

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TÍTULO:

RESPUESTA DE UN GENOTIPO LOCAL DE MAÍZ (*Zea mays L.*), DE LA
AMAZONIA ECUATORIANA A DIFERENTES DENSIDADES DE
POBLACIÓN Y FERTILIZACIÓN FOLIAR.

AUTOR:

WALTER VINICIO DARQUEA LESCANO

TUTOR:

DR. REINALDO DEMESIO ALEMÁN PEREZ

PUYO - PASTAZA – ECUADOR

2016

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Yo, Walter Vinicio Darquea Lescano con cédula de ciudadanía No. 1803650223 en calidad de autor del proyecto: “RESPUESTA DE UN GENOTIPO LOCAL DE MAÍZ (Zea mayz L.), DE LA AMAZONIA ECUATORIANA A DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN Y FERTILIZACIÓN FOLIAR.”, declaro lo siguiente:

Que el proyecto es de mi autoría, y que en su formulación se han respetado las normas legales y reglamentos pertinentes para la Estructura y Formato de Presentación para el Proyecto de Investigación y Desarrollo en la Unidad de Titulación Especial.

Que el mencionado proyecto fue desarrollado con mi participación y con la tutoría del Dr. Reinaldo Alemán bajo un proyecto de investigación aprobado por el consejo universitario de la UEA en consecuencia, los resultados y productos de la investigación serán de responsabilidad única, respecto a su contenido, veracidad y alcance científico.

De conformidad al principio de Buena Fe establecido en el Reglamento de Propiedad Intelectual, garantizo que en dicho proyecto se respetarán los derechos intelectuales de terceros y que por consiguiente cedo mis derechos a la Universidad Estatal Amazónica para que esta haga uso de esta investigación como creere conveniente.

En consecuencia, para asuntos legales, la Universidad Estatal Amazónica estará exenta de culpa y libre de cualquier responsabilidad.

Puyo 25 de Abril de 2016

.....
Walter Vinicio Darquea L.
C.I: 1803650223

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En mi condición de Director de Tesis, certifico que el señor Walter Vinicio Darquea Lescano, ha desarrollado el Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado “RESPUESTA DE UN GENOTIPO LOCAL DE MAIZ (*Zea mays L*) DE LA AMAZONIA ECUATORIANA A DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION Y FERTILIZACION FOLIAR”, observando las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas que regula esta actividad académica, por lo cual autorizo al mencionado señor estudiante a que reproduzca el documento definitivo y lo presente a las autoridades del Departamento de Ciencias de la Tierra y proceda a la exposición de su contenido.

Dr. Reinaldo Alemán Pérez

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Respuesta de un genotipo local de maíz (*Zea mays l.*), de la amazonia ecuatoriana a diferentes densidades de población y fertilización foliar en el Centro de Investigaciones y Conservación de la Biodiversidad Amazónica de la Provincia del Napo.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dr.C. Yoel Rodriguez Guerra

Dr.C. Javier Domínguez Brito

M.Sc. Sandra Soria Re.

2016

CERTIFICADO DE ANTI PLAGIO

AGRADECIMIENTO

- A mi tutor el Dr. C. Reinaldo Alemán Pérez quien con su gran capacidad de transmitir sus conocimientos y amistad se ha ganado mi respeto incondicional.
- A todos mis profesores quienes día a día supieron fomentar valores de engrandecimiento profesional.
- A los trabajadores del CIPCA que de una u otra manera brindaron las facilidades para que esta investigación tuviera el final esperado.
- A mi madre Gladys por su incansable lucha y apoyo incondicional.
- A mi esposa Paola Cruz por su apoyo brindado todo este tiempo siendo un pilar muy importante en mi desarrollo profesional.
- A mis hijos por ser cada día los motores de mi sacrificio.
- A mi hermana Nancy por el apoyo brindado todo este tiempo, ¡Muchas Gracias!

DEDICATORIA

- *A mi madre y esposa por todo ese apoyo incondicional, ya que nunca dudaron que lo lograría.*
- *A mis amados hijos Alexander y Domenica.*
- *A la memoria de mi hermano Luis.*
- *Y como no, para todos mis amigos y compañeros de promoción.*

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el Centro de Investigaciones, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el Cantón Arosemena Tola de la Provincia de Napo, Ecuador y consistió en el estudio de diferentes distancias de siembra y aplicación de abono foliar en una variedad de maíz autóctona de la zona. Se montó un diseño factorial donde el primer factor fueron las distancias de siembra (0,20 0,30 0,40 m entre plantas y 0,80 entre surcos, para lograr poblaciones de 62 500, 41666 y 31250 plantas por hectárea, y el segundo factor la aplicación de abono foliar. Se evaluaron los principales indicadores morfológicos, fisiológicos y productivos y se demuestra que no hubo una marcada diferencia entre distancia de siembra y fertilización con los indicadores morfológicos y fisiológicos y si con los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola llegando a ser este superior en la mayor densidad de población (0,20 x 0,80 m) con un rendimiento de 5408,88kg/ha, en la distancia de (0,30 x 0,80m) se obtuvo un rendimiento de 4569,56 kg/ha y para (0,40 x 0,80m) un rendimiento de 4537,34 kg/ha, mientras que para los tratamientos donde se realizó la aplicación de fertilizante foliar se obtuvo un rendimiento de 5712,64 kg/ha y sin la aplicación de fertilizante foliar un rendimiento de 3964,55kg/ha.

Palabras claves: Zea mays, fertilizante foliar, densidad de siembra, Amazonía.

