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos, promueven un mayor desarrollo radicular y por consiguiente una mejor asimilación de los nutrientes, propiciando una mayor producción reduciendo el uso exagerado de fertilizantes químicos.

En el 2019 se sembraron en el Ecuador alrededor de 232 745 hectáreas de maíz siendo las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas y Loja que concentran casi el 98% de la superficie cultivada nacional; en ese año se obtuvieron 1,54 millones de toneladas (t) de maíz; el 22% del material genético empleado en la siembra de este cereal fue el híbrido Emblema 777 (Ministerio de Agricultura y

¹ Fuente: BanEcuador. Reporte de Coyuntura (BanEcuador 2018)

Ganadería 2019)(Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019)

1.1. Problema.

Escaso o nulo uso de abonos orgánicos en el cultivo de maíz.

1.2. Objeto.

Aplicación de abonos orgánicos para incrementar la producción en el cultivo de maíz y reducir el consumo de fertilizantes de síntesis.

1.3. Campo de acción.

Aplicación de abonos orgánicos más fertilizantes químicos en el cultivo de maíz.

1.4 Objetivos.

Objetivo General:

“Estudiar el efecto de la aplicación combinada de fertilización sintética y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricarte, cantón Urdaneta”.

Objetivo Específicos:

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la aplicación de los tratamientos estudiados.
- Determinar el tratamiento combinado de fertilizante sintético y abono orgánico que permita obtener el mayor rendimiento del cultivo de maíz.
- Analizar el costo-beneficio de cada uno de los tratamientos en estudio.

1.5. Hipótesis.

H₀: La aplicación de ácidos húmicos no tendrán un efecto positivo sobre el desarrollo y productividad del cultivo de maíz.

H₁: Al menos una de las dosis de ácidos húmicos presentará un efecto diferente sobre el desarrollo y/o productividad del cultivo objeto de estudio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del maíz

Serratos afirma que según las observaciones de Vavilov, el origen del maíz junto con aproximadamente 49 especies más, está en el Centro Primario que se localiza desde el centro-sur de México hasta la mitad del territorio de Centroamérica. Desde sus primeras exploraciones en México, para Vavilov fue evidente que *Euchlaena*, género en que antiguamente se clasificó al teocintle, era el pariente silvestre más cercano del maíz (Serratos 2012).

La Secretaría de Educación Pública de México manifiesta que todo indica que el maíz es originario seguramente de Mesoamérica, aunque su domesticación pudo realizarse de modo simultáneo o autónomo en otros lugares del continente (SEP 1987).

2.2 Clasificación taxonómica del maíz

Al principio, los taxónomos clasificaron los géneros *Zea* y *Euchlaena*, como dos géneros separados, sin embargo, debido al estudio realizado por Reeves y Mangelsdorf en 1942 se los considera como un único género, basándose en la compatibilidad entre estos grupos de plantas y a estudios genéticos. Entre las Maydeas orientales existen diversos géneros como *Schleracne*, *Polytocha*, *Chionachne*, *Trilobachne* y *Coix* (Sánchez 2014).

La fuente anterior indica que su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta.
Subdivisión: Angiospermae
Clase: Liliopsida
Orden: Poales (Glumifloras)

Familia: Poaceae (Gramíneas)

Género: Zea Linnaeus, 1753

Especie: *Zea mays*

2.3 Morfología del maíz

La morfología del maíz es la siguiente:

2.3.1 Raíz:

Según (Pavón 2006)

La raíz de una planta de maíz es fasciculada con un potente desarrollo. Tienen dos tipos de raíces que son los siguientes:

Seminales: Nacen en la semilla después de la radícula para afirmar la planta. No son permanentes.

Adventicias: Nacen de los nudos inferiores del tallo y actúan de sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas. Las raíces adventicias son perennes. En este grupo están incluidas las principales y secundarias. Estas nacen por encima de las primeras raicillas en una zona llamada corona. Este grupo constituye el llamado sistema radicular principal

2.3.2 Tallo

Es leñoso y cilíndrico compuesto de nudos y entrenudos, los cuales varían de 8 a 25 con un promedio de 14. Valladares (2010), citado por (Chanataxi 2016)

Los entrenudos superiores son cilíndricos; en corte transversal se observa que la epidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares cuya función principal es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas.(Ortigoza et al. 2019)

2.3.3. Hojas

Según la opinión de (Ortigoza et al. 2019)

Este cereal tiene la hoja similar a la de otras gramíneas; está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta.

La lámina es una banda angosta y delgada hasta de 1,5 m. de largo por 10 cm. de ancho, que termina en un ápice muy agudo. El nervio central está bien desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior.

Por otra parte para (Fassio et al. 1998)

La planta de maíz presenta en promedio, 14 hojas, 56 días después de la emergencia y 15 hojas a los 2 meses de la misma y está a 10 o 12 días de la etapa R1 (emergencia de los estigmas).

