



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
ACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIO



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Respuesta agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays L.*) a programas de nutrición foliar complementarios a fertilización edáfica, en la zona de Pueblo Viejo”.

AUTOR:

Alexis Rodolfo Veas Parrales

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg. Sc.

BABAHOYO – LOS RIOS – ECUADOR

2019



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Respuesta agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays L.*) a programas de nutrición foliar complementarios a fertilización edáfica, en la zona de Pueblo Viejo”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA.

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Luis Sánchez Jaime, MSc.

VOCAL PRINCIPAL

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

ALEXI RODOLFO VEAS PARRALES

Declaro que:

El trabajo experimental "Respuesta agronómica de híbridos de maíz (Zea mays L.) a programas de nutrición foliar complementarios a fertilización edáfica, en la zona de Pueblo Viejo", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía cabe señalar que la toma de datos y tabulación de datos de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 19 de junio del 2019.



ALEXI RODOLFO VEAS PARRALES

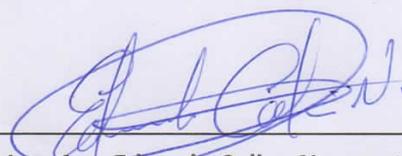
C.I: 120750410-9

CERTIFICACION

El suscrito certifica:

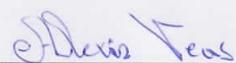
Que el trabajo titulado “Respuesta agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a programas de nutrición foliar complementarios a fertilización edáfica, en la zona de Pueblo Viejo”, realizado por el egresado Alexi Rodolfo Veas Parrales, ha sido dirigido y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Técnica de Babahoyo.

Babahoyo 17 de junio del 2019



Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

Los resultados, conclusiones y recomendaciones
obtenidas en el presente trabajo pertenecen de
manera única exclusiva al autor.



Alexi Rodolfo Veas Parrales
120750410-9

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por darme ese sueño diario que se llama vida.
- A mis padres por cada día que me brindaron su apoyo.
- A mis hermanos, por todo el cariño.
- A toda mi familia por permanecer siempre a mi lado.
- A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, personal docente y administrativo, por su ayuda en mi proceso de formación profesional.
- A el Ing. Agr. MSc. Eduardo Colina, Tutor de este trabajo por todos los consejos y paciencia en este trabajo.
- A todos mis compañeros aula, por ese lindo tiempo dedicado al estudio y por todas las cosas realizadas juntos.
- Gracias a todos....

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado primordialmente a Dios por darme fuerzas para seguir adelante y poder cumplir mi sueño, mis padres fueron mi motor mi guía en todos los años concurrido para terminar mi carrera, estoy muy agradecido con mis hermanos, Tios, de una u otra manera colaboraron en este proyecto de vida.

.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	viii
DEDICATORIA.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.4. Objetivos.....	9
1.4.1 Objetivo General	9
1.4.2 Objetivos Específicos.....	9
II. MARCO TEORICO	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Características del sitio experimental	26
3.2. Material de siembra	26
3.3. Variables Estudiadas.....	27
3.4. Métodos	27
3.5. Tratamientos	27
3.6. Diseño experimental y análisis funcional	27
3.6.1. Análisis de varianza	28
3.7. Manejo del Ensayo.	28
3.7.1 Preparación del terreno	28
3.7.2 Siembra	28
3.7.3 Control de malezas.....	28
3.7.4 Control fitosanitario.....	29
3.7.5 Riego.....	29
3.7.6 Fertilización.....	29
3.7.7 Cosecha	30
3.8. Datos Evaluados	30
3.8.1. Altura de planta	30
3.8.2. Altura de inserción de mazorcas.....	30
3.8.3. Días a floración	30
3.8.4. Diámetro de mazorca.....	30
3.8.5. Longitud de mazorca.....	31

3.8.6. Relación grano - tuza.....	31
3.8.7. Peso de 1000 granos.....	31
3.8.8. Rendimiento de grano.....	31
3.8.9. Días a floración.....	32
3.8.10. Análisis económico.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Altura de planta.....	33
4.2. Altura de inserción a mazorca.....	34
4.3. Días a floración.....	35
4.4. Diámetro de mazorca.....	36
4.5. Longitud de mazorca.....	37
4.6. Relación Grano/tuza.....	38
4.7. Días a cosecha.....	39
4.8. Peso de grano.....	40
4.9. Rendimiento.....	41
4.10. Evaluación económica.....	42
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES.....	44
VII. RESUMEN.....	45
VIII. SUMMARY.....	46
IX. LITERATURA CITADA.....	47
APENDICES.....	51
CUADROS DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE VARIANZA.....	52
IMAGENES DEL ENSAYO.....	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Altura de planta con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.....	33
Tabla 2. Altura de inserción con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.	34
Tabla 3. Días a floración con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.....	35
Tabla 4. Diámetro de mazorcas con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.	36
Tabla 5. Longitud de mazorca con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.	37
Tabla 6. Relación Grano-Tuza con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.	38
Tabla 7. Dias a cosecha con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.....	39
Tabla 8. Peso de grano con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.....	40
Tabla 9. Rendimiento con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Puebloviejo, 2019.....	41
Tabla 10. Análisis económico de los tratamientos. Babahoyo, 2019.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Preparación del suelos.....	58
Figura 2 Estaquillado de las parcelas.....	58
Figura 3 Riego	59
Figura 4 Siembra.	59
Figura 5 Aplicación de Pre-emergente.	60
Figura 6 Germinacion.....	60
Figura 7 Aplicación de DAP + Cloruro de Potasio por espeque.....	61
Figura 8 Preparacion de Avonos foliares con su respectiva dosis por tratamiento.	61
Figura 9 Primera aplicación avono foliar con su respectiva dosis por tratamiento	62
Figura 10 Mezcla de fertilizantes utilizados	62
Figura 11 Aplicación de Urea+Sulfato de Amonio y Cloruro de Potasio previamente mezclado	63
Figura 12 Segunda aplicación avono foliar con su respectiva dosis por tratamiento	63
Figura 13 Aplicación de Post-emergente.....	64
Figura 14 Tercera aplicación avono foliar con su respectiva dosis por tratamiento	64
Figura 15 Aparición de mazorcas.....	65
Figura 16 Toma de datos.	65
Figura 17 Vista de los tratamientos.	66
Figura 18 Selección de mazoracsa por tratamiento.....	66
Figura 19 Rendimiento por tratamiento	67
Figura 20 Determinacion de humedad.	67
Figura 21 Determinacion de peso de grano.	68
Figura 22 Visita del Tutor.	68

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) está en el grupo de las gramíneas más importante de consumo humano, sirve tanto para alimentación directa como la cría de animales. Crece en todos los continentes del mundo, y es originario del continente americano. Actualmente en todo el mundo se producen 645 414 836,10 t de maíz en promedio, de los cuales se exportan 97 329 233,60 t anuales al resto del mundo, siendo los principales exportadores de dicho producto Estados Unidos, Argentina y Francia. Los principales consumidores mundiales de la gramínea son México, China, Indonesia e India. En el caso Ecuador, se produce un promedio de 717 940 toneladas anualmente de maíz duro seco y 43 284 de maíz suave. En el caso del primero, la producción se encuentra altamente polarizada en la costa y en el caso del segundo se cultiva mayormente en la sierra¹.

En Ecuador siembran actualmente 400 868 ha aproximadamente, las zonas de mayor producción son: Los Ríos (177 194 ha), Manabí (112 716 ha), Guayas (50 164 ha) y el resto del país (48 794 ha). Este cereal se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por eso se cultiva en casi todo el mundo².

Actualmente, existe la tendencia al crecimiento del área debido al interés de la agroindustria para utilizar el grano de maíz como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados y obtención del etanol (bio-combustibles). En la última década, se ha intensificado el uso de los híbridos debido a sus altos niveles de productividad; sin embargo, para que los híbridos manifiesten todo su

¹Disponible en <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim>

²Fuente: MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2012. www.magapo.gob.ec

potencial de rendimiento, es necesario un manejo tecnológico eficiente y condiciones climáticas apropiadas.

De acuerdo a la exigencias del cultivo es importante tomar en cuenta el estado nutricional de los suelos, uso adecuado de fertilizantes, densidad de población y seleccionar la semilla (hibrido) que ayuden a obtener rendimientos deseables.

En la zona de Pueblo Viejo, se siembra maíz en grandes extensiones empleando densidades poblacionales no apropiadas y niveles de fertilización deficientes que no están de acuerdo con el potencial genético de los híbridos. Por consiguiente, es imperativo realizar investigaciones tendientes a incrementar significativamente el rendimiento de grano; pues la zona posee condiciones climáticas y suelos apropiados para este cultivo.

Dentro del manejo tecnológico de los híbridos, es importante la aplicación de un programa de fertilización foliar completo, balanceado y oportuno, para lo cual se requiere productos adecuados para los diferentes tipos de manejo agronómico, además de pruebas experimentales que den pautas sobre las complejas interacciones que ocurren en la planta. Esta acción permitirá maximizar los rendimientos del grano y la calidad de la cosecha.

Por esto es muy importante el presente trabajo experimental, el cual dará nuevos conceptos para el uso de programas foliares en la producción del cultivo de maíz.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la respuesta agronómica de híbridos de maíz a programas de nutrición foliar complementarios a fertilización edáfica, en la zona de Pueblo Viejo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar el comportamiento agronómico de híbridos de maíz a la aplicación de programas de fertilizantes foliares.
- b. Identificar el programa óptimo de fertilización con incremento en el rendimiento.
- c. Analizar económicamente los tratamientos.