ABSTRACT

The work was developed at the Center for Research, Graduate Studies and Conservation of Amazonian Biodiversity (CIPA) belonging to the Amazon State University, located in Canton Arosemena Tola of the Province of Napo, Ecuador and consisted of the study of different planting distances and application of foliar fertilizer in a variety of native maize in the area. a factorial design where the first factor was the planting distances (0.20 0.30 0.40 0.80 m between plants and between rows, to achieve population of 62500, 41666 and 31250 plants per hectare was mounted, and second factor applying foliar fertilizer. the main morphological, physiological and productive indicators were evaluated and demonstrated that there was a marked difference between plant spacing and fertilization with morphological and physiological indicators and if the yield components and crop yields coming I be superior to this in greater density (0.20 x 0,80 m) with a yield of 5408,88kg / ha, in the distance of (0,30 x 0,80m) performance was obtained 4569, 56 kg / ha and (0.40 x 0.80m) a yield of 4537.34 kg / ha, while for treatments where the application of foliar fertilizer made yield 5712.64 kg / ha was obtained and without foliar fertilizer application performance 3964,55kg / ha.

Keywords: Zea mays, foliar fertilizer, planting density, Amazonia.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. PROBLEMA.....	15
1.2. HIPÓTESIS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
II. FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>).....	17
2.2. Origen y Distribución del maíz.....	17
2.3. Características de la planta de maíz.....	17
2.3.1. Taxonomía y Morfología.....	17
2.4. Ciclo vegetativo del maíz.....	19
2.4.1. Fenología del cultivo.....	19
2.5. Exigencias del cultivo.....	19
2.6. Exigencias edafoclimáticas.....	19
2.6.1. Exigencia de clima.....	20
2.6.2. Pluviometría.....	20
2.6.3. Riegos.....	21
2.6.4. Exigencias en suelo.....	21
2.7. Labores culturales.....	21
2.7.1. Preparación del terreno.....	21
2.7.2. Siembra.....	21
2.7.3. Fertilización.....	22
III. METODOLIGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Localización y duración del experimento.....	23

3.2.	Tipo de investigación.....	23
3.3.	Método de investigación.....	24
3.4.	Diseño de la investigación.....	24
3.4.1.	Características del experimento.....	25
3.5.	Variables evaluadas.....	25
3.5.1.	Evaluación morfológica de la variedad.....	25
3.5.2.	Acumulación de materia seca por órganos vegetativos.....	25
3.5.3.	Determinación del área foliar.....	25
3.5.4.	Índice de área foliar.....	26
3.5.5.	Potencial fotosintético.....	26
3.5.6.	Tasa de asimilación neta.....	26
3.5.7.	Componentes del rendimiento.....	26
3.5.8.	Evaluaciones fitosanitarias.....	27
3.6.	Tratamiento de los datos.....	27
3.6.1.	Análisis estadístico de los resultados.....	27
3.7.	Recursos humanos y materiales.....	28
3.7.1.	Recursos humanos.....	28
3.7.2.	Recursos materiales.....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
V.	CONCLUSIONES.....	40
VI.	RECOMENDACIONES.....	41
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	42
VIII.	ANEXOS.....	44

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Influencia de las distancias de siembra sobre los indicadores morfológicos y fisiológicos del maíz.....	30
Tabla 2. Influencia de la fertilización foliar sobre los indicadores morfológicos y fisiológicos del maíz.....	32
Tabla 3. Influencia de la distancia de siembra (m) sobre la acumulación de materia seca por órganos vegetativos del maíz.....	33
Tabla 4. Influencia de la fertilización foliar sobre la acumulación de materia seca por órganos vegetativos del maíz.....	34
Tabla 5. Influencia de las distancias de siembra (m) sobre los componentes del rendimiento y rendimiento agrícola del maíz.....	35
Tabla 6. Influencia de la fertilización foliar sobre los componentes del rendimiento y rendimiento agrícola del maíz.....	36
Tabla 7. Influencia densidad de población sobre el estado fitosanitario del maíz.....	37
Tabla 8. Influencia fertilización foliar sobre el estado fitosanitario del maíz.....	38

I. INTRODUCCIÓN

Por varios años el (*Zea mays L.*) maíz ocupa una posición destacada en la agricultura de América Latina al destinarse gran parte de su producción para el consumo humano, animal y en los últimos años se ha potenciado su uso como biocombustible, lo que ha conllevado al encarecimiento del producto a nivel mundial, siendo hoy en día uno de los cereales más cultivados en todo el mundo como lo mencionan Hernández y Soto (2012), es una de las especies vegetales con el índice productivo más alto, considerando tanto su producción global que se estimó en 794,05 millones de toneladas en el año 2009/10, siendo el rendimiento agrícola mayor a $5,04\text{t/ha}^{-1}$ como lo cita Bastías et, al.(2011)

En Ecuador, al igual que en el resto del mundo, este tipo de grano es uno de los cultivos más importantes, lo producen 21 provincias y de forma mayoritaria en Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja, en ese orden de importancia según el III Censo Nacional de Agropecuario 2000.

De acuerdo a las cifras del III Censo Nacional Agropecuario en el país existen aproximadamente 82 mil unidades productoras destinadas al cultivo y producción de maíz duro. Según estadísticas del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP 2012), en la última década se han sembrado anualmente alrededor de 270 mil a 360 mil hectáreas de maíz duro seco en el Ecuador, con una producción actual que supera el millón de toneladas. El aumento en la superficie sembrada ha sido notoria durante los años, con un incremento promedio anual a nivel nacional de 3% y un crecimiento del 35% durante los últimos catorce años 2000-2013.