2.3.4 Flor

El maíz es una planta hermafrodita de inflorescencia monoica, lo que significa que produce flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta.(Dupont 2015)

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral. (Conacyt 2012)

La inflorescencia femenina se encuentra entre 8 y 13 brácteas largas, duras y finamente pubescentes (peludas), las cuales durante la antesis llegan a medir hasta 13 centímetros de largo. La espiguilla pistilada está constituida por un par de glumas externas, 2 yemas y 2 paleas, pero están tan unidas que aparecen en la mazorca madura como dos hojuelas muy delgadas. El eje de la espiga femenina es carnoso (tusa) y puede medir de 8 hasta 30 centímetros de largo y de 2 a 7 centímetros de diámetro. En una espiga bien formada hay entre 750 a 1000 granos potenciales (óvulos), dispuestos alrededor de la mazorca en un número uniforme de hileras. (Productos Vegetales 2017)

2.3.5 Fruto

La mazorca de maíz es una infrutescencia

En la mazorca se localizan los granos dispuestos en filas longitudinales, sostenidas por un eje esponjoso que es el olote, tusa, coronta o carozo. Bajo buenas condiciones (control de plagas y enfermedades, adecuada humedad y fertilización), algunas variedades producen una segunda mazorca. La mazorca puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras, el diámetro y su longitud. El peso del grano puede variar, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. (Productos Vegetales 2017)

2.4 Semillas híbridas

Los híbridos son el resultado del cruce de plantas de diferentes líneas o variedades con el fin de combinar en su descendencia los caracteres parentales deseados. Las semillas híbridas han contribuido a duplicar el rendimiento del maíz y ahora gran parte de la explotación de este cereal se realiza utilizando semillas híbridas. El uso de esta clase de semillas ha aumentado en los últimos años, y ahora son comunes las variedades híbridas de cereales, hortalizas y algunas especies florales. (Caicedo 2012)

El método de endocria e hibridación permite la producción a voluntad de semilla híbrida con una constitución genética determinada y constante, a condición de que se resguarde la pureza de las líneas progenitoras y se apliquen

buenas prácticas agronómicas de producción de semilla híbrida. (Eyhéride 2015)

2.5 Fertilización

Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados tiene el propósito de complementar el aporte de nitrógeno edáfico para satisfacer la demanda del cultivo; sin embargo, el uso inapropiado de estos insumos aumenta la cantidad de nitrato residual en el suelo (Nr) y el riesgo es su posterior lixiviación y contaminación de las masas de agua, independientemente si se trata de fertilizantes sintéticos (FS) u orgánicos. (Arévalo et al. 2007)

En 2018 el consumo mundial de fertilizantes fue de de 187 millones de toneladas, para 2020 la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA), provee que este valor alcance unas 191,4 Mt. (CNV 2020)

2.5.1 Fertilizantes sintéticos

Los fertilizantes sintéticos o artificiales, son creados por el hombre a través de compuestos químicos. La función principal de estos fertilizantes es proporcionar los nutrientes para que los cultivos generen la mayor producción posible. Los fertilizantes sintéticos cumplen hoy un rol muy importante en la industria agrícola debido a la mayor concentración de nutrientes y el menor costo por cantidad de nutriente aportado. (Ecu Red 2012)

Las desventajas que presentan los fertilizantes u otros productos agroquímicos son sobre el medio ambiente. Uno de los ejemplos más claros es la eutrofización ocasionada por los nitratos. Otro de los efectos negativos más destacables de estos tipos de fertilizantes es su posible toxicidad a plantas (debido al biuret).(Probelte 2019)

Entre los fertilizantes nitrogenados de uso más frecuente se encuentran la urea, el nitrato de amonio (NA) y el sulfato de amonio (SA).

Es conocido el mayor efecto acidificante del sulfato de amonio respecto del nitrato de amonio y la urea. Sin embargo, no se puede generalizar sobre este efecto en todos los suelos, normalmente la capacidad amortiguadora de los suelos arcillosos hace que la acidez inducida por estas tres fuentes sea menor, particularmente en el caso del SA. (Chien et al. 2016)

La Urea

Para (Portalfrutícola 2019)

La urea es uno de los fertilizantes más concentrados en nitrógeno (46%) y normalmente, el más económico en el mercado. Su uso comenzó en 1935, pero se masificó a partir de los años 60's. Al fertilizar el suelo con urea, la hidrólisis de ésta y la posterior oxidación del amonio liberan protones, aumentando la acidificación del suelo. Este incremento de protones igualmente produce un desplazamiento de cationes, intensificando la pérdida de nutrientes esenciales, principalmente de calcio. Se puede afirmar que el uso continuado de urea descalcifica los suelos.

Esta fuente agrega además de que el nitrato al ser muy móvil en la solución del suelo este se lixivia fácilmente del área radicular; arrastrando posteriormente a los cationes presentes en la solución de suelo, como calcio, potasio y sodio.

En opinión de (INTA 2016)

La hidrólisis es catalizada por una enzima denominada ureasa. Su actividad es muy importante en los residuos de cosecha y en la parte superficial de los suelos. La mayor actividad de la ureasa se concentra en el estrato superficial y se reduce con la profundidad del perfil del suelo.

El amonio liberado en la hidrólisis de la urea queda en equilibrio dinámico con el amoníaco de la atmósfera; la hidrólisis genera un incremento significativo del pH alrededor del gránulo de urea ya que consume protones. Ese incremento del pH desplaza el equilibrio del amonio y amoníaco favoreciendo la volatilización

del NH_3 a la atmósfera.

La urea es susceptible de perderse por volatilización, lo cual se favorece bajo las siguientes condiciones: (Meléndez y Molina 2003)

- ✓ Suelos con pH alto, aumenta la conversión de amonio a amoníaco
- ✓ Suelos arenosos, con baja CIC
- ✓ La aplicación superficial de urea en suelos de pH alto, secos y calientes favorece las pérdidas por volatilización.
- ✓ Suelos altos en carbonato de Ca, por su efecto directo sobre el pH
- ✓ Temperatura alta aumenta la relación NH_3/NH_4 , a la vez que disminuye la solubilidad del amoníaco en agua y aumenta la difusión de gases.