II. MARCO TEORICO

2.1. El cultivo de maíz

Según las estimaciones de la FAO (2011) la tercera parte de las 2,000 millones de hectáreas de suelos productivos del mundo registran procesos degradatorios entre moderados y severos. El problema radica en que aún no se comprende que la vida sobre la tierra depende, en gran medida, de las diferentes funciones cumplidas por la delgada capa de suelos: provisión de alimentos, uso sustentable del agua, conservación de la biodiversidad y control del clima global. Además es posible duplicar los rendimientos en los suelos mediante la implementación de tecnologías apropiadas.

Sin embargo, para que esto sea posible se debe adoptar un sistema de rotación de cultivos con inclusión de gramíneas –arroz, maíz y sorgo– que aseguren una cobertura de residuos permanente para el suelo y un balance positivo de la materia orgánica. En un contexto mundial en el que se estima que la demanda de agroalimentos crecerá un 70 % en los próximos 40 años, la producción sustentable y la conservación de los recursos naturales ocupan un rol clave.

El maíz es el cereal de los pueblos y culturas del continente americano. Las más antiguas civilizaciones de América –desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica– estuvieron acompañadas en su desarrollo por esta planta. Esta asociación entre cultura y agricultura del maíz ha motivado a científicos y humanistas a preguntarse: ¿cuál es el origen de este cereal? ¿Cómo fue su evolución, una vez que los diferentes grupos humanos lo adoptaron y cultivaron para su provecho? Estas preguntas los han llevado a explorar el pasado y en la actualidad, junto con el desarrollo científico y tecnológico, han podido descifrar varios de los enigmas que rodean la domesticación de este cultivo (Serratos, 2012).

El maíz agota el suelo en forma importante; por tal razón, esta planta se ha considerado como una excelente indicadora del estado nutritivo del suelo, pues reacciona bien a la aplicación de fertilizantes. Por otra parte, el desarrollo de maíces de alta producción implica el uso de mayor cantidad de nutrientes, los cuales pueden ser proporcionados por medio de la fertilización (Jacob y Vexkull, 1961).

El Cultivar de maíz tiene especial importancia, ya que esta gramínea constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Su origen no se ha establecido con exactitud; se ubica en el tercer lugar en la producción mundial antecedido de trigo y arroz. Se produce en una superficie aproximadamente de 106 millones de hectáreas. Posee un rendimiento promedio es de 214'000.000 de toneladas, lo que se traduce en dos toneladas por hectárea (Parsons, 2006).

2.2. Nutrición del maíz

García (2002) indica que se ha demostrado que la alta productividad de maíz, en la región de Las Pampas Argentinas, con suelos fértiles y ricos en materia orgánica, está correlacionada con altas cantidades de nitrógeno disponible en el suelo (N-NO₃ medido a 60 cm. de profundidad) al momento de la siembra. Para rendimiento superior a 12 t/ha, es necesario tener, al momento de la siembra, por lo menos el equivalente a 170 kg/ha de N disponible. Se considera N disponible al momento de la siembra la suma el N-NO₃ en la capa de 0 - 60 cm. más el N aplicado como fertilizante.

Bawen y Kratky (1990) mencionan que bajo ciertas condiciones, el nitrógeno es el elemento que se pierde más rápidamente en el suelo; mientras que, las aplicaciones fraccionadas en la temporada de lluvia reducen las pérdidas por lixiviación. Los mismos autores indican que, la cantidad de nitrógeno absorbida por el cultivo de maíz durante las etapas tempranas son: crecimiento 21 kg N/ha, floración 94 kg N/ha, llenado de grano 84 kg N/ha y a su madurez 54 kg N/ha, para

un requerimiento total de 253 kg/ha de nitrógeno. El maíz retira cerca de del 43 % del nitrógeno que requiere durante los primeros 50 días; antes que comience la floración y llenado de granos, la absorción del nitrógeno llega a un máximo pudiendo alcanzar a 40 kg/ha. La utilización de nitrógeno varía según el híbrido o variedad y entre las mismas especies, de manera que estas cifras deberán usarse solamente como referencia. La absorción de los demás elementos es afectada en igual forma por la especie, edad y etapa de desarrollo de las plantas.

Los rendimientos de una plantación de maíz esta en función de los nutrientes disponibles en el suelo, especialmente del que se encuentra en menor cantidad y del potencial de producción de la variedad o híbrido que se siembra en una determinada zona. Para un adecuado plan de fertilización se debe consultar con un especialista, el mismo que esta en capacidad de recomendar lo más conveniente (Amores, Mite y Carrillo, 1995).

Cuando se usa nitrógeno y fósforo en programas desbalanceados de fertilización, estos nutrientes pueden aplicarse en exceso a la demanda, lo que resulta en pérdidas que contribuyen a la carga de nutrientes en arroyos, ríos y otros cuerpos de agua. El uso desbalanceado de fertilizantes también causa degradación del suelo, particularmente cuando se usan solamente fertilizantes nitrogenados que promueven la renovación de fósforo y potasio del suelo, que no son repuestos con la adición de fertilizantes portadores de estos nutrientes (Attananddy y Yost, 2004).

Steward (2011) sostiene que una fertilización adecuada y balanceada tiene un efecto muy importante en la protección ambiental, también no se debe olvidar que el mal manejo de los nutrientes puede causar problemas. Es necesario manejar el cultivo y los nutrientes utilizando practicas agronómicas que permitan un manejo seguro. Prácticas como análisis de suelo, la adecuado localización y la aplicación oportuna de los fertilizantes son necesarios para maximizar el efecto de

las aplicaciones de nutrientes en el rendimiento, ya para minimizar el potencial del daño al ambiente.

Secretaría de Agricultura y Ganadería (2002) señala que los híbridos producen mayores rendimientos pero son más exigentes en cuanto al manejo, principalmente en fertilización para que puedan expresar todo su potencial productivo.

Agripac (2008) menciona que en el maíz la absorción del nitrógeno se hace a distinta velocidad según el estado de desarrollo de las plantas. La absorción se produce en un ritmo lento, entre un 10 a 15 % de la absorción total, desde que estas logran su emergencia hasta que estas logran el estado de ocho hojas. En el segundo periodo que corresponde a las plantas de 8 a 16 hojas, se inicia una etapa crítica en la nutrición nitrogenada aumentando la absorción; esta etapa se caracteriza por un intenso crecimiento vegetativo y la absorción del nitrógeno alcanza un 50 % de las necesidades totales. El tercer periodo corresponde a la etapa productiva y se extiende hasta la madurez, esta etapa en la cual todavía hay absorción de nitrógeno debe considerarse tardía para la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

India S.A (2018), afirma que los híbridos de maíz requieren de altos niveles de fertilización para producir bien. Para conocer el grado de fertilidad y cantidad de nutrientes a suministrar al suelo donde se va a sembrar, es necesario hacer un análisis químico el cual debe de llevarse a cabo por lo menos cada dos años. El elemento más deficiente en todos los suelos es el nitrógeno, de allí que los fertilizantes nitrogenados serán los que se usan en mayores volúmenes seguidos por el fósforo y el potasio.

Bundy y Andraskt (2004) mencionan que la respuesta del maíz a la aplicación de fertilizantes de arranque tradicionalmente se ha asociado a condiciones frías y húmedas de crecimiento. El contenido potasio en el suelo parece importante para la determinación de la probabilidad de respuesta, el contenido de fósforo del suelo no lo es. En el estudio realizado se demuestra que las respuestas de rendimiento son posible, y en algunos casos altamente probables, en sitios donde aplican los fertilizantes de arranque en cultivos de maíz sembrados en fechas tardías con híbridos de ciclo largo.

India (2018) menciona que para lograr una producción exitosa de maíz híbrido, se requiere de buenas prácticas de manejo, desde la selección del sistema de siembra, distancias apropiadas, uso de semillas de alto potencial genético, hasta el desarrollo de un programa racional de control de malezas y plagas que, acompañado de una buena fertilización nos aseguran los máximos rendimientos. Además los híbridos de maíz requieren de altos niveles de fertilización para producir bien, así el maíz extrae del suelo 90 kg de N; 27 kg de P₂O₅; 26 kg de K₂O; 11 kg de Ca; 13 kg de Mg; 10 kg de S por cada 100 quintales de grano de maíz.

El nitrógeno es uno de los nutrientes más exigidos por las gramíneas, con más razón en suelos tropicales, son fundamentales las aplicaciones frecuentes de fertilizantes con nitrógeno, al igual que fósforo (Bustamante *et al.*, 1998)

Gómez (2011) manifiesta que con las aplicaciones de los fertilizantes se logró mejorar las manifestaciones fisiológicas y morfológicas del cultivo del maíz, de esta manera el cultivo no pasó por desordenes nutricionales que afectasen su normal desarrollo, estimulando de esta manera el desarrollo y calidad nutricional del pasto, sobre todo bajo las condiciones ambientales presentes. Los mejores

niveles de contenido de nutrientes en el análisis foliar los presentaron los cultivos que fueron tratados con diversas dosis de fertilizantes edáficos.

Salette (1970) indicaron que el Nitrógeno es el elemento más importante que afecta la producción y valor nutritivo de los pastos tropicales cuando los requerimientos de otros elementos minerales son satisfechos.