En producción las cifras se han triplicado de 420 mil t (2000) a 1.4 millones t (2013) efecto atribuible al aumento del rendimiento que se tuvo durante la última década. Los rendimientos promedio nacionales han pasado de 1,64 t/ha registradas en el año 2000 a 4,65 t/ha proyectada para el 2013 lo que equivale a un incremento porcentual del 169%, donde el papel del gobierno ha tenido gran influencia con el impulso de políticas públicas que ayudan al acceso de semilla mejorada y paquetes tecnológicos de alto rendimiento (semilla de calidad híbrida, fertilizantes edáficos y agroquímicos) según el análisis que realiza Sumba (2012), sin embargo, mencionar que en la actualidad la producción maicera en la región amazónica está teniendo un interés por parte de los agricultores ya que ponen sus expectativas en obtener recursos de este cultivo a pesar de no contar con la experiencia y la debida capacitación técnica.

Todos estos indicadores hacen que el maíz sea un cultivo que debe ser debidamente explotado a fin de alimentar la creciente población mundial; mayores incrementos de producción de alimentos humanos y animales deben provenir de los cereales gruesos, incluyendo el maíz, los cuales tienen ventajas comparativas en ambientes desfavorables. El maíz no ha alcanzado aún el límite de difusión en los ambientes productivos y es el momento oportuno para aprovechar su alto potencial de producción en los trópicos.

Recalcar que no existe un sistema específico de producción de maíz en la región, lo que hace que algunos productores lo siembren “a voleo” y con ello sin distancias establecidas ni prefijadas entre plantas y entre surcos y de igual forma no aplican fertilizantes, solo en algunos casos alrededor de los 15 días de que germinen le tiran un poco de urea al área también a voleo. Otros lo siembran a espeque, localizando puntos de acuerdo a la topografía y situación real de su área, pero de igual forma no manejan distancias adecuadas ni uniformes y en ocasiones le ponen fertilizante químico sin conocer sobre dosis y normas. Toda esta situación hace que los rendimientos y las producciones sean muy bajas.

La demanda actual de maíz ha hecho que el precio suba considerablemente; por lo que, es una muy buena opción para cultivar y para que sea una actividad aún más rentable y se hace necesario considerar un buen manejo en fertilización y densidad, ello es parte de la investigación.

La información generada por la presente investigación ofrecerá a los agricultores alternativas de mejorar sus rendimientos mediante la utilización de variedades nativas, aplicando técnicas de siembra, densidad y niveles de fertilización.

Se contribuirá a la seguridad alimentaria de las poblaciones amazónicas indirectamente, ya que los agricultores de estas zonas cuentan con diversas especies de animales domésticos como pollos, cerdos y ganado bovino los cuales podrán mejorar sus rendimientos con el grano de maíz o los restos de la cosecha.

1.1. PROBLEMA

En la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) los rendimientos y niveles de producción del maíz son muy bajos, dado a que no cuenta con una tecnología basada en resultados científicos de la zona.

1.2. HIPOTESIS

La utilización de densidades de población y fertilización foliar adecuadas permiten obtener buenos rendimientos en el cultivo del maíz en las condiciones de la Amazonia Ecuatoriana.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Conocer la respuesta de un genotipo local de maíz de la Amazonia Ecuatoriana ante las densidades de población y fertilización foliar.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar los indicadores morfológicos y fisiológicos de un genotipo local de maíz de la Amazonia Ecuatoriana bajo diferentes densidades de población y fertilización foliar.
- Determinar los componentes del rendimiento de un genotipo local de maíz de la Amazonia Ecuatoriana bajo diferentes densidades de población y fertilización foliar.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. (*Zea mays L.*) MAÍZ

“El maíz es una planta anual, originaria de América del sur, donde los aborígenes lo cultivaban para aprovechar el valor alimenticio de sus granos. En la actualidad su cultivo se ha extendido a muchas de las regiones templadas y cálidas del mundo. Importante como planta alimenticia es también excelente forrajera y tiene numerosas aplicaciones industriales (Fuster, 1974)

Martínez (1995), manifiesta que “En la Florida y nueva Granada los indígenas lo consumían, siendo la base de su régimen alimenticio. Los incas también lo consumían tierno, asados sobre la brasa. En Europa la introdujeron los españoles y los portugueses, donde su desarrollo y extensión no han cesado de aumentar, si bien su empleo principal es para alimento del ganado.”

2.2. Origen y Distribución del maíz

Cazco (2006), dice que “El origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud aunque existen evidencias que lo sitúan en México con anterioridad al año 5000 A.C. Vavilou sitúa el centro primario de origen el sur de México y Centroamérica y un origen secundario de diversidad genética a los valles altos como: Perú, Ecuador, Bolivia. Tiene una amplia distribución geográfica se le encuentra desde las regiones este y sur este de EE.UU., México, América Central, y del Sur.”

2.3. Características de la planta de maíz.

2.3.1. Taxonomía y Morfología.

El (*Zea mays L.*) maíz pertenece a la familia de las gramíneas, tribu Maydeae, la cual incluye los maíces dentados, cristalinos, dulces y palomeros o reventadores. El género *Zea* proviene del griego grano o cereal y la especie *mays* (eventualmente el nombre común o vulgar del cultivo) que deriva del sonido aborígen maíz como lo menciona Gil, (2007) de lo expuesto por (Heinrichs et al., 2004).