Del total de fertilizantes nitrogenados utilizados en el país más del 75% es urea, este fertilizante puede producir óxido nitroso, un gas de efecto invernadero 300 veces más contaminante que el CO_2 . (Agriculturers 2019)

En 2017 la cantidad de fertilizantes nitrogenados importados por el Ecuador fueron de 460'396.464 Kg. (ICEX 2017)

Un estudio realizado por el MAG señala que en el 2015 los cultivos que consumieron mayor cantidad de insumos químicos especialmente fertilizantes nitrogenados fueron: el arroz y el maíz duro, con un área de cultivo de 385 mil y 341 mil hectáreas respectivamente. (Pozo 2017)

2.5.2. Fertilizantes orgánicos

El humus es un compuesto complejo variable que contiene carbono, es de coloración marrón negruzca, que tiene una descomposición lenta en condiciones naturales y que puede permanecer en el suelo durante cientos de años. (Cooper y Abi 2017)

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas). Además, al incorporarla modifica algunas propiedades del suelo como son: A) mejora la estructura del suelo, facilitando la permeabilidad y estabilidad de los agregados, B) incrementa la capacidad de retención de agua, C) estimula el desarrollo de microorganismos benéficos, D) aumenta la CIC lo cual disminuye el riesgo de lixiviación de nutrientes y aumentando su disponibilidad, entre otros beneficios. (Félix y Olalde 2008)

En opinión de (Pettit 2016)

Los ácidos húmicos (HAs) comprenden una mezcla de ácidos orgánicos débiles alifáticos y aromáticos que no son solubles en agua en pH ácidos, pero si son solubles en agua en pH alcalinos; los ácidos húmicos se mezclan fácilmente con las arcillas.

Los Ácidos fúlvicos (FAs) son una mezcla de ácidos orgánicos (alifáticos débiles y aromáticos) que son solubles en agua en todas las condiciones de pH. La capacidad de intercambio de ácidos fúlvicos es el doble que el de húmicos.

Arias y Arnaude manifiestan que se obtienen resultados similares al aplicar 5 o 10 t.ha⁻¹ de abono orgánico. (Arias y Arnaude de Chacón 2010)

Ihumix DG

Es una eficiente enmienda orgánica granulada, a base de ácidos fúlvicos y húmicos procedentes de Leonardita, la cual actúa sobre la estructura de los suelos, especialmente mejorando la química de estos, e indirectamente ayudar en la liberación de minerales que pueden estar retenidos o bloqueados en la solución del suelo. (Nederagro 2019)

Nederagro recomienda en arroz y maíz aplicar de 25 a 50 kg de Ihumix DG por hectárea en dos aplicaciones por ciclo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en la finca “Oasis de Paz” propiedad del Sr. Ney Rodríguez Cagua, ubicada en el recinto Palmasola, en la parroquia Ricaurte del cantón Urdaneta, provincia Los Ríos, con altitud de 25 msnm y coordenadas geográficas UTM X = 9828012, Y = 677275².

La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media de 25,3 °C; precipitación anual de 1871 mm; humedad relativa de 86 % y una heliofanía promedio diaria de 2,5 horas. El suelo presenta topografía plana, textura franco – arcillosa³.

3.2. Métodos

En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes:

- Deductivo,
- Inductivo, y
- Experimental.

3.3. Factores estudiados

Variables Dependientes: comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz.

Variable Independiente: aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos.

3.4. Material de siembra

Se utilizó la semilla del maíz híbrido Emblema 777.

² GPS Garmin 25X Datum WGS 84, Zona 17S

³ Datos de Weather Spark (2019)

Cuadro 1. Características del híbrido Emblema

Híbrido	simple
Ciclo vegetativo	125
Días a la floración	53 – 55
Tipo de grano	Semi cristalino
Color de grano	Anaranjado - rojizo
Altura de planta (m)	2.50 – 2.70
Altura de mazorca (m)	1.40 – 1.50
% de desgrane	87
Nº hileras por mazorca	14 – 16
Granos por hilera	34 – 37
Resistencia al acame de tallo	Muy buena
Tolerancia a enfermedades	
Cercosporiosis	Muy buena
Complejo mancha de asfalto	Regular
Virus de la cinta roja	Regular
población (plantas/ha)	62500 a 69444
Rendimiento kg ha ⁻¹	7250

Fuente: Agrizon. Semilla de maíz Emblema (Agrizon 2019)

3.5. Tratamientos en estudio

Los tratamientos evaluados fueron diferentes dosis de urea combinada con ácidos húmicos como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta”. 2020.

Tratamiento	Descripción
T1	100 % FN
T2	75% FN + 20 Kg ha ⁻¹ AO
T3	50% FN + 40 Kg ha ⁻¹ AO

T4	25% FN + 60 Kg ha ⁻¹ AO
----	------------------------------------

Nota. FN = fertilizante nitrogenado (Urea), AO = Abono orgánico (Ihumix DG)

La dosis de fertilizante nitrogenado fue de 176.5 Kg N ha⁻¹.

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos y cuatro repeticiones.