La eficiencia de los fertilizantes y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular pueden ser fácilmente analizadas agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos de los cultivos consecuentemente. Tales ensayos mostrarán también otro efecto muy importante del empleo de fertilizantes, a saber que ellos aseguran el uso más eficaz de la tierra, y especialmente del agua. Estas son consideraciones muy importantes cuando las lluvias son escasas o los cultivos tienen que ser irrigados, en cuyo caso el rendimiento por unidad de agua usada puede ser más que duplicado. La profundidad de las raíces del cultivo puede ser aumentada (Smil, 2009).

Considerando la agricultura en un sentido general, se nota que los sistemas agrícolas están cambiando constantemente. Consecuentemente es recomendable que los agricultores, además de hacer un uso apropiado de los fertilizantes, también tengan por objetivo lograr el conocimiento de todos los principios subyacentes y procesos que los capacite a enfrentar nuevas situaciones o nuevos y diferentes problemas. Los agricultores son forzados a cambiar sus sistemas agrícolas o prácticas de manejo cuando las condiciones sociales, económicas y técnicas cambian (Merchán *et al.*, 2006).

Según Neira (2010), los fertilizantes son una de las más importantes herramientas para el desarrollo de la agricultura tendiente a fomentar la seguridad alimentaria y mantener la productividad del suelo. Mediante sus esfuerzos, su

interés y entusiasmo, usted puede realizar un verdadero cambio mediante la introducción y expansión del uso de fertilizantes. Es su responsabilidad y un desafío para usted ayudar a mejorar las condiciones de vida en su región, y ayudar a mantener una agricultura sostenible.

Para Torres (2008), el uso de fertilizantes es uno de los factores más importantes, que contribuye a aumentar la productividad y la agricultura sostenible. Pero no resolverá todos los problemas de la producción de los cultivos. Algunos otros factores o prácticas pueden limitar y afectar los rendimientos de los cultivos y reducir el uso eficiente de los fertilizantes.

De Datta (2004) indica que los nutrientes primarios o secundarios y los micronutrientes, que son los más carentes en el suelo, limitan el rendimiento y /o afectan la calidad; ellos no pueden ser sustituidos por algunos otros nutrientes. En consecuencia, la fertilización equilibrada esencialmente significa una oferta de nitrógeno, fósforo y potasio en relación con las reservas del suelo, los requerimientos y los rendimientos esperados del cultivo, con el agregado de magnesio, azufre y microelementos donde sea necesario. La manera más fácil de lograrlo es a través del uso del complejo de fertilizantes NPK.

2.4. Investigación en foliar

Amores (1992) indica que las investigaciones realizadas han demostrado que es posible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de elementos mayores (N.P.K.), actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar y ningún caso sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que la dosis de microelementos que puede administrarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación a los constituidos de los demás elementos utilizados por los cultivos para alcanzar altos niveles de productividad.

Finck (1988) menciona que las plantas absorben las sustancias nutritivas minerales fundamentalmente por las raíces pero también las hojas pueden absorber agua y las sustancias disueltas en ella por unos diminutos microporos. A través de las hojas se pueden alimentar las plantas (teóricamente) de un modo completo, pero en la práctica el abonado foliar solamente se utiliza como una forma de suministro complementario de nitrógeno, magnesio y oligoelementos.

Según Carrera y Quezada (1995) citados por Bertsch (2005), la fertilización foliar consiste en suministrar nutrientes a la planta a través del tejido foliar, hojas o tallos, y se usa principalmente cuando el suministro de nutrientes en el suelo está deficiente o cuando la absorción de nutrientes es más efectiva por la vía foliar.

Muchos problemas de deficiencia nutricional pueden ser corregidos rápidamente a través de la fertilización foliar (Tecnología Microbiana, 2002). La absorción de nutrientes por vía foliar puede ser más efectiva que por la vía radicular, porque es en las hojas, especialmente, donde se concentra la mayor actividad fisiológica.

Domínguez (2010) indica que una de las variables importantes a determinar en la fertilización foliar es la oportunidad de la aplicación de la solución nutritiva. La mejor oportunidad para la aplicación de un determinado nutriente va a coincidir con el período de máxima absorción del mismo. Por ello, para identificar esta mejor oportunidad un buen indicador es la tasa de absorción diaria de los nutrientes durante el período de desarrollo del cultivo.

Según García (2010), la fertilización foliar, hoy en día, se ha convertido en una práctica común e importante para los productores porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas y favorece el buen desarrollo de los cultivos, mejorando el rendimiento y calidad del producto.

Según Ando s.f (en línea), la fertilización foliar es una técnica de nutrición instantánea, que aporta elementos esenciales a los cultivos, mediante la pulverización de soluciones diluidas aplicadas principalmente sobre las hojas. Es complementaria de la fertilización del suelo, utilizándose en cultivos de alta producción, en los momentos críticos y en situaciones donde la absorción no cubre los requerimientos del cultivo o las condiciones climáticas no permiten la descomposición del fertilizante en el suelo a formas asimilables.

Alltech (2014) afirma que la fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en las partes aéreas de las plantas, está diseñada para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma soluble en agua y por medio de equipo en la planta. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de de la raíz, sino que la complementa

El mismo autor menciona que la fertilización foliar no sustituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí se considera una práctica especial que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo, que no se puede abastecer mediante la fertilización común al suelo (fertilización edáfica).

Para Vargas (2002), el potasio (K), al actuar en la apertura y cierre de estomas, tiene relación con la difusión de CO₂ en los tejidos verdes de la planta que es el primer paso de la fotosíntesis. También el K es esencial en la actividad de las enzimas. Por otra parte, es reconocido que el K le da resistencia a la planta de arroz contra enfermedades como: Helminthosporiosis, y contra las condiciones

adversas del clima (sequía). También favorece el macollamiento y el tamaño de los granos.

Según García (2010), la fertilización foliar es útil para respaldar o complementar la fertilización edáfica y optimizar los rendimientos; para corregir deficiencias nutrimentales de los cultivos que no se logran con la fertilización común al suelo; para mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta (frutales), hacer más eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes y corregir algunos problemas fitopatológicos de los cultivos.

Así mismo menciona que las aplicaciones foliares de soluciones de nutrientes se deben utilizar cuando, la toma de nutrientes del suelo se encuentra limitada por factores como pH extremos, bajo contenido total de nutrientes, bajo nivel y poca calidad de materia orgánica, escasa actividad de microorganismos benéficos y bloqueo de nutrientes, principalmente.

La aplicación de nutrientes sobre los suelos es de vital importancia en los métodos de producción modernos de cultivos. El contenido de estos elementos es fundamental ya que muchos de ellos son claves en el desarrollo de tejidos específicos, variando mucho dependiendo en cada uno de los suelos debido principalmente a las condiciones climáticas, prácticas de cultivos, rotación de las cosechas y residuos de cosechas. La no utilización de elementos en el cultivo de arroz puede influir directamente sobre la aparición de las inflorescencias y en especial sobre la formación de las espiguillas, lo cual repercutiría sobre la producción general del cultivo, afectando la rentabilidad del mismo (Rivera, 2013).

Trinidad y Aguilar (2016) señalan que la fertilización foliar, es la nutrición a través de las hojas, que se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo. Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el

aprovechamiento de los nutrimentos, algunos componentes de ésta participan en la absorción de los iones. Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos; aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar. Dentro de los aspectos de la planta, se analiza la función de la cutícula, los estomas y ectodesmos en la absorción foliar. En el ambiente, la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación. En la formulación foliar se analiza el pH de la solución, surfactantes y adherentes, presencia de sustancias activadoras, concentración de la solución, nutrimentos y el ion acompañante en la aspersión. Varios trabajos de fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva de los cultivos, sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables, lo que sugiere se hagan más trabajos en busca de optimizar la capacidad productiva de las cosechas de diferentes cultivos, utilizando la fertilización foliar como un apoyo a la fertilización al suelo.

La fertilización foliar es una técnica para suministrar nutrientes a los cultivos, no reemplaza en absoluto la nutrición convencional por fertilización al suelo y asimilación de nutrientes por las raíces, ya que las cantidades normalmente implicadas en la producción de un cultivo son muy superiores a las que podrían absorberse por las hojas (Pilaloa, Alvarado y Pacheco, 2017).

En el Ecuador, entre los principales problemas del arroz encontramos la mala aplicación de fertilizantes y el desconocimiento en el uso de Activadores Fisiológicos o Bioestimulantes, estos son factores que están mermando los rendimientos en el cultivo y no permiten aumentar la productividad promedio del país. Los Activadores Fisiológicos o también llamados Bioestimulantes son productos creados para mejorar el rendimiento de los cultivos, ya que activan y estimulan diversos procesos fisiológicos de las plantas como la toma de nutrientes, desarrollo vegetativo, fotosíntesis, floración, desarrollo de raíces, la brotación, maduración de los frutos, entre otros (Castro, 2016).

Morales (2011) considera que la fertilización foliar sirve como un complemento de gran importancia de una buena fertilización de base realizada al suelo, entendiendo por esto la aplicación de nitrógeno, fósforo, azufre y calcio. Su utilización es estratégica, y orientada a suplir deficiencias durante momentos específicos en el ciclo de los cultivos buscando mejorar tanto la calidad como su rendimiento.

Ronen (2016) publica que la fertilización foliar es una aproximación "bypass" que complementa a las aplicaciones convencionales de fertilizantes edáficas, cuando éstas no se desarrollan suficientemente bien. Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, los suelos heterogéneos que son inadecuados para dosificaciones bajas, y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio.