La planta del maíz presenta un porte robusto de fácil desarrollo y producción permanente por todo el año, con un ciclo de vida de 110 a 150 días en dependencia de la variedad y época. Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele

ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. Estas pueden penetrar hasta dos metros y más en los 60 días posteriores a la siembra y se extiende hasta cubrir la superficie de un círculo de 1.2 metros de radio. Sus funciones tienen carácter permanente, garantizando la nutrición mineral de la planta durante su ciclo de desarrollo Gil, (2007)

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4m de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, que se justifica por pertenecer las dos a la familia de las gramíneas y que no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal. Puede elevarse a alturas antes mencionadas e incluso más en algunas variedades. Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervadas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Tiene este cultivo las hojas alternas, sésiles y envainadoras. El número de hojas varía entre 8 y 48 y su longitud varía entre 30 cm y 150 cm. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. 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. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas.

Las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas, siendo llamadas vulgarmente por los agricultores “penachos” o “plumeros”. La mazorca está formada por una parte central llamada zuro; también conocida por los agricultores por diferentes nombres como corazón; representando el mismo del 15 al 30% del peso de la espiga. El grano se dispone en hileras longitudinales, teniendo cada mazorca varios centenares del mismo como cita Gil, (2007) y expone Agroinformación (2004) e Infoagro (2004).

2.4. Ciclo vegetativo del maíz.

2.4.1. Fenología del cultivo

Gil (2007) por Heinrichs *et. al*, (2004), referente a las siguientes etapas en el cultivo:

Nascencia: comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.

Crecimiento: una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.

Floración: a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño. Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad. A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente, etc.

2.5. Exigencias del cultivo.

Temperatura: para la siembra del maíz y para obtener una nascencia óptima es necesaria una temperatura media del suelo de 10 °C, que contrapone a lo presentado por Gil, (2007) el cual menciona que la temperatura óptima es de 15 °C. Para que la floración se desarrolle normalmente conviene que la temperatura sea de 18 °C como mínimo. Por otra parte, el hecho de que deba madurar antes de los fríos hace que tenga que recibir bastante calor. De todo esto se deduce que es planta de países cálidos, con temperatura relativamente elevada

durante toda su vegetación. La temperatura más favorable para la nascencia se encuentra próxima a los 15 °C. En la fase de crecimiento, la temperatura ideal se encuentra comprendida entre 24 y 30 °C. Por encima de los 30 °C se encuentran problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces. Las noches cálidas no son beneficiosas para el maíz, pues es la respiración muy activa y la planta utiliza importantes reservas de energía a costa de la fotosíntesis realizada durante el día. Si las temperaturas son excesivas durante la emisión de polen y el alargamiento de los estilos puede producirse problemas. Si sobrevienen heladas antes de la maduración sin que haya producido todavía la total transformación de los azúcares del grano en almidón, se interrumpe el proceso de forma irreversible, quedando el grano blando y con un secado mucho más difícil, ya que, cuando cesa la helada, los últimos procesos vitales de la planta se centran en un transporte de humedad al grano.

Humedad: las fuertes necesidades de agua del maíz condicionan también el área del cultivo. Las mayores necesidades corresponden a la época de la floración, comenzando 15 ó 20 días antes de ésta, período crítico de necesidades de agua. En España el maíz es planta propia de los regadíos o de los secanos húmedos del norte y noroeste.

Suelo: el maíz se adapta a muy diferentes suelos. Prefiere pH comprendido entre 6 y 7, pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso se da en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de micro elementos. (Agro información, s.f.).

2.6. Exigencias edafoclimáticas

2.6.1. Exigencia de clima

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir del 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.

2.6.2. Pluviometría.

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenidos de 40 a 65 mm.

2.6.3. Riegos.

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada. En el siguiente recuadro se presentan las dosis de riego más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado).

2.6.4. Exigencias en suelo

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular Gil, (2007)

2.7. Labores culturales

2.7.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra. También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm. En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastros).

2.7.2. Siembra.

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C. Se siembra a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar a golpes, en

llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm. La siembra se realiza por el mes de abril.

2.7.3. Fertilización.

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso los cuales se ven reflejados al final del cultivo en el rendimiento agrícola. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. En cantidades de 0.3 kg de P en 100 kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo. El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8, para lo cual Gil, (2007) menciona la recomendación que hace Rabí *et. al*, (2001), que cuando no se disponga de los diagnósticos agroquímicos de los suelos que serán sembrados con maíz, se emplearán las siguientes cantidades de nutrientes por hectárea:

- N (100- 150 kg/ha), equivalente a 218,6- 327,9 kg/ha de urea.
- P₂O₅ (60- 100 kg/ha), equivalente a 129,7- 216,1 kg/ha de superfosfato triple.
- K₂O (100- 180 kg/ha), equivalente a 216,1- 389,03 kg/ha de cloruro de potasio.

Durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben de ser mínimos. Se deben de realizar para el cultivo de maíz un abonado de fondo en cantidades de 825kg/ha durante las labores de cultivo. Los abonados de cobertera son aquellos que se realizan cuando aparecen las primeras hojas de la planta y los más utilizados son:

- Nitrato amónico de calcio. 500 kg/ha
- Urea. 295kg/ha
- Solución nitrogenada. 525kg/ha.

Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente.

III.METODOLIGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y duración del experimento.

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), ubicado en el cantón Arosemena Tola de la provincia del Napo, en el kilómetro 44 vía Puyo-Tena y tiene una extensión de 2848,20 hectáreas.



El CIPCA se encuentra en un ambiente tropical donde la precipitación anual alcanza los 4000 mm, la humedad relativa es del 80% y la temperatura varía entre 15 a 25 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 580 y 990 msnm. El suelo tiene una composición muy heterogénea, sin embargo la mayoría lleva su origen desde los sedimentos fluvial procedentes desde la región andina del país. La vegetación presente en el CIPCA es muy exuberante y típica de la región tropical. El bosque primario cubre la mayor superficie de la reserva y es su característica peculiar, ya que representa el “laboratorio vivo” donde la UEA viene desarrollando actividades de investigación científica y docencia. El agua es otro recurso muy importante y abundante en el CIPCA; baste recordar que limita en el Sur con el río Piatúa, en el Este con el río Anzu y al Oeste con el río Ayayaku. En la parte Norte limita con propiedades de particulares. (CIPCA, 2016).