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Análisis de varianza

Cuadro 3. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Error experimental	9
Total	15

2.6.2. Característica del lote Experimental

Área total del ensayo:	364,80 m ²
Área de la unidad experimental (4 X 4,8):	19,20 m ²
Área útil de la unidad experimental (3,2 m x 3,2 m):	10,24 m ²
Separación entre repeticiones:	1 m
Número de hileras por parcela experimental:	6
Longitud de las hileras:	4 m
Separación entre hileras:	0,80 m
Distancia entre plantas en cada hilera:	0,20 m

Número de filas del área útil de la parcela experimental: 4

Población de plantas por área útil experimental: 64 plantas

3.7. Manejo del ensayo

Durante la ejecución del ensayo se realizaron todas las labores agrícolas necesarias para un normal y óptimo desarrollo del cultivo

3.7.1 Siembra

La siembra se realizó en forma directa en labranza cero.

Se sembró de forma manual a un distanciamiento de 0,80m entre hileras y 0,20m entre plantas, colocando de 2 semillas por hoyo, luego a los 5 dde se procedió a realizar un raleo dejando una planta por sitio.

3.7.2 Riego

El riego no fue necesario, ya que el cultivo se desarrolló durante la época lluviosa entre los meses de enero a mayo del 2020.

3.7.3 Fertilización

La dosis de nitrógeno se dividió en tres partes y se aplicó de la siguiente forma:

El nitrógeno se fraccionó aplicándolo a los 10, 25 y 45 días después de la siembra en las dosis que se mencionan en el cuadro de tratamientos (383,74 kg/ha de urea)

La dosis de ácido húmico (Ihumix DG) se aplicó totalmente a los 8 días después de la siembra.

Además, al momento de la siembra en cada una de las parcelas experimentales se aplicó 90 kg de K₂O junto con 60 kg de P₂O₅ por hectárea.

3.7.4 Controles fitosanitarios

Se efectuaron monitoreos continuos para determinar la presencia de plagas y enfermedades, para su respectivo control. El control de plagas se realizó cuando una determinada plaga alcanzó el nivel de decisión, el cual para *Spodoptera sp* es cuando 15 a 20% de plantas muestreadas presentan larvas⁴.

3.7.5 Control de malezas

Para el control de malezas se utilizó el herbicida preemergente Nicosulfuron, de acuerdo al tipo de maleza existente en el terreno, en dosis de 51 gramos/ha.

3.7.6 Cosecha

Antes de la cosecha se observó que las semillas hubieran cumplido su grado óptimo de comercialización. La cosecha se la realizó en forma manual en cada unidad experimental y tratamiento.

3.8 Datos a evaluar

3.8.1 Días a la floración

El día a la floración fue determinado desde el día de la emergencia hasta el día en que cada unidad experimental hubo florecido el 50% de las plantas.

3.8.2 Altura de planta

En 10 plantas escogidas al azar se midió la altura desde la base de la planta hasta el nudo basal de la inflorescencia masculina, este dato se evaluó al momento de la cosecha. Los resultados se expresaron en cm.

3.8.3 Diámetro del tallo

Al momento de realizar la cosecha se tomaron 10 plantas de la parcela útil y se midieron sus diámetros con un calibrador a la altura de 50 cm desde la base del tallo. Se expresó en centímetros.

⁴ Manejo agroecológico del gusano cogollero en el maíz (Ramos 2011)

3.8.4 Longitud de mazorca.

Del total de las mazorcas cosechadas en cada área útil se tomaron 10 mazorcas para medir su longitud desde la base hasta el ápice de la misma en centímetros.

3.8.5 Diámetro de mazorca

En estas 10 mazorcas mediante un calibrador se midió el diámetro en el tercio medio de cada mazorca y se expresó en centímetros.

3.8.6 Número de hileras por mazorca

En las mazorcas de la variable anterior se contaron el número de hileras de granos en cada mazorca.

3.8.7 Número de granos por hilera

Se contaron los granos por hilera que posee cada una de las mazorcas que se evaluaron en la variable anterior.

3.8.8 Número de mazorcas por planta

Al momento de la cosecha de entre 10 plantas se contaron el número de mazorcas por planta.

3.8.9 Peso de 100 granos

De cada parcela útil se contaron 100 granos, teniendo cuidado que no estuvieran afectados por hongos, insectos, ni podridos y luego se pesaron las muestras en una balanza de precisión calibrada en gramos.

3.8.10 Rendimiento

Se pesó la producción de la parcela útil en cada una de las unidades experimentales. El rendimiento se uniformizó al 14 % de humedad y transformado en kg ha⁻¹. Para uniformizar el peso se empleó la siguiente fórmula.⁵

⁵ Cámara Arbitral de Cereales. Merma por humedad (Cereales 2020)

$$P_u = \frac{P_a \times (100 - h_a)}{100 - h_d}$$

Dónde:

P_u = Producción uniformizada en kg ha^{-1}

P_a = Producción actual en kg ha^{-1}

H_a = Humedad actual

H_d = Humedad deseada (14%)

3.8.11 Análisis económico

El análisis económico se realizó en función del valor obtenido del rendimiento del grano Kg/ha y del costo de cada uno de los tratamientos. Su análisis se efectuó en base a la relación al beneficio/costo mediante la siguiente fórmula⁶:

$$R_{B/C} = \frac{\text{Ingreso Neto}}{\text{Costo Total}}$$

Donde:

Ingreso bruto = Rendimiento x Valor kg de producto

Ingreso Neto = Ingreso bruto – costo total

Costo o egreso total = Costos fijos + costos variables

⁶ Kojima, A. ¿Qué es el análisis costo-beneficio? (Kojima 2019)

IV. RESULTADOS

4.1. Días a la floración

En el Cuadro 4 se observan los valores de días a la floración masculina.