Quiminet (2010) indica que la fertilización foliar, el nutriente debe ser absorbido por las hojas del cultivo o de otros órganos objetivos y ser móvil en el floema. La fertilización foliar con nutrientes se considera 5 o 30 veces más eficiente que la fertilización vía suelo dependiendo del nutriente y del suelo en cual el cultivo se desarrolla. El correcto planeamiento de la fertilización es la base de una alta productividad y calidad. La elección del método más apropiado o combinación de ellos dependerá de la situación y es parte del planeamiento de la fertilización. La fertilización foliar es una importante alternativa para suministrar nutrientes a las plantas y tiene, en algunos casos, ventajas sobre otras formas de fertilización.

Ronen (2016) menciona que la nutrición foliar ha probado ser la forma más rápida para curar las deficiencias de nutrientes y acelerar la performance de las plantas en determinadas etapas fisiológicas. Con el cultivo compitiendo con las

malezas, la pulverización foliar focaliza los nutrientes sólo en aquellas plantas seleccionadas como destino. Se ha encontrado además que los fertilizantes son químicamente compatibles con los pesticidas, y de esta forma se ahorran costos y mano de obra. Cierta tipo de fertilizantes puede incluso desacelerar la tasa de hidrólisis de pesticidas/hormonas de crecimiento (GA3), debiendo bajarse el pH de la solución y lográndose de esta forma mejorar la performance o reducir costos. Los fertilizantes aplicados a través de la superficie de las hojas (canopia), deben afrontar diversas barreras estructurales a diferencia de los pesticidas, que están principalmente basados en aceite y que no presentan dificultades para penetrar en este tejido. Los fertilizantes que están basados en sales (cationes/aniones) pueden presentar algunos problemas para penetrar las células interiores del tejido de la planta. La estructura general de la hoja está basada en diversas capas, celulares y no celulares.

Quiminet (2010) señala que los fertilizantes foliares se han aplicado ampliamente en la agricultura, aprovechando la capacidad de las plantas de absorber agua y nutrientes. La absorción foliar de nutrientes minerales en las partes de la planta por encima del suelo incluyendo hojas, tallos y flores se ha reportado hace 200 años. El interés, sin embargo, sólo comenzó en los años 50, y ha crecido al largo de los años debido al creciente costo de los fertilizantes, los problemas ambientales debido a la lixiviación y la escorrentía de fertilizantes, así como la alta reactividad de los micronutrientes metálicos en el suelo.

Para Alltech (2016), la fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en la parte aérea de la planta, está diseñada para complementar y/o agregar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma

soluble en agua y por medio de equipo en la planta, no sustituyendo la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa. Para ser absorbidos y llevar a cabo sus respectivas funciones, el nutriente debe entrar en la célula vegetal. Para esto, dos obstáculos hay que superar: la primera es la cutícula/epidermis; y la segunda son las membranas, plasmalema y tonoplasto; que comprende por lo tanto una fase pasiva (penetración cuticular) y una activa (captación celular).

Rodríguez citado por Mora (2010) señala que las limitaciones de la fertilización foliar son: Las hojas con cutícula muy gruesa y cerosa dificultan la penetración de la solución asperjada. Superficies hidrofóbicas provocan pérdidas de la solución nutritiva aplicada. Son propensas a sufrir lavado en las hojas a causa de las lluvias. Algunos nutrimentos presentan tasas muy bajas de traslocación, siendo tan sólo útiles en el sitio de absorción. Puede presentarse fototoxicidad cuando se utilizan concentraciones elevadas o cuando su aplicación se efectúa en horas de alta luminosidad.

Con base a los resultados experimentales obtenidos se concluyó que todos los tratamientos aplicados con fertilización foliar complementaria a la fertilización edáfica, y fertilización edáfica convencional sola, alcanzaron rendimientos de grano superiores a 9,0 t/ha.; El tratamiento con 2,0 kg/ha de fertilizante foliar Sol-u-gro 12-48-8 más fertilización química convencional aplicado a los 15, 30 y 40 días de edad del cultivo alcanzó el mayor rendimiento de grano con 10059,6 kilogramos por hectárea, sin diferir estadísticamente con los demás tratamientos utilizados; los componentes del rendimiento número de granos por mazorca y peso de granos estuvieron asociados a los rendimientos obtenidos por unidad de superficie; el tratamiento testigo aplicando fertilización química con dosis convencional de 90,0 kg/ha de Urea al 46 % de N, alcanzó el segundo mejor valor promedio de rendimiento de grano con 9878,6 kg/ha superando a los otros tratamientos y obtuvo el mayor ingreso económico neto con \$ 2290,7 por hectárea, superando a todos los

tratamientos aplicados con fertilización foliar más fertilización edáfica (Moreira, 2013).

Quiminet (2010), aclara que entre las ventajas de la absorción foliar de nutrientes está el hecho de que es rápida y correctiva, con una rápida respuesta de la planta, pero eso no significa que la fertilización foliar sustituya a la fertilización del suelo. Conceptualmente, la fertilización foliar es la aplicación de nutrientes solubles en los brotes de las plantas para complementar la nutrición durante períodos de alto consumo de nutrientes. Esto con el fin de alcanzar el equilibrio durante las etapas de desarrollo, en las cuales las plantas requieren de grandes cantidades de nutrientes y en el caso en el que, el suelo eventualmente no pueda liberar la cantidad de nutrientes a la velocidad suficiente para asegurar el suministro adecuado. Por lo tanto, la fertilización foliar es una ayuda práctica para proporcionar micronutrientes y macronutrientes adicionales, sobre todo secundarios (Ca, Mg y S). Sin embargo, los resultados sólo se obtendrán si se puede aplicar el nutriente necesario en el lugar correcto, en el tiempo y número correcto, con fuentes eficientes y con tiempo suficiente para la absorción.

Alltech (2014) relata que el uso de fertilizantes foliares, actualmente han sido formulados con complejos de uno o más aminoácidos. Los aminoácidos son las unidades básicas que comprenden los péptidos y las proteínas son precursores de otras moléculas tales como hormonas, coenzimas, nucleótidos, polímeros de la pared celular y muchos otros. Las plantas son capaces de producir todos los aminoácidos que necesitan, pero en condiciones de deficiencias de nitrógeno o por algún tipo de estrés (biológico, físico, químico o de otra forma), su producción se reduce y, en consecuencia, otros procesos metabólicos envolviendo esta sustancia son afectados. Por lo tanto, en las fases de mayor demanda metabólica (germinación, florecimiento, floración y otras) existe una mayor necesidad, no sólo por elementos químicos específicos en el caso de los nutrientes, sino también por esta fuente de energía que son aminoácidos.

2.3. Productos

Lignoquim (2018) indica que el Folizyme es una enmienda orgánica húmica, puede ser aplicado a todo tipo de cultivo donde se requiera incrementar niveles de fertilidad. Incrementa la fertilidad de los suelos, actúa como catalizador en todas las reacciones, estimula el desarrollo de microorganismos benéficos y activa los nutrientes existentes en el suelo. Contiene: Leonardita 67 %, Ácido húmico 50 %, Potasio (K_2O) 7,5 %.

Según Nederagro (2018), el Folical es una eficiente enmienda orgánica, a base de ácidos fúlvicos y húmicos procedentes de Leonardita, la cual actúa sobre la estructura de los suelos, especialmente recomendada para mejorar la química de estos, e indirectamente ayudar en la liberación de minerales que pueden estar retenidos o bloqueados en la solución del suelo. Contiene: Ácidos húmicos 80 % y Ácidos fúlvicos 5 %. Puede aplicarse en cualquier cultivo y/o en cualquier momento que sea necesaria una enmienda para recuperar la materia orgánica y fertilidad de los suelos.

Ibemar (El Huerto, 2018) es una sustancia húmica natural que provee materia orgánica, ácido húmico y ácido fúlvico de forma natural y liberación lenta. Puede ser aplicado directamente al suelo en su forma granulada, como una enmienda de suelo o mezclado con fertilizantes granulados.

Esta recomendado para la distribución superficial o incorporación en suelos que contienen bajos niveles de materia orgánica tales como: Arenosos, pedregosos, arcillosos o limo arcillosos. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) en el suelo y mejora la porosidad y estructura del suelo. Está compuesto por: Ácido Húmico 75,0 %; Ácido Fúlvico 14,0 %, Hidrógeno 2,8 % a 6,0 %, Oxígeno 25,0 % a 35,0 %, Carbono 45,0 % a 55,0 %, Nitrógeno 0,6 % a 2,0 %

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Finca “Don Adolfo”, ubicada en el recinto La Felicita, sector San Juan, Pueblo Viejo, en la vía San Juan-Pueblo Viejo, en la provincia de Los Ríos, entre las coordenadas UTM 9821746 Norte y 656295 Este.

La zona representa un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual 25,3 °C, humedad relativa del 86 %, precipitación media anual de 1871,3 mm³.