3.2. Tipo de investigación

La modalidad de la investigación que fue empleada es analítica, bibliográfica y experimental (Bermeo, 2011) a la cual se aplica un diseño experimental con variables dependientes e independientes con la finalidad de obtener las relaciones existentes entre

éstas y de tal manera poder sacar conclusiones relativas al efecto de los tratamientos ya sea en densidad de siembra como en fertilización.

3.3. Método de investigación

El método de investigación de acuerdo a la hipótesis planteada y por los objetivos que se persiguen fue el explicativo cuasi-experimental, ya que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas. Este método consistió en organizar deliberadamente condiciones, de acuerdo con un plan previo, con el fin de investigar las posibles relaciones causa-efecto exponiendo a uno o más grupos empíricos a la acción de una variable experimental y contrastando sus resultados con un mismo u otro grupo de comparación. Su característica principal es que permite al investigador controlar rigurosamente las condiciones en que se desarrolla y manipula la(s) variable(s) independiente(s) para observar o medir las modificaciones que se producen en la variable dependiente, controlando además las variables intervinientes. La recolección de datos permitió determinar el grado de influencia que tienen las variables independientes sobre las variables dependientes y cuáles son las que afectan a los resultados, entonces, desde este punto de vista la investigación es del tipo exploratorio (Bravo,2015).

3.4. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño experimental en un bloque al azar con tres réplicas, según un arreglo factorial 3 x 2 para comparar tres distancias de siembra y dos niveles de fertilización.

- **Tratamientos:**

1. 0.80 x 0.20m (62.500 plantas/ha)
2. 0.80 x 0.30m (41.666 plantas/ha)
3. 0.80 x 0.40m (31.250 plantas/ha)

- **Sub tratamientos:**

- a) Con fertilización foliar a base de Stymufol a razón de 5g/L de agua.
- b) Sin fertilizante foliar

La investigación fue realizada a campo abierto mediante la identificación de cada una de las parcelas denominadas de la siguiente manera: distancia uno con fertilizante (D1C), distancia uno sin fertilizante (D1S), distancia dos con fertilizante (D2C), distancia dos sin fertilizante (D2S), distancia tres con fertilizante (D3C), distancia tres sin fertilizante (D3S), mientras que la aplicación de fertilizante foliar se lo consideró hacerlo de la siguiente manera: a los 15, 30, 45, 60 y 75 días a razón de 5g/L de agua, para el aporte se decidió hacerlo a los 30 días y un único deshierbe a los 45 días.

3.4.1. Características del experimento.

La característica de la unidad experimental fue de la siguiente manera: 5m de largo por 5m de ancho, 25m²; área neta 450m² y un área total de 840m².

3.5. Variables evaluadas

3.5.1. Evaluación morfológica de la variedad

La evaluación morfológica se realizó a los 20, 35, 55 y 70 días según se describe a continuación.

- **Diámetro del tallo (cm):** Medido en el centro del entrenudo a 10 cm del suelo (inferior).
- **Altura del tallo (cm):** desde el suelo hasta la yema terminal.
- **Número de hojas:** se realizó la medición de hojas activas por planta, contadas en cinco plantas por parcela.
- **Largo y ancho de hojas:** para lo cual se tomaron 3 hojas por planta (bajo, medio y superior)

3.5.2. Acumulación de materia seca por órganos vegetativos

A los 35 y 70 días se tomaron cinco plantas al azar en competencia intra específica perfecta de cada tratamiento y réplica y se determinó la materia seca de cada órgano como: raíz, tallo, hojas, flores y frutos.

3.5.3. Determinación del área foliar (m²)

El área foliar se determinó a los 20, 35, 55 y 70 días del trasplante por el método dimensional de largo y ancho de hojas, según Vásquez y Torres (2001). Previamente se determinó el Coeficiente de Área Foliar (CAF), con la utilización de un disco de 2,1 cm de

diámetro con el que se extrajo cinco muestras/planta de diferentes hojas, procurando que fueran representativas de la parte central del foliolo con su vena central. Con el peso de las cinco muestras de los discos y el peso total de limbo de hojas de la planta se determinó el área foliar de la misma.

- **CEA**= área foliar del limbo de hoja / largo * ancho de la hoja.

3.5.4. Índice de área foliar.

Se determinó considerando el área foliar y el área vital para cada planta según densidades de población.

3.5.5. Potencial fotosintético

Se calculó utilizando los tres valores de área foliar medidos ya que se calculó según las hojas escogidas a nivel bajo, superior y medio hasta la etapa de madurez fisiológica (4 momentos), mediante la siguiente fórmula.

- **PF**= $\sum[(Af+ Ai/2)] \times t$

3.5.6. Tasa de asimilación neta

La tasa de asimilación neta se expresó ($\text{g/m}^2/\text{día}$) de sustancia seca producida por unidad de área foliar en la unidad de tiempo ya que se lo realizó a los 70 días únicamente mediante la siguiente fórmula según Rathore, (1992)

- **TAN** = $(\log L2 - \log L1) (W2 - W1) / (L2 - L1) (t2-t1)$

Dónde:

W1 = peso seco inicial por planta (primera evaluación)

W2 = peso seco final por planta (segunda evaluación)

L1= área foliar inicial por planta

L2= área foliar final por planta

t2 – t1= intervalo de tiempo transcurrido entre la medición inicial y la final.