En lo que respecta a los días a la floración, los tratamientos no presentaron significancia estadística. Todos los tratamientos florecieron entre los 50 y 53 días de germinado el cultivo. El coeficiente de variación para esta variable fue de 1.46 %.

Cuadro 4. Días a la floración. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	51,25
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	51,50
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	51,25
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	51,25
CV			1.46
Promedio			51.31
Significancia			ns

4.2. Altura de planta

En el Cuadro 5 se observan los resultados de altura de planta.

En lo referente a esta variable, se puede apreciar que todos los tratamientos se comportaron de forma similar.

Cuadro 5. Altura de planta (m). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	2,12
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	2,21
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	2,14
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	2,09
CV			5.29
Promedio			2.14
Significancia			ns

4.3. Diámetro del tallo

En el Cuadro 6 se observan los datos de diámetro del tallo.

En esta variable, los tratamientos presentaron significancia estadística. Los tratamientos 1,2 y 3, presentaron un comportamiento similar, siendo el tratamiento 2 el que presentó el mayor diámetro del tallo. El coeficiente de variación para esta variable fue de 4.51 %.

Cuadro 6. Diámetro del tallo (cm). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	1,57 a b
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	1,61 a
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	1,59 a b
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	1,45 b
CV			4.51
Promedio			1.56
Significancia			*

4.4. Longitud de mazorca

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de longitud de mazorca.

En lo que referente a la longitud de la mazorca, los tratamientos no presentaron significancia estadística. Todos los tratamientos tuvieron longitudes de mazorca similares. El coeficiente de variación para esta variable fue de 3.40 %.

Cuadro 7. Longitud de la mazorca (cm). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	19,11
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	19,02
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	19,10
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	17,96
CV			3.40
Promedio			18.80
Significancia			ns

4.5. Diámetro de mazorca

En el Cuadro 8 se observan los valores de diámetro de mazorca.

En el dato diámetro de mazorca, los tratamientos no presentaron significancia estadística. Todos los tratamientos mostraron diámetros similares. El coeficiente de variación para esta variable fue de 1.34 %.

Cuadro 8. Diámetro de la mazorca. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	4,76
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	4,77
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	4,73
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	4,63
CV			1.34
Promedio			4.72
Significancia			ns

4.6. Número de hileras por mazorca

En el Cuadro 9 se observan los datos de hileras por mazorca.

En lo que respecta a esta variable, los tratamientos no presentaron

significancia estadística. Todos los tratamientos presentaron número de hileras de grano por mazorca similares, aunque el tratamiento 1 (Fertilización convencional), alcanzó el mayor diámetro de mazorca. El coeficiente de variación para esta variable fue de 3.14 %.

Cuadro 9. Número de hileras por mazorca. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	14,15
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	13,58
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	13,48
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	13,30
CV			3.14
Promedio			13.63
Significancia			ns

4.7. Número de granos por hilera

En el Cuadro 10 se observan los valores de número de granos por hilera.

En esta variable, los tratamientos no presentaron significancia estadística. Todos los tratamientos se comportaron de forma similar, aunque los tratamientos 1 y 2 alcanzaron el mayor número de granos por hilera. El coeficiente de variación para esta variable fue de 2.79 %.

Cuadro 10. Número de granos por hilera. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	42,20
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	42,20
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	41,90
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	39,85
CV			2.79
Promedio			41.54
Significancia			ns

4.8. Número de mazorcas por planta

En el Cuadro 11 se observan los valores de número de mazorcas por planta.

En la variable número de mazorcas por planta todos los tratamientos tuvieron 1 sola mazorca por planta, no existiendo diferencia estadística en esta variable.

Cuadro 11. Número de mazorcas por planta. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	1.00
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	1.00
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	1.00
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	1.00
Promedio			1.0
Significancia			ns

4.9. Peso de 100 granos

En el Cuadro 12 se presentan los valores de peso de 100 granos.

En lo que referente a la variable peso de 100 granos, los tratamientos no presentaron significancia estadística. Todos los tratamientos presentaron un comportamiento similar. El coeficiente de variación para esta variable fue de 8.87 %.

Cuadro 12. Peso de 100 granos (gramos). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	32,49
2	75%Urea + lhumix DG	287.8+20	32,44
3	50%Urea + lhumix DG	191.9+40	31,61
4	25%Urea + lhumix DG	95.9 + 60	29,02

CV	8.87
Promedio	31.39
Significancia	ns

4.10. Rendimiento (kg/ha)

En el Cuadro 13 se presentan los datos de rendimiento.

En lo referente al rendimiento, el tratamiento 2 superó a los demás tratamientos alcanzando una producción de 6387.58 Kg/ha, seguido del tratamiento 1 (testigo) con 6325.98 kg/ha. El tratamiento 4 obtuvo el menor rendimiento generando 4995.11 kg/ha El coeficiente de variación para esta variable fue de 4.68 %.

Cuadro 13. Rendimiento (kg/ha). Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis	Medias
1	Urea	383.7	6325,98 a b
2	75%Urea + Ihumix DG	287.8+20	6387,58 a
3	50%Urea + Ihumix DG	191.9+40	5570,78 b c
4	25%Urea + Ihumix DG	95.9 + 60	4895,11 c
CV			6.23
Promedio			5794.86
Significancia			**

4.11. Análisis económico

En el Cuadro 14 se muestran los valores del análisis económico.