3.2. Material de siembra

Se empleó en este ensayo tres híbridos de maíz: S-505 y ADV-9313, cuyas características agronómicas son las siguientes:

Característica	S 505 ⁴	ADV 9313 ⁵
Días floración	55	52
Altura de la planta	220-225	280
Altura de inserción de mazorca	142	1,33 m
Días a cosecha	140	125-135
Cobertura de la mazorca	Buena	Buena
Resistencia a enfermedades	Tolerante	Tolerante
Numero de hileras por mazorca	17-22	18-20
Color del grano	Amarillo	Amarillo anaranjado
Textura del grano	Semidentado	Semidentado
Potencial de rendimiento kg/ha	7250	9000

³ Datos tomados en la estación meteorológica DOLE-UBESA, San Juan -2018.

⁴ Fuente: India-Pronaca. 2017. www.india.com.ec

⁵ Fuente: Semillas de FARMAGRO. Disponible en www.farmagro.com. 2017

3.3. Variables Estudiadas

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de maíz.

Variable independiente: Programas de fertilización foliar

3.4. Métodos

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental.

3.5. Tratamientos

Densidad Poblacional (Plantas/ha) (*)	Programa de fertilización Foliar L/ha	Época de aplicación (*)
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	15-25-40
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	15-25-40
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	15-25-40
	Sin aplicación	15-25-40
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	15-25-40
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	15-25-40
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	15-25-40
	Sin aplicación	15-25-40

3.6. Diseño experimental y análisis funcional

Se utilizará el diseño Parcelas subdivididas, con dos Parcelas Grandes (Híbridos) y cuatro parcelas Pequeñas (Programas Foliares) y 3 repeticiones.

Las comparaciones de las medias de los tratamientos y subtratamientos se efectuarán mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Bloque - Repeticiones		2
FA Híbrido		1
Error (Híbrido)	2	
FB - Programas de fertilización		3
Interacción Híbrido x Programas de fertilización	3	
Error (Programas de fertilización)		12
Total		23

3.7. Manejo del Ensayo.

Durante el desarrollo del ensayo se emplearon las prácticas agrícolas que requirió el cultivo. Previo a la preparación del terreno se realizó la toma de muestra para el análisis del suelo determinando el contenido de nutrientes.

3.7.1 Preparación del terreno

Para el efecto se realizó con un pase de rastra pesada y dos de rastra en sentido cruzado, para dejar al suelo en óptimas condiciones de siembra. La profundidad de laboreo fue de aproximadamente 25 cm.

3.7.2 Siembra

La siembra se efectuó en forma manual utilizando un espeque; depositando una semilla por sitio. La población fue 62 500 plantas por hectárea. Las semillas se mezclaron con el insecticida thiodicarb en dosis 20 cc por cada kilogramo de semilla, esto para evitar el ataque de insectos trozadores, que viven en el suelo y la superficie.

3.7.3 Control de malezas

El control de malezas se realizó cinco días después de la siembra con la aplicación de Pendimetalin 2,0 L/ha, Amina 0,5 L/ha y atrazina 1,0 kg/ha. A los 30 días problemática de malezas se aplicó Nicosulfuron 25 g/ha. Posteriormente a los 55 y 75 días se realizaron dos desyerbas manuales.

3.7.4 Control fitosanitario

En el cultivo se presentó el ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el mismo fue controlado aplicando clorpirifos + cipermetrina en dosis de 500 cc/ha, a los 20 días después de la siembra. A los 35 y 55 días después de la siembra, se aplicó fipronil para el control de insectos masticadores en dosis de 250 cc/ha. No se presentó la presencia de enfermedades en el cultivo, por este motivo no se aplicó fungicidas.

3.7.5 Riego

El cultivo se realizó en condiciones de riego, por lo que se aplicó riegos suplementarios para el desarrollo del cultivo, en total se aplicaron 4 riegos bajo inundación en las diferentes etapas del cultivo. Se utilizó una bomba de caudal con una duración de dos horas cada riego.

3.7.6 Fertilización

La fertilización edáfica estuvo basada en los requerimientos para una producción de 6 toneladas⁶: Como fuente se utilizó: Urea 300 kg/ha (46 % N), Cloruro de potasio 150 kg/ha (60 %K₂O), DAP 100 kg/ha (18 %N - 46 %P₂O₅) y Sulfato de Amonio 100 kg/ha (21%N – 24%S).

La distribución de la dosis fue hecha con el detalle del cuadro de tratamientos, aplicando el fósforo a la siembra junto con el magnesio 100 % y el 50 % del potasio. La aplicación de nitrógeno se hizo a los 25-35 días después de la siembra (50 % - 50 %). El potasio restante se aplicó a los 25 días después de la siembra (50 %). El azufre restante se colocó a los 25 días después de la siembra. Los micronutrientes se aplicaron a los 25 y 35 días después de la siembra vía foliar.

⁶ IPNI. Programa de cálculos de fertilizantes. García, F. (2011)

La aplicación de Boro y Zinc se hicieron a los 30-40 días después de la siembra, foliarmente con una bomba de aspersión calibrada.

3.7.7 Cosecha

La cosecha se realizó en cada una de las unidades experimentales de forma manual, esto sucedió cuando los granos alcanzaron un color amarillo anaranjado.

3.8. Datos Evaluados

3.8.1. Altura de planta

La altura de planta estuvo determinada por la distancia comprendida desde la superficie del suelo hasta el punto de inserción de la panoja, se tomó a la cosecha, expresando el valor en cm.

3.8.2. Altura de inserción de mazorcas

Es la distancia comprendida entre el nivel del suelo, hasta el punto de inserción de la mazorca principal. Se realizó 10 lecturas por subparcela experimental a la cosecha. Fue expresada en cm.

3.8.3. Días a floración

Se determinó por el tiempo transcurrido, desde la fecha de siembra hasta cuando se tuvo más del 50 % de las plantas de cada subparcela experimental presentando flores femeninas y panojas emitiendo polen, respectivamente.

3.8.4. Diámetro de mazorca

Se tomó 10 mazorcas al azar en cada subparcela experimental, se midió el diámetro en el tercio medio de la mazorca, su promedio se expresó en centímetros.

3.8.5. Longitud de mazorca

Fue evaluado en 10 mazorcas al azar en cada subparcela experimental, se midió la longitud desde la base hasta el ápice de la mazorca, su promedio se expresó en centímetros.

3.8.6. Relación grano - tuza

Se tomó al azar 10 mazorcas por subparcela experimental, posteriormente se desgranaron, y se procedió a pesar separadamente grano y tuza, estableciéndose la relación. Es una unidad adimensional, fue comparada con tablas de referencia del CYMMIT.

3.8.7. Peso de 1000 granos

Se tomó 1000 granos o semillas por subparcela experimental, teniendo cuidado de que los granos estuvieran libre de daños de insectos y enfermedades; luego se procedió a pesar en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

3.8.8. Rendimiento de grano

El rendimiento estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada subparcela experimental, los pesos fueron uniformizados al 14 % de humedad, su peso se transformó a toneladas por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para uniformizar los pesos.

$$EA = \frac{Pa(100-ha)}{(100-hd)}$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

3.8.9. Días a floración

Se determinó por el tiempo transcurrido, desde la fecha de siembra hasta cuando se tuvo más del 90 % de las plantas secas.

3.8.10. Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de cada tratamiento y subtratamiento en comparación a los ingresos económicos que se obtuvieron de la venta de la cosecha.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de la altura de planta, evaluada en el ensayo. Los promedios muestran alta significancia estadística en los factores híbrido, programas de fertilización e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,3 %.

El híbrido ADV-9313 con 200,59 cm fue estadísticamente superior al material S-505 que obtuvo 182,36 cm. Las plantas tratadas con Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 presentó mayor altura (192,37 cm). El Programa 1 (S-505 + Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0) con 199,22 cm fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, presentando menor altura el Programa 4 (S-505 + Sin aplicación) con 175,10 cm.

Tabla 1. Altura de planta con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblo Viejo, 2019.

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	Altura cm
S-505		182,36 b
ADV-9313		200,59 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	196,77 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	192,92 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	191,94 c
	Sin aplicación	184,28 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	199,22 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	183,69 bc
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	184,73 bc
S-505	Sin aplicación	175,10 c
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	187,82 bc
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	185,73 bc
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	184,18 bc
ADV-9313	Sin aplicación	175,10 c
Promedio general		192,09
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	**
Coeficiente de variación (%)		1,3

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

4.2. Altura de inserción a mazorca

El Cuadro 2 muestra los promedios de la altura a inserción de mazorca encontradas. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 4,77 %.

El híbrido ADV-9313 con 131,81 cm fue estadísticamente superior a S-505 (125,54 cm). El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 128,95 cm, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 2. *Altura de inserción con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblo Viejo, 2019.*

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	Altura cm
S-505		125,54 b
ADV-9313		131,81 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	128,95 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	112,92 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	118,95 c
	Sin aplicación	112,38 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	126,37 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	128,60 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	128,70 a
S-505	Sin aplicación	128,43 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	124,70 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	122,40 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	122,67 a
ADV-9313	Sin aplicación	122,30 a
Promedio general		128,66
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		4,77

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significativo

4.3. Días a floración

El Cuadro 3 muestra los promedios de días a floración encontrados. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 1,65 %.

El híbrido ADV-9313 con 53,75 días fue estadísticamente superior a S-505 (52,75 cm). El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 51,5 días, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 3. Días a floración con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblo Viejo, 2019.

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	Días
S-505		52,75 b
ADV-9313		53,75 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	51,50 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	54,00 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	54,50 c
	Sin aplicación	55,50 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	51,00 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	51,33 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	51,00 a
S-505	Sin aplicación	51,00 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	51,33 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	52,00 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	51,33 a
ADV-9313	Sin aplicación	52,67 a
Promedio general		51,96
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		1,65

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significativo

4.4. Diámetro de mazorca

El Cuadro 4 muestra los promedios de diámetro de mazorcas encontrados. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 0,88 %.