3.5.7. Componentes del rendimiento

La metodología de evaluación y descripción utilizada fue la recomendada por el Centro de Investigación de Agricultura Tropical (Muñoz *et al.*, 1993).

1. Número de hileras de granos por mazorca.

2. Peso total de los granos por mazorca (g) con 12 % de humedad.
3. Peso total de la mazorca despajada (g).
4. Longitud total de la mazorca despajada (cm).
5. Longitud de la parte de la mazorca con granos (cm).
6. Número granos por hileras.
7. Diámetro de la mazorca despajada (cm).
8. Diámetro del raquis (tusa) de la mazorca (cm).
9. Rendimiento agrícola que se expresó en kg/ha.
10. Rendimiento en grano (t/ha), que se calculó a partir de la producción obtenida por tratamiento.

3.5.8. Evaluaciones fitosanitarias

La evaluación fitosanitaria se realizó mediante observación diaria de las plantas para detectar posible presencia de insectos plagas o enfermedades.

3.6. Tratamiento de los datos

3.6.1. Análisis estadístico de los resultados

Se estimaron los efectos principales y la interacción entre los factores estudiados. Las mediciones fueron realizadas a los 20, 35, 55 y 70 y los análisis de varianza fueron aplicados de forma independiente para cada momento de evaluación.

En los casos en que se alcanzaron diferencias significativas en el ANOVA, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

Los procedimientos estadísticos se realizaron en el software Statgraphis Plus 5,1 Pro Esp (2005) en el Observatorio Estadístico de la Universidad Estatal Amazónica.

3.7. Recursos humanos y materiales

3.7.1. Recursos humanos

Ing. Derwin Biafara facilitador de laboratorio.

Dr. Javier Domínguez procesamiento de datos estadísticos.

Dra. Verena Torres procesamiento de datos estadísticos.

Dr. Reinaldo Alemán coordinador de Proyecto de Investigación.

Ing. Jorge Freile asesor de campo.

3.7.2. Recursos materiales

Semillas, fungicidas, fertilizantes, insecticidas, tiras de madera, cinta de precaución para determinar los límites del tamaño de las parcelas y sus áreas de bordes, etiquetas de identificación, machetes, palas, martillo, flexómetro, calibrador pie de rey, cinta magnetofónica, bomba de aspersión, cámara, computadora, libreta de notas, lápiz, datos climáticos del área de experimental.

Mes	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Punto rocío (°C)	Precipitación (mm)
Nov	86,5	24,54	0,25	19,3	400,1
Dic	83,45	26,20	0,21	22,4	390,1
Ene	87,5	23,10	0,20	19,65	370,5
Feb	85,48	23,66	0,18	20,79	300,5
Mar	84,71	22,79	0,28	19,78	414,0

Fuente Estación meteorológica del CIPCA

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No existió interacción significativa entre distancias y fertilización para ninguno de los momentos y las variables estudiadas, entonces a continuación se explica, los efectos entre los tratamientos.

4.1. Efecto de la distancia de siembra sobre los indicadores morfológicos y fisiológicos del maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

En la Tabla 1 se muestran los valores de las medias de las variables altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y potencial fotosintético (PF), evaluadas en los tres tratamientos del desarrollo del cultivo. Se observa que los valores de altura obtenidos a los 20, 35 y 55 días manifestaron diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo mayor para la distancia de 0.20 metros entre plantas, quizás debido a que dada la baja luminosidad que como promedio existe en la región, hace que las plantas desde temprana edad busquen elongar su tallo para no permitir la competencia intra específica que interfiera su desarrollo. Sin embargo, a los 70 días no se manifestó diferencia estadística y ello puede estar dado por el estado compensatorio que tienen las plantas de maíz. Resultados similares fueron obtenidos por Izquierdo (2012), quien reporta una altura promedio de 2,34 m, y con los obtenido por Gonzales *et. al*, (2012).

El diámetro del tallo, el número de hojas y el área foliar no muestran diferencia estadística entre tratamientos durante el desarrollo del cultivo. Esto puede estar dado porque la fertilización de fondo se aplicó a nivel de planta y no al área de la parcela y ello hace que todas las plantas recibieron igual cantidad de fertilizante, por lo cual desarrollan su aparato foliar de manera uniforme, sin interferencias entre plantas, siendo el número de hojas obtenido en esta investigación aproximadamente iguales en comparación con los resultados de Izquierdo (2012), el cual menciona que obtuvo un promedio de 11 hojas por planta en la variedad Guaranda.

El índice de área foliar (IAF), resulta mayor en las distancias de 0.80 * 0.20m donde se logra una población de 62 500 plantas / hectárea, con diferencia estadística para las poblaciones de 41 666 y de 31 250, correspondientes a 0.80 * 0.30 y 0.80 * 0. 40 plantas por hectáreas respectivamente lo cual resulta menor a lo expuesto por Aguilar *et. al*, (2015) para cada uno de los tratamientos. Estos resultados son lógicos si se considera que

no hay diferencias estadísticas en el área foliar y disminuye el área vital que corresponde a cada planta.

Se calculó la Tasa de Asimilación Neta (TAN) y el Potencial Fotosintético (PF) y en la tabla 1 se muestra que no hay diferencia estadística entre los tratamientos, aunque la TAN para las plantas en el tratamiento de 0.80 * 0.40 muestra una media de 8,41 g/m²/días, que resulta superior numéricamente a la media de las otras dos densidades de población, lo cual se asemeja a lo presentado por Aguilar *et. al*, (2015). Estos resultados son lógicos dada la mayor disponibilidad de aprovechar su potencial que tienen las plantas en la menor densidad, pero al mismo tiempo, dadas las condiciones de la Amazonía, es normal que no se produzcan grandes diferencias entre los valores para estos indicadores fisiológicos.