En este cuadro se puede observar que el tratamiento 1 tiene la mayor relación beneficio neto/costo de 0.69, superando a los demás tratamientos, seguido del tratamiento 2 que tiene una relación beneficio/costo de 0,67. Los tratamientos 1 y 2 tienen relación beneficio/costo similares. El tratamiento 4 tiene el mayor costo de producción y un rendimiento menor que los demás tratamientos, por lo cual su relación beneficio neto/costo es de 0,25.

Cuadro 14. Análisis económico. Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Ingreso bruto	Costo Total	Ingreso neto	Relación B/C
1	6325,98	2090.10	1234.77	855.33	0.69
2	6387,58	2110.50	1264.82	845.68	0.67
3	5570,78	1840.50	1275.20	565.30	0.44
4	4895,11	1617.30	1289.01	328.29	0.25

Costo quintal de maíz 15 dólares al 18 de abril (Ventanas)

V. CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados, se puede concluir lo siguiente:

1. Ninguno de los tratamientos presentó diferencias estadísticas en las variables: Días a la floración, altura de planta, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, Número de hileras y granos por hilera.
2. La variable rendimiento presentó alta significancia estadística,
3. El tratamiento 2 (75% de urea + 20 kg/ha de lhumix DG) alcanzó el mayor rendimiento con 6387.58 kg/ha, seguido del tratamiento 1 (100% de dosis de urea) que alcanzó 6325.98 kg/ha.
4. El tratamiento 1 (100% de urea) obtuvo la mayor relación beneficio/costo (0,69) por poseer el menor costo de producción que los demás tratamientos (1234.77dólares/ha).
5. El tratamiento 4 (25% de urea + 60 kg/ha de lhumix DG) presentó el menor rendimiento y el mayor costo de producción con 4895.11 kg/ha y 1289.01 dólares por hectárea respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

Revisadas las conclusiones se puede recomendar lo siguiente:

1. El tratamiento 2 es una excelente alternativa a la fertilización convencional, no solo por reducir el uso de urea, sino por mejorar la nutrición y la flora y fauna del suelo.
2. Promocionar los resultados del tratamiento 2 con el objetivo de cuidar el medio ambiente.
3. Probar con otros abonos orgánicos que tengan una mayor concentración de ácidos húmicos y fúlvicos y cuya dosis sea menor que la sugerida por IHumix DG con dosis de urea de 70 o 55 % de la dosis convencional (383,7 kg/ha) del fertilizante nitrogenado.
4. Repetir esta investigación con dosis o productos similares en otras regiones para corroborar los resultados obtenidos.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó durante la época lluviosa del año 2019, en la finca Oasis de Paz del señor Ney Rodríguez Cagua, en el recinto Palmasola ubicado en el 3 km de la vía Pijullo - Ventanas. Se utilizó el híbrido de maíz Emblema 777, se formularon cuatro tratamientos. Se empleó el diseño experimental de Bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones y para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Las variables estudiadas fueron días a la floración, altura de planta, diámetro del tallo, longitud de las mazorcas, diámetro de mazorcas, número de hileras, granos por hilera, peso de 100 granos y rendimiento. La aplicación del Ihumix DG, se realizó a los 8 días de germinado. Las variables Días a la floración, altura de planta, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, Número de hileras y granos por hilera, no presentaron significancia estadística. La variable rendimiento reportó alta significancia estadística. El tratamiento 2 (75% de urea + 20 kg/ha de Ihumix DG) alcanzó el mayor rendimiento con 6387.58 kg/ha, seguido del tratamiento 1 (100% de dosis de urea). El tratamiento 1 (100% de urea) obtuvo la mayor relación beneficio/costo (0,69) por poseer el menor costo que los otros tratamientos.

Palabras clave: Abono orgánico, Urea, Maíz, Sostenibilidad.

VIII. SUMMARY

The present investigation was carried out during the rainy season of 2019, at the Oasis de Paz farm of Mr. Ney Rodríguez Cagua, in the Palmasola fense located 3 km from the Pijullo - Ventanas road. The Emblema 777 corn hybrid was used, four treatments were formulated. The experimental design of complete random blocks (BCA) with four repetitions was used and to determine the statistical differences between the means of the treatments, the Tukey test was used at 95% probability. The variables studied were days to flowering, plant height, stem diameter, ear length, ear diameter, number of rows, grains per row, weight of 100 grains and yield. The application of the Ihumix DG was made 8 days after germination. The variables Days to flowering, plant height, corncob length, corncob diameter, number of rows and grains per row, did not show statistical significance. The performance variable reported high statistical significance. Treatment 2 (75% urea + 20 kg / ha Ihumix DG) achieved the highest yield with 6387.58 kg / ha, followed by treatment 1 (100% urea dose). Treatment 1 (100% urea) obtained the highest benefit / cost ratio (0,69) for having the lowest cost than the other treatments.