El híbrido ADV-9313 con 5,24 cm fue estadísticamente superior a S-505 (4,77 cm). El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 5,5 cm, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 4. Diámetro de mazorcas con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblviejo, 2019.

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	Cm
S-505		4,77 b
ADV-9313		5,24 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	5,50 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	5,00 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	5,00 c
	Sin aplicación	4,97 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	4,77 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	4,78 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	4,71 a
S-505	Sin aplicación	4,78 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	4,75 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	4,77 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	4,75 a
ADV-9313	Sin aplicación	4,73 a
Promedio general		4,99
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		0,88

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significante

4.5. Longitud de mazorca

El Cuadro 5 muestra los promedios de longitud de mazorcas encontrados. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 1,79 %.

El híbrido ADV-9313 con 24,63 cm fue estadísticamente superior a S-505 (22,19 cm). El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 24,17 cm, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 5. Longitud de mazorca con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblviejo, 2019.

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	cm
S-505		22,19 b
ADV-9313		24,63 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	24,17 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	22,74 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	22,21 c
	Sin aplicación	22,68 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	22,00 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	21,83 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	21,67 a
S-505	Sin aplicación	21,00 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	22,17 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	22,00 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	21,17 a
ADV-9313	Sin aplicación	21,83 a
Promedio general		21,84
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		1,79

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significante

4.6. Relación Grano/tuza

El Cuadro 6 muestra los promedios de relación grano/tusa encontrados. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 4,12 %.

El híbrido ADV-9313 con 8,0 fue estadísticamente superior a S-505 (7,54). El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 8,51, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 6. Relación Grano-Tuza con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblo Viejo, 2019.

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	Relación
S-505		7,54 b
ADV-9313		8,00 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	8,51 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	7,29 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	7,87 b
	Sin aplicación	6,81 c
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	8,38 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	7,38 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	7,99 a
S-505	Sin aplicación	6,87 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	8,54 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	7,54 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	7,72 a
ADV-9313	Sin aplicación	6,75 a
Promedio general		7,97
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		4,12

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significante

4.7. Días a cosecha

El Cuadro 7 muestra los promedios de días a la cosecha encontrados. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 0,69 %.

El híbrido S-505 con 124,75 días fue estadísticamente superior a ADV-9313 con 125,75 días. El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 126,5 días, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 7. Días a cosecha con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblo Viejo, 2019.

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	Días
S-505		124,75 b
ADV-9313		125,75 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	126,50 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	124,50 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	124,00 c
	Sin aplicación	123,50 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	126,00 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	125,33 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	125,00 a
S-505	Sin aplicación	123,00 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	127,33 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	124,00 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	123,33 a
ADV-9313	Sin aplicación	124,67 a
Promedio general		123,96
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		0,69

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significante

4.8. Peso de grano

El Cuadro 8 muestra los promedios de peso de grano encontrados. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 4,12 %.

El híbrido ADV-9313 con 35,66 g fue estadísticamente superior a S-505 (34,63 g). El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 38,06, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 8. *Peso de grano con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblo Viejo, 2019.*

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	g
S-505		34,63 b
ADV-9313		35,66 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	38,06 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	36,54 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	34,00 c
	Sin aplicación	31,97 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	37,00 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	35,67 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	35,00 a
S-505	Sin aplicación	31,33 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	36,67 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	36,00 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	32,67 a
ADV-9313	Sin aplicación	30,67 a
Promedio general		34,64
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		2,28

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significativo

4.9. Rendimiento

El Cuadro 9 muestra los promedios de rendimiento encontrados. Los valores indican la existencia de alta significancia estadística en los factores híbridos y programas de fertilización foliar, no habiendo en interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 4,12 %.

El híbrido ADV-9313 con 7995,63 kg/ha fue estadísticamente superior a S-505 (7333,88 g). El programa Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0 con 9558,75 kg/ha fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Las interacciones no mostraron significancia estadística.

Tabla 9. Rendimiento con la aplicación de programas de fertilización foliar en la producción de maíz. Pueblo Viejo, 2019.

Factor A Híbrido	Factor B Programa Foliar	kg/ha
S-505		7333,88 a
ADV-9313		7995,63 a
	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	9558,75 a
	Folical 0,5 + BM-86 0,5	8522,75 b
	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	7275,00 c
	Sin aplicación	6502,50 d
S-505	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	8626,67 a
S-505	Folical 0,5 + BM-86 0,5	8190,00 a
S-505	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	7463,33 a
S-505	Sin aplicación	6284,00 a
ADV-9313	Folizyme GA 1,0 + Rood Feed 1,0	9413,33 a
ADV-9313	Folical 0,5 + BM-86 0,5	8107,00 a
ADV-9313	Ibemar E15 + Flanquer Supra 0,5	7340,00 a
ADV-9313	Sin aplicación	6880,00 a
Promedio general		7924,75
	Factor A	**
Significancia estadística	Factor B	**
	Interacción A x B	Ns
Coeficiente de variación (%)		2,82

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

**= altamente significativo

Ns: No significativo

4.10. Evaluación económica

En el Cuadro 10, se detallan los valores de la valoración económica realizada a los tratamientos, se hizo un estudio de ingresos, egresos y utilidad neta

El híbrido ADV-9313 y fertilizado con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha) mostró la mayor utilidad y beneficio Neto (\$ 1202,98 y 1,84), observándose el menor ingreso en el híbrido S-505 y con el Programa 4 (691,95 dolares).

Tabla 10. Análisis económico de los tratamientos. Babahoyo, 2019.

Hibrido	Tratamiento	kg/ha	Ingreso	Costo Cultivo	Costo fertilización	Costo cosecha	Costo Total	Utilidad Neta	B/C
S-505	Programa 1	8626,67	2700,55	703,50	423,6	310,67	1437,73	1160,78	1,75
S-505	Programa 2	8190,00	2297,52	703,50	320,7	270,30	1294,46	1003,06	1,77
S-505	Programa 3	7463,33	2093,67	703,50	217,8	246,31	1167,59	926,08	1,79
S-505	Programa 4	6284,00	1762,84	703,50	160,0	207,39	1070,89	691,95	1,63
ADV-9313	Programa 1	9413,33	2640,70	798,50	423,6	317,71	1539,77	1202,98	1,84
ADV-9313	Programa 2	8107,00	2274,24	798,50	320,7	267,56	1386,72	887,52	1,64
ADV-9313	Programa 3	7340,00	2059,08	798,50	217,8	242,24	1258,52	800,56	1,64
ADV-9313	Programa 4	6880,00	1930,03	798,50	160,0	227,06	1185,56	744,47	1,65

Costo saca de maíz: \$12,75

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Los promedios de altura de planta tuvieron alta variación estadística observándose en el híbrido ADV-9313 el mejor comportamiento, con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha).
2. El híbrido ADV-9313 presentó mejor comportamiento agronómico en la variable altura de inserción a mazorca, con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha).
3. Los días a floración y cosecha se encontraron menor tiempo en el híbrido S-505, y en el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha).
4. La longitud de mazorca y diámetro de mazorca fue mayor en el híbrido ADV-9313 con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha).
5. La relación grano/tuza y el peso de grano fue mayor en el híbrido ADV-9313 y con el programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha).
6. El mayor rendimiento de grano por hectárea se obtuvo el híbrido ADV-9313 y con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha).
7. El híbrido ADV-9313 fertilizado con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha) mostró la mayor utilidad y beneficio neto.

VI. RECOMENDACIONES

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Sembrar el maíz híbrido ADV-9313 con una población de 62 500 plantas/ha por presentar un buen comportamiento agronómico en la zona de estudio.
2. Aplicar un programa nutricional con Urea 300 kg/ha, Cloruro de potasio 150 kg/ha, DAP 100 kg/ha y Sulfato de Amonio 100 kg/ha, distribuidos durante el periodo de desarrollo del cultivo más un programa foliar con Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha, para maximizar la producción de grano en maíz.
3. Establecer investigaciones con diferentes materiales de siembra, tipo de fertilizantes, bajo otras condiciones de manejo agronómico y zonas agroecológicas.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en los terrenos de la Finca “Don Adolfo”, ubicada en el recinto La Felicita, sector San Juan, Puebloviejo, en la vía San Juan-Puebloviejo. Se investigaron dos híbridos de maíz y cuatro programas de fertilización, en tres repeticiones. El objetivo del trabajo fue evaluar la aplicación de los programas en la producción de los híbridos planteados. La siembra de maíz se hizo con los materiales ADV-9313 y S-505 en unidades experimentales de 20 m². Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de parcelas divididas. La evaluación de medias se realizó con la prueba de significancia de Tukey al 5 %. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, altura de inserción, días a floración, días a cosecha, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, relación grano-tuza, peso de grano, rendimiento por hectárea y análisis económico. Los resultados demuestran que el mayor rendimiento de grano se obtuvo en el híbrido ADV-9313 sembrado a 62 500 plantas/ha y fertilizado con el Programa 1 (160 kg/ha N, 30 kg/ha P, 90 kg/ha K, 30 kg/ha S, 20 kg/ha Mg, 3 kg/ha Zn, 2 kg/ha B) con 10166,67 kg/ha. además, el mismo material mostró la mayor utilidad y beneficio neto. La eficiencia agronómica demuestra que el DK-76508 sembrado a 95 238 plantas/ha y fertilizado con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha), tuvo la mejor tasa de asimilación.