Tabla 1. Influencia de las distancias de siembra sobre los indicadores morfológicos y fisiológicos del maíz.

Días	Variables	Tratamiento (Distancia)		
		0,20 m	0,30 m	0,40 m
20	Altura (cm)	21,33 a	17,15 b	17,36 b
	D. Tallo (cm)	0,55 a	0,52 a	0,50 a
	Nº de hojas (u)	7,2 a	6,7 a	6,8 a
	AF (m ²)	0,038 a	0,034 a	0,035 a
	IAF	0,30 a	0,14 b	0,11 b
35	Altura (cm)	35,76 a	29,26 b	29,03 b
	D. Tallo (cm)	1,38 a	1,20 a	1,19 a
	Nº de hojas (u)	9,23 a	9,10 a	9,13 a
	AF (m ²)	0,19 a	0,17 a	0,15 a
	IAF	1,19 a	0,72 b	0,49 c
55	Altura (cm)	145,00 a	126,43 a b	119,60 b
	D. Tallo (cm)	1,77 a	1,76 a	1,79 a
	Nº de hojas (u)	11,73 a	11,00 a	10,9 a
	AF (m ²)	0,51 a	0,51 a	0,47 a
	IAF	3,24 a	2,14 b	1,49 c
70	Altura (cm)	211,73 a	210,03 a	200,16 a
	D. Tallo (cm)	1,89 a	1,88 a	1,84 a
	Nº de hojas (u)	12,66 a	12,3 a	12,5 a
	AF (m ²)	0,60 a	0,65 a	0,61 a
	IAF	3,78 a	2,73 b	1,92 c
	TAN (g/m ² /día)	6,83 a	7,26 a	8,41 a
	PF (m ² /día)	1,35 a	1,37 a	1,34 a

Letras distintas en la misma fila, denota diferencia estadística, según Tukey $\alpha < 0,05$.

4.2. Efecto de la fertilización foliar sobre los indicadores morfológicos y fisiológicos del maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

En la tabla 2 se observa que los valores de la altura de la planta obtenidos a los 20, 35 y 70 días no muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos, no siendo así en el día 55 donde sí muestra diferencia estadística, seguramente debido a que en estos momentos ya las plantas han pasado su estrés provocado por la diferenciación y desarrollo de los órganos reproductores y reinician su crecimiento fisiológico normal para lo cual la fertilización foliar puede ser estimulante. El diámetro del tallo no presentó diferencia estadística durante el desarrollo del cultivo para los tratamientos evaluados, lo cual indica que éste indicador morfológico al estar compuesto en su interior por tejidos suberosos, no guarda relación con la fertilización foliar. En cuanto al número de hojas se evidenció diferencia estadística a los 35 y 55 días de la germinación entre el tratamiento con fertilización foliar y al que no le aplicó. Esto puede deberse a que en esa etapa de desarrollo las plantas han finalizado la diferenciación de los órganos reproductores y reinician su actividad fisiológica, lo cual se ve influenciada de forma positiva al recibir una aplicación de abono foliar. Asimismo el AF manifestó diferencia estadística a los 55 días, mientras que el IAF no manifestó diferencia estadística en ninguno de los momentos, lo cual indica que estos parámetros fisiológicos dependen más de las densidades de población que de la fertilización mineral, lo cual se corresponde con lo planteado por Hernández y Soto (2012). Espinosa *et. al*, (2004) obtuvieron valores muy superiores en el IAF bajo otras condiciones.

A los 70 días también se evaluaron la TAN y el PF demostrando que no existió diferencia estadísticas para el tratamiento fertilizante lo que concuerda con lo obtenido por Aguilar *et. al*, (2015) cuando estudiaron niveles de fertilización.

Todo parece indicar que en estas condiciones el cultivo del maíz ofrece muy poca respuesta en indicadores morfofisiológicos a la aplicación de fertilizante foliar.

Tabla 2. Influencia de la fertilización foliar sobre los indicadores morfológicos y fisiológicos del maíz.

Días	Variables	Fertilización	
		C	S
20	Altura (cm)	18,06 a	19,16 a
	D. Tallo (cm)	0,55 a	0,54 a
	N° de hojas (u)	7,04 a	6,8 a
	AF (m ²)	0,041 a	0,037 a
	IAF	0,19 a	0,17 a
35	Altura (cm)	33,00 a	29,71 a
	D. Tallo (cm)	1,32 a	1,20 a
	N° de hojas (u)	9,5 a	8,8 b
	AF (m ²)	0,18 a	0,16 a
	IAF	0,84 a	0,76 a
55	Altura (cm)	139,82 a	120,86 b
	D. Tallo (cm)	1,78 a	1,77 a
	N° de hojas (u)	11,6 a	10,82 b
	AF (m ²)	0,53 a	0,47 b
	IAF	0,09 a	0,09 a
70	Altura (cm)	207,97 a	206,644 a
	D. Tallo (cm)	1,86 a	1,88 a
	N° de hojas (u)	12,53 a	12,46 a
	AF (m ²)	0,62 a	0,62 a
	IAF	2,82 a	2,81 a
	TAN (g/m ² /día)	7,39 a	7,61 a
	PF (m ² /día)	1,39 a	1,32 a

Letras distintas en la misma fila, denota diferencia estadística, según Tukey $\alpha < 0,05$.