Key words: Organic fertilizer, Urea, Maize, Sustainability

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultureros. 2019. Fertilizantes La úrea, el químico mucho más contaminante que el CO₂. s.l., s.e.
- Agrizon. 2019. Semilla Maíz Emblema. s.l., s.e.
- Arévalo, G; Hernández, T; Salcedo, E; Galvis, A. 2007. Aplicación de fertilizantes sintéticos o abonos verdes y su efecto sobre la cantidad de nitrato residual en el suelo. Chapingo (December).
- Arias, K; Arnaude de Chacón, O. 2010. Efecto de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa variedad Granola. Agronomía tropical .
- BanEcuador. 2018. Reporte de Coyuntura, Sector Agropecuario. s.l., s.e.
- Caicedo, J. 2012. 99315791-HIBRIDACION-MAIZ. s.l., s.e.
- Cereales, CA de. 2020. Merma por Humedad (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.cac.bcr.com.ar/es/arbitraje-y-calidad/liquidacion-y-mermas/merma-por-humedad>.
- Chanataxi, M. 2016. Respuesta del cultivo de maíz dulce var. Bandit a la aplicación de niveles de calcio, boro y azufre bajo invernadero. .
- Chien, H; Gearhart, M; Collamer, J. 2016. Los Fertilizantes Nitrogenados y la Acidificación del Suelo Artículos. s.l., s.e.
- CNV. 2020. La demanda de fertilizantes a nivel mundial aumentará. s.l., s.e.
- Conacyt. 2012. Maíz (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>.
- Cooper, L; Abi, R. 2017. El valor de las sustancias húmicas en el ciclo de carbono de los cultivos (en línea). :1-8. Disponible en https://humagro.com/wp-content/uploads/2017/08/The-Value-of-Humic-Substances-in-the-Carbon-Lifecycle-of-Crops_SP.pdf.
- Dupont. 2015. Maíz Crecimiento y desarrollo (en línea). s.l., s.e. 1-20 p. Disponible en https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servi

cios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf.

Ecu Red. 2012. Fertilizante sintético - EcuRed.

Eyhéride, G. 2015. Mejoramiento genético del maíz. s.l., s.e.

Fassio, A; Inés, A; Romero, R; Romero, R; N, ST. 1998. Aspectos sobre fenología Tojo. Montevideo, s.e.

Félix, J; Olalde, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai (April):57-68. DOI: <https://doi.org/10.35197/rx.04.01.2008.04.jf>.

ICEX. 2017. Fertilizantes en Ecuador. :1-11.

INTA. 2016. Reacción de los fertilizantes en el suelo (en línea). s.l., s.e. p. 0-3. Disponible en [http://www.fertilizando.com/articulos/Reaccion en el Suelo de la Urea.asp](http://www.fertilizando.com/articulos/Reaccion%20en%20el%20Suelo%20de%20la%20Urea.asp).

Kojima, A. 2019. ¿Qué es el análisis costo-beneficio CreceNegocios (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/>.

Meléndez, G; Molina, E. 2003. Fertilizantes, características y manejo. *In Memoria del curso de fertilización*. s.l., s.e.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2019. Informe de Rendimientos 2019 Maíz amarillo duro (en línea). Quito, s.e. p. 26. Disponible en <https://fliphtml5.com/ijia/xnxn/basic>.

Nederagro. 2019. Ihumix - dg. s.l., s.e.

Ortigoza, J; López, C; Gonzalez, J. 2019. Guía Técnica Cultivo de Maíz. San Lorenzo, s.e.

Pavón, A. 2006. Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz. .

Pettit, R. 2016. La importancia del Ácido Húmico y Fúlvico en la fertilidad del suelo y plantas saludables. s.l., s.e.

Portalfrutícola. 2019. La urea características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada -. s.l., s.e.

Pozo, C. 2017. Incidencia de la variación de los precios financieros y de eficiencia de los fertilizantes químicos en la estructura de costos de producción y en la rentabilidad de los cultivos de arroz, maíz duro, quinua, banano y caña de azúcar.

Periodo 2013-2016. s.l., Pontificia Universidad Católica del Ecuador. .

Probelte. 2019. Fertilización química o convencional en la agricultura (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.probelte.es/noticia/es/fertilizacion-quimica-o-convencional-en-la-agricultura/30>.

Productos_Vegetales. 2017. Descripción botánica de la planta de maíz.

Ramos, F. 2011. Manejo agroecológico del gusano cogollero en el maíz (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.hortalizas.com/cultivos/maiz-dulce-elote/manejo-agroecologico-del-gusano-cogollero-en-el-maiz/>.

Sánchez, I. 2014. Maíz I (*Zea mays*). 7(2):151-171.

SEP. 1987. elmaiz.pdf. México, s.e.

Serratos, H. 2012. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano (en línea). Greenpeace. México, DF (June):1-40. Disponible en <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:El+origen+y+la+d+iversidad+del+maíz+en+el+continente+americano#0>.

Spark, W. 2019. El clima promedio de Ricaurte, Ecuador. .

X. ANEXOS

Anexo 1. Datos de la variable días a la floración masculina, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	52	50	52	51	51,25
2	52	50	53	51	51,50
3	51	51	51	52	51,25
4	52	51	51	51	51,25

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	0,19	0,06	0,11 NS	3,86	6,99
Repeticiones	3	4,19	1,40	2,48 NS	3,86	6,99
Error	9	5,06	0,56			
Total	15	9,44				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 2. Datos de la variable altura de planta, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	1,86	2,27	2,14	2,22	2,12
2	2,11	2,35	2,22	2,14	2,21
3	2,08	1,99	2,28	2,20	2,14
4	2,00	2,19	2,14	2,04	2,09

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	0,03	0,01	0,71 NS	3,86	6,99
Repeticiones	3	0,09	0,03	2,39 NS	3,86	6,99
Error	9	0,12	0,01			
Total	15	0,23				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 3. Datos de la variable diámetro del tallo, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	1,51	1,64	1,56	1,58	1,57
2	1,68	1,67	1,58	1,52	1,61
3	1,62	1,58	1,60	1,56	1,59
4	1,30	1,52	1,49	1,48	1,45