Palabras Clave: Maiz, fertilización edáfica, nutrición foliar

VIII. SUMMARY

The present investigation was carried out in the lands of the "Don Adolfo" farm, located in the La Felicita, San Juan sector, Puebloviejo, on the San Juan-Puebloviejo highway. Two maize hybrids and four fertilization programs were investigated, in three replications. The objective of the work was to evaluate the application of the programs in the production of the proposed hybrids. The planting of corn was done with the materials ADV-9313 and S-505 in experimental units of 20 m². The treatments were distributed in a split plot design. The evaluation of means was performed with the Tukey significance test at 5 %. The evaluated variables were: height of plant, height of insertion, days to flowering, days to harvest, diameter of ears of corn, length of ears, relation grain-gopher, weight of grain, yield per hectare and economic analysis. The results show that the highest grain yield was obtained in the hybrid ADV-9313 seeded at 62 500 plants / ha and fertilized with Program 1 (160 kg/ha N, 30 kg/ha P, 90 kg/ha K, 30 kg/ha S, 20 kg/ha Mg, 3 kg/ha Zn, 2 kg/ha B) with 10 166,67 kg/ha. In addition, the same material showed the highest profit and net benefit. The agronomic efficiency shows that the DK-76508 sown to 95 238 plants/ha and fertilized with the Program 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha), had the best assimilation rate.

Keywords: Corn, edaphic fertilization, foliar nutrition

IX. LITERATURA CITADA

- Agripac S.A. (2008). *Manejo tecnológico del maíz. Pacific 9205 híbrido de calidad y productividad*. Boletín divulgativo. p10.
- Alltech. (2016). La importancia de la fertilización foliar para las plantas. Disponible en <http://es.alltech.com/blog/posts/la-importancia-de-la-fertilizacion-foliar-para-las-plantas>
- Amores, F., Mite, F., Carrillo, M. (1995). *Manejo de la fertilidad en maíz duro*. Manual Técnico N° 28. INIAP, Estación Experimental Pichilingue.
- Amores, F. (1992). Clima, Suelos, Nutrición y Fertilización de cultivos en el Litoral Ecuatoriano. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental "Pichilingue". Manual Técnico N° 26 pp: 35-36.
- Ando, S. s.f. Fertilización foliar en maíz (en línea), Boletín Técnico S. Ando & Cia, Buenos Aires, AR p 2 Consultado el 11 de julio del 2018. Disponible en <http://www.andoycia.com.ar>.
- Attanandana, T., Yost, R. (2004). *Estrategia de manejo de nutrientes por sitio específico en maíz*. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 53. pp 1-4.
- Bawen, Y., Kratky, P. (1990). *Pérdida de nitrógeno de los fertilizantes*. Agricultura de las Américas. 189p.
- Bundy, L.G., Andraski, T.W. (2004). *Respuesta de la fertilización de arranque en suelos con contenidos altos y muy altos de nutrientes*. Instituto de la potasa y el fosforo. Informaciones Agronómicas. N° 52. pp: 9-11.
- Castro, C. (2015). "Efectos de los Activadores Fisiológicos BC – 1000 y TREKER, sobre el rendimiento de variedades de arroz bajo condiciones de secano, en la zona de Babahoyo". Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 88p.
- De Datta, S. (2004). *Sustainable rice production: challenges and opportunities*. In: International Rice Commission Newsletter, Progress assessment and orientation in the 1990s, FAO, Roma. 10p.

- Domínguez, A. (2010). Trabajo de fertilidad y fertilizantes. Fertilización foliar. Disponible en: <http://html.fertilidadyfertilizantes.html> (consultado el 12 de enero de 2018).
- FAO. (2011). *Core collections of plant genetic resources*. Roma, IT, International Plant Genetic Resources Institute. 48 p. (Technical Bulletin no.8).
- Finck, A. (1988). Fertilizantes y Fertilización. Editorial Reverte S.A. Barcelona, ES. pp. 251-252.
- García, F. O. (2002). *Manejo de la fertilidad de suelo y fertilización de cultivos para altos rendimientos en la región pampera Argentina*. In: Conferencia de fertilizantes cono sur. Porto Alegre. Brasil. 45p.
- García G, S. J. (2010). Respuesta del cultivo de papa a los fertilizantes foliares utilizando el análisis foliar como herramienta de diagnóstico (en línea). Coahuila, MX. Consultado el 10 de enero de 2018. Disponible en: http://www.conpapa.org.mx/files/congress/2012/conferences/aplicacion_fertilizantes_foliares.pdf.
- Gómez. (2011). Disponible en: <http://repositorio.utb.edu.ec:8080/bitstream/123456789/1074/3/DISCUSI%C3%93N,%20CONCLUSIONES%20Y%20RECOMENDACIONES.pdf>. Consultado el 13 de mayo del 2013
- India S.A. (2018). Manual del cultivo del maíz duro. Boletín Técnico y divulgativo. N°14. 12p.
- Jacob, A. Vexkull, H. (1961). *Fertilización; nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*. Trad. por López Martínez de Alba. Amsterdam, International Handelmaatschappy voor Metstoffen, pp. 125 – 127.
- Merchán, M., Valverde, F., Novoa, V. Pumisacho, M. (2009). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de arroz*. Quevedo. Aprocico-UTEQ. 216 p.
- Mora J. (2010). Evaluar la eficiencia de la fertilización foliar orgánica sobre el comportamiento agronómico en dos híbridos de maíz (*Zea mays* L) sembrados bajo condiciones de riego en la zona de Ventanas. Tesis de

- Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo, FACIAG, EC p 16.
- Morales, L. 2011. La importancia de la fertilización foliar. Disponible en <http://foro.infoagro.com/foros/viewtopic.php?f=23&t=1754>
- Moreira, A. (2013). “Efectos del fertilizante foliar Sol-u-gro 12-48-8 en diferentes dosis y aplicaciones en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en el Cantón Babahoyo”. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo, FACIAG, EC. p 40.
- Neira, R. (2010). *Tecnología del cultivo de arroz*. En: Memorias de II Feria sobre tecnología del cultivo y manejo de arroz. Daule, Ecuador, 15 al 17 de septiembre 2010. pp. 38-72.
- Parsons, D. (2006). *El Maíz: Manuales para Educación Agropecuaria*. Área de Producción Vegetal. Editorial Trillas. México. p. 9.
- Pilaloa, W., Alvarado, A., Pacheco, E. (2017): “Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz”, *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, n. 29 (junio 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/delos/29/fertilizacion-arroz.html>
- Quiminet. (2010). Fertilización foliar y la importancia de los micronutrientes en los cítricos. Disponible en <http://www.quiminet.com/articulos/fertilizacion-foliar-y-la-importancia-de-los-micronutrientes-en-la-floracion-de-los-citricos-43757.htm>
- Steward, W.M. (2001). *Fertilizantes y el Ambiente*. Instituto de la Potasa y el Fosforo. Informaciones Agronómicas. No 44. pp. 6-7.
- SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería). (2002). *Selección de variedades e híbridos de maíz (en línea)*. Consultado el 10 nov-2018. Disponible en <http://www.sag.gob.hn>.
- Salette, J. E. (1970). *Nitrogen use and intensive management of corn in the wet tropics*. Proceedings of the XI International Grasslands Congress, p, 404 – 407.
- Serratos, J. (2012). *El origen y la Diversidad del Maíz en el continente americano*. Recuperado el 11 de noviembre de 2018, de Greenpeace:

<http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/9/gporigenmaiz%20final%20web.pdf>

- Smil, V. (2009). *Long-range Perspectives in Inorganic Fertilizers in Global Agriculture*. 1999 Travis P. Hignett Lecture, IFDC, Alabama, USA.
- Rivera, H. (2013). Efecto de la aplicación de programas de fertilización con Agrofeed en combinación con el potencializador Fertivin, en variedades de arroz (*Oryza sativa*) en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 85p.
- Ronen, E. (2016). Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Foliar%20-%20Otra%20forma%20exitosa.asp>
- Torres, F. (2008). *Fertilización en campos de producción de arroz*. En: Memorias del I Curso internacional sobre producción de semilla de arroz. Bucaramanga, Colombia, 16 a 27 de octubre de 2008. pp. 52-55.
- Trinidad, A., Aguilar, D. (2016). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>
- Vargas, S. M. (2002). Fertilización con cuatro niveles de nitrógeno, fósforo y potasio y curvas de absorción de la variedad Fedearroz 50, en condiciones de secano favorecido. Corporación Financiera Nacional. Disponible en: <http://www.conarroz.com/pdf/Proyecto%20de%20ensayo%20de%20niveles%20de%20fertilizacion.pdf>(revisado en junio 29 de 2014).