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	0,07	0,02	4,43 *	3,86	6,99
Repeticiones	3	0,01	4,6E-03	0,92 NS	3,86	6,99
Error	9	0,04	4,9E-03			
Total	15	0,12				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 4. Datos de la variable longitud de la mazorca, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	19,05	19,05	19,5	18,85	19,11
2	20,07	18,5	18,15	19,35	19,02
3	18,65	19,65	19,40	18,70	19,10
4	18,05	17,50	17,70	18,60	17,96

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	3,75	1,25	3,05 NS	3,86	6,99
Repeticiones	3	0,23	0,08	0,19 NS	3,86	6,99
Error	9	3,69	0,41			
Total	15	7,66				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 5. Datos de la variable diámetro de la mazorca, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	4,65	4,74	4,79	4,87	4,76
2	4,78	4,82	4,70	4,76	4,77
3	4,78	4,75	4,72	4,68	4,73
4	4,65	4,64	4,60	4,64	4,63

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	0,05	0,02	3,84 NS	3,86	6,99
Repeticiones	3	3,6E-03	1,2E-03	0,30 NS	3,86	6,99
Error	9	0,04	4,0E-03			
Total	15	0,09				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 6. Datos de la variable número de hileras por mazorca, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	13,60	14,60	14,40	14,00	14,15
2	13,70	13,50	13,30	13,80	13,58
3	14,10	13,10	12,90	13,80	13,48
4	13,60	13,30	13,20	13,10	13,30

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	1,63	0,54	2,95 NS	3,86	6,99
Repeticiones	3	0,19	0,06	0,35 NS	3,86	6,99
Error	9	1,65	0,18			
Total	15	3,47				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 7. Datos de la variable número de granos por hilera, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	42,20	41,20	42,20	43,20	42,20
2	44,30	41,50	40,50	42,50	42,20
3	40,90	42,60	41,30	42,80	41,90
4	40,30	37,70	39,80	41,60	39,85

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	15,43	5,14	3,84 NS	3,86	6,99
Repeticiones	3	8,36	2,79	2,08 NS	3,86	6,99
Error	9	12,07	1,34			
Total	15	35,86				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 8. Datos de la variable mazorcas por planta, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	0,00	0,00	0,0 ns	3,86	6,99
Repeticiones	3	0,00	0,00	0,0 ns	3,86	6,99
Error	9	0,00	0,00			
Total	15	0,00				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 9. Datos de la variable peso de 100 granos, en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	30,76	31,69	31,00	36,52	32,49
2	34,53	28,91	34,19	32,11	32,44
3	29,13	31,83	35,58	29,89	31,61
4	25,53	28,76	28,76	33,01	29,02

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	31,98	10,66	1,38 NS	3,86	6,99
Repeticiones	3	25,49	8,50	1,10 NS	3,86	6,99
Error	9	69,75	7,75			
Total	15	127,23				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 10. Datos de la variable rendimiento (kg/ha), en la investigación Efecto de la aplicación combinada de fertilización química y ácidos húmicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ricaurte, cantón Urdaneta. 2020.

Tratamiento	Repetición				Promedio
	1	2	3	4	
1	6207.24	6277.97	6555.41	6263.31	6325.98
2	6487.58	6152.57	6775.44	6134.74	6387.58
3	5746.48	5869.92	5527.27	5139.43	5570.78
4	4458.54	5108.06	4607.73	5406.12	4895.11

Análisis de la varianza

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Tratamiento	3	5972682,89	1990894,30	15,27 **	3,86	6,99
Repeticiones	3	67076,25	22358,75	0,17 ns	3,86	6,99
Error	9	1173457,42	130384,16			
Total	15	7213216,56				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

COSTOS DE PRODUCCIÓN (Tratamiento convencional)

Ítems		Unidad	Costo/unitario	Cantidad/Ha	Costo
Alquiler terreno		ha	120	1	120,0
Semilla	Emblema 73	Saquillo	210	1	210,0
Insecticida:					
	Carbin	litro	32	0,35	11,20
	Courage	litro	21	0,8	16,80
Zemmu (Lufenuron) Dosis 0,4 L/ha		Litro	65	0,8	52,0
Herbicidas:					
	Nostoc (Nicosulfuron)	funda	4,4	3,2	14,08
Fertilizantes:					
	Urea	Quintal	21	8,46	177,66
	DAP	Quintal	27	2,88	77,76
	Muriato	Quintal	23	3,31	76,13
Abono Ihumix DG		kg	4	60	240,0
Fungicidas:	Eminent (Tetraconazol 10%)	litro	42	0,5	21,0
Jornales:					
Siembra		Jornal	10	5	50,0
Aplicación herbicidas		Jornal	10	1	10,0
Aplicación insecticidas		Jornal	10	3	30,0
Aplicación abono		Jornal	10	4,88	48,80
Control de malezas		Jornal	10	6	60,0
Cosecha		Jornal	10	12	120,0
	Transporte	Quintal	1	183,39	183,39
Total (Fertilizante sintético)=					1278,82

Fotografía 1. Aplicación de Tratamientos (urea y abono orgánico)



Fotografía 2. Control de plagas.



Fotografía 3. Parcelas en floración



Fotografía 4. Peso de 100 granos



Fotografía 5. Midiendo humedad



Fotografía 6. Pesando rendimiento de parcela útil