APENDICES

CUADROS DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE VARIANZA

Anexo 1. ANDEVA altura de planta. 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5222,14	17	307,18	49,61	<0,0001
HIBRIDO	4016,34	1	4016,34	648,58	<0,0001
POBLACION	3,60	1	3,60	0,58	0,4517
TRATAMIENTO	1162,85	3	387,62	62,59	<0,0001
BLOQUE	24,26	2	12,13	1,96	0,1586
HIBRIDO*TRATAMIENTO	2,64	3	0,88	0,14	0,9340
Error	185,77	30	6,19		
Total	5407,92	47			

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
PROGRAMA 4	183,86	12	0,72	A
PROGRAMA 3	193,68	12	0,72	B
PROGRAMA 2	193,94	12	0,72	B
PROGRAMA 1	196,90	12	0,72	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. ANDEVA altura de inserción. 2019.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA INSERCIÓN	48	0,69	0,52	4,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2567,73	17	151,04	4,00	0,0005
HIBRIDO	473,76	1	473,76	12,56	0,0013
POBLACION	316,21	1	316,21	8,38	0,0070
TRATAMIENTO	0,61	3	0,20	0,01	0,9994
BLOQUE	1730,20	2	865,10	22,93	<0,0001
HIBRIDO*TRATAMIENTO	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	1131,62	30	37,72		
Total	3699,35	47			

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
PROGRAMA 4	128,51	12	1,77	A
PROGRAMA 2	128,64	12	1,77	A
PROGRAMA 1	128,68	12	1,77	A
PROGRAMA 3	128,83	12	1,77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3. ANDEVA floración. 2019.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS FLORACION	48	0,76	0,62	1,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69,75	17	4,10	5,55	<0,0001
HIBRIDO	12,00	1	12,00	16,24	0,0004
POBLACION	6,75	1	6,75	9,14	0,0051
TRATAMIENTO	4,25	3	1,42	1,92	0,1481
BLOQUE	43,17	2	21,58	29,21	<0,0001
HIBRIDO*TRATAMIENTO	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	22,17	30	0,74		
Total	91,92	47			

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
PROGRAMA 1	51,67	12	0,25 A
PROGRAMA 3	51,67	12	0,25 A
PROGRAMA 2	52,17	12	0,25 A
PROGRAMA 4	52,33	12	0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4. ANDEVA diámetro de mazorca. 2019.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO MAZORCA	48	0,98	0,97	0,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,99	17	0,18	90,58	<0,0001
HIBRIDO	2,90	1	2,90	1491,86	<0,0001
POBLACION	0,01	1	0,01	6,86	0,0137
TRATAMIENTO	0,04	3	0,01	6,43	0,0017
BLOQUE	0,01	2	0,01	3,86	0,0323
HIBRIDO*TRATAMIENTO	8,3E-04	3	2,8E-04	0,14	0,9334
Error	0,06	30	1,9E-03		
Total	3,05	47			

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
PROGRAMA 3	4,94	12	0,01 A
PROGRAMA 1	4,99	12	0,01 B
PROGRAMA 4	5,00	12	0,01 B
PROGRAMA 2	5,02	12	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5. ANDEVA longitud de mazorca. 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	84,64	17	4,98	29,79	<0,0001
HIBRIDO	68,40	1	68,40	409,32	<0,0001
POBLACION	0,02	1	0,02	0,10	0,7529
TRATAMIENTO	7,13	3	2,38	14,22	<0,0001
BLOQUE	7,71	2	3,85	23,06	<0,0001
HIBRIDO*TRATAMIENTO	0,01	3	4,1E-03	0,02	0,9947
Error	5,01	30	0,17		
Total	89,65	47			

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
PROGRAMA 4	22,34	12	0,12	A
PROGRAMA 3	22,60	12	0,12	A
PROGRAMA 2	23,12	12	0,12	B
PROGRAMA 1	23,30	12	0,12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6. ANDEVA grano-tuza. 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36,95	17	2,17	20,11	<0,0001
HIBRIDO	0,85	1	0,85	7,90	0,0086
POBLACION	8,3E-04	1	8,3E-04	0,01	0,9306
TRATAMIENTO	32,90	3	10,97	101,46	<0,0001
BLOQUE	0,39	2	0,20	1,81	0,1810
HIBRIDO*TRATAMIENTO	0,75	3	0,25	2,32	0,0955
Error	3,24	30	0,11		
Total	40,19	47			

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
PROGRAMA 4	6,65	12	0,09	A
PROGRAMA 3	7,90	12	0,09	B
PROGRAMA 2	8,68	12	0,09	C
PROGRAMA 1	8,68	12	0,09	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 7. ANDEVA Días a cosecha. 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69,75	17	4,10	5,55	<0,0001
HIBRIDO	12,00	1	12,00	16,24	0,0004
POBLACION	6,75	1	6,75	9,14	0,0051
TRATAMIENTO	4,25	3	1,42	1,92	0,1481
BLOQUE	43,17	2	21,58	29,21	<0,0001
HIBRIDO*TRATAMIENTO	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	22,17	30	0,74		
Total	91,92	47			

TRATAMIENTO Medias n E.E.

PROGRAMA 1	123,67	12	0,25	A
PROGRAMA 3	123,67	12	0,25	A
PROGRAMA 2	124,17	12	0,25	A
PROGRAMA 4	124,33	12	0,25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8. ANDEVA peso de grano. 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	282,58	17	16,62	26,71	<0,0001
HIBRIDO	12,00	1	12,00	19,29	0,0001
POBLACION	0,75	1	0,75	1,21	0,2810
TRATAMIENTO	260,25	3	86,75	139,42	<0,0001
BLOQUE	8,00	2	4,00	6,43	0,0047
HIBRIDO*TRATAMIENTO	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	18,67	30	0,62		
Total	301,25	47			

TRATAMIENTO Medias n E.E.

PROGRAMA 4	31,50	12	0,23	A
PROGRAMA 3	33,33	12	0,23	B
PROGRAMA 2	36,33	12	0,23	C
PROGRAMA 1	37,33	12	0,23	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9. ANDEVA producción por hectarea. 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	72525155,67	17	4266185,63	85,37	<0,0001
HIBRIDO	6580,08	1	6580,08	0,13	0,7192
POBLACION	1854174,08	1	1854174,08	37,10	<0,0001
TRATAMIENTO	65523796,17	3	21841265,39	437,07	<0,0001
BLOQUE	38402,00	2	19201,00	0,38	0,6843
HIBRIDO*TRATAMIENTO	751849,08	3	250616,36	5,02	0,0062
Error	1499171,33	30	49972,38		
Total	74024327,00	47			

TRATAMIENTO Medias n E.E.

PROGRAMA 4	6501,00	12	64,53	A
PROGRAMA 3	7265,83	12	64,53	B
PROGRAMA 2	8321,75	12	64,53	C
PROGRAMA 1	9610,42	12	64,53	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO 10. Costos de producción

COSTOS FIJOS POR HA

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Análisis de suelo	ha	1	27,00	27,00
Siembra				
Batalla	Saco	1	190,00	190,00
Siembra	Jornales	10	10,00	100,00
Preparación del suelo				
Rastra	ha	3	35,00	105,00
Riego	ha	1	25,00	25,00
Control de malezas				0,00
Paraquat	Litro	2	8,25	16,50
Atrazina	kg	1	16,00	16,00
Amina	Litro	0,5	6,00	3,00
Pendimetalin	Litro	3	11,00	33,00
Aplicación	Jornales	4	10,00	40,00
Control de plagas y enfermedades				
Clorpirifos + Cipermetrina	litro	1	16,00	16,00
Fipronil	litro	1	16,00	16,00
Aplicación	Jornales	2	10,00	20,00
Fertilización edáfica				
Foliar	Litro	2	18,00	36,00
Aplicación	Jornales	6	10,00	60,00
Total				703,50

IMAGENES DEL ENSAYO



Figura 1 Preparación del suelos



Figura 2 Estaquillado de las parcelas.



Figura 3 Riego



Figura 4 Siembra.



Figura 5 Aplicación de Pre-emergente.



Figura 6 Germinacion



Figura 7 Aplicación de DAP + Cloruro de Potasio por espeque



Figura 8 Preparacion de Avonos foliares con su respectiva dosis por tratamiento.



Figura 9 Primera aplicación avono foliar con su respectiva dosis por tratamiento



Figura 10 Mezcla de fertilizantes utilizados



Figura 11 Aplicación de Urea+Sulfato de Amonio y Cloruro de Potasio previamente mezclado



Figura 12 Segunda aplicación avono foliar con su respectiva dosis por tratamiento



Figura 13 Aplicación de Post-emergente



Figura 14 Tercera aplicación avono foliar con su respectiva dosis por tratamiento



Figura 15 Aparición de mazorcas.



Figura 16 Toma de datos.



Figura 17 Vista de los tratamientos.



Figura 18 Selección de mazorcas por tratamiento.



Figura 19 Rendimiento por tratamiento



Figura 20 Determinacion de humedad.

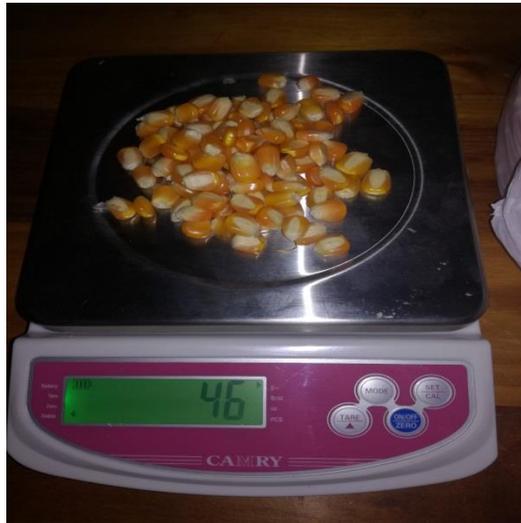


Figura 21 Determinación de peso de grano.



Figura 22 Visita del Tutor.