4.3. Efecto de la distancia de siembra sobre la acumulación de materia seca del maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

En la tabla 3 se muestra las medias para las variables peso fresco tallo (PFT), peso seco tallo (PST), porcentaje de materia seca tallo (%MST), peso fresco hoja (PFH), peso seco hoja (PSH), porcentaje materia seca hoja (%MSH), peso fresco raíz (PFR), peso seco raíz (PSR), porcentaje materia seca (%MSR), peso fresco flor (PFF), peso seco flor (PSF), porcentaje materia seca flor (%MSF), peso fresco fruto (PFFr), peso seco fruto (PSFr), porcentaje materia seca fruto (% MS Fr) en la cual se puede evidenciar que no existió diferencias estadísticas en ninguno de los momentos en torno al tratamiento distancia de siembra. Estos resultados demuestran que la acumulación de materia seca en el maíz para las condiciones estudiadas, no es un factor donde la distancia de siembra es determinante y que con un buen manejo del cultivo, es posible lograr indicadores aceptables como lo

demuestra Izquierdo (2012), el cual obtuvo porcentajes superiores de materia seca del tallo para cada una de las variedades estudiadas.

Tabla 3. Influencia de la distancia de siembra (m) sobre la acumulación de materia seca por órganos vegetativos del maíz.

Días	Variables	Tratamiento (Distancia)		
		0,20 m	0,30 m	0,40 m
35	PFT (g)	64,33 a	54,66 a	38,16 a
	PST (g)	5,35 a	4,33 a	3,44 a
	% MST	8,54 a	8,01 a	9,50 a
	PFH (g)	15,66 a	12,66 a	16,66 a
	PSH (g)	2,53 a	2,01 a	2,56 a
	% MSH	16,66 a	15,96 a	17,18 a
	PFR (g)	60,16 a	58,5 a	45,66 a
	PSR (g)	9,77 a	9,07 a	7,59 a
	% MSR	16,61 a	16,67 a	16,65 a
70	PFT (g)	253,33 a	226,16 a	216,66 a
	PST (g)	46,59 a	42,94 a	53,31 a
	% MST	19,35 a	19,80 a	24,62 a
	PFH (g)	44,33 a	61,33 a	63,33 a
	PSH (g)	8,95 a	10,77 a	12,04 a
	% MSH	23,08 a	23,65 a	25,28 a
	PFR (g)	110,5 a	102,00 a	94,00 a
	PSR (g)	25,50 a	23,87 a	23,69 a
	% MSR	19,70 a	19,68 a	17,60 a
	PFF (g)	9,1 a	7,66 a	7,00 a
	PSF (g)	3,43 a	3,26 a	2,49 a
	% MSF	42,45 a	51,30 a	36,67 a
	PFFr (g)	110,16 a	107,5 a	96,5 a
	PSFr (g)	13,80 a	15,57 a	13,02 a
	% MSFr	12,24 a	13,63 a	13,00 a

Letras distintas en la misma fila, denota diferencia estadística, según Tukey $\alpha < 0,05$.

4.4. Efecto de la fertilización foliar sobre la acumulación de materia seca en maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

En la tabla 4 se puede evidenciar que existieron diferencias estadísticas únicamente a los 70 días en torno al PFFr, PSFr y % MSFr debido a que las plantas de maíz en etapas iniciales toman mayoritariamente los nutrientes que le aporta el suelo y que ya cuando comienza a avanzar en la formación del rendimiento es que aprovecha la fertilización foliar aportada. En las demás variables estudiadas no se observó diferencia estadística para ninguno de los tratamientos y cada uno de los momentos evaluados. Los valores obtenidos de %MSH resultan superiores a los encontrado por Izquierdo, (2012)

Tabla 4. Influencia de la fertilización foliar sobre la acumulación de materia seca por órganos vegetativas del maíz.

Días	Variables	Fertilización	
		C	S
35	PFT (g)	54,66 a	50,11 a
	PST (g)	4,60 a	4,14 a
	% MST	8,75 a	8,61 a
	PFH (g)	15,88 a	14,11 a
	PSH (g)	2,54 a	2,20 a
	% MSH	17,06 a	16,14 a
	PFR (g)	57,88 a	51,66 a
	PSR (g)	9,17 a	8,45 a
	% MSR	17,11 a	16,17 a
70	PFT (g)	26,89 a	26,89 a
	PST (g)	48,17 a	47,06 a
	% MST	22,60 a	19,92 a
	PFH (g)	61,00 a	51,66 a
	PSH (g)	10,80 a	10,37 a
	% MSH	24,20 a	23,80 a
	PFR (g)	104,33 a	100,00 a
	PSR (g)	25,07 a	23 64 a
	% MSR	19,87 a	18,12 a
	PFF (g)	6,77 a	9,11 a
	PSF (g)	3,12 a	3,00 a
	% MSF	47,60 a	39,35 a
	PFFr (g)	128,88 a	80,55 b
	PSFr (g)	18,83 a	9,42 b
	% MSFr	14,08 a	11,83 b

Letras distintas en la misma fila, denota diferencia estadística, según Tukey $\alpha < 0,05$.

4.5. Efecto de la densidad de población sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola del maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

El número de mazorcas por planta (tabla 5) resulta mayor en la mayor distancia de siembra (0.80 * 0.40 m) con diferencia estadística para la menor distancia (0.80 * 0.20 m), lo cual resulta normal dada la mayor disponibilidad que tienen las plantas con mayor área vital de desarrollar sus órganos reproductores, lo cual concuerda con lo expuesto por Izquierdo, (2012).

El número de hileras por mazorca resulta igual para todos los tratamientos con un valor de 16, siendo ésta una característica muy dependiente de la composición genética de la variedad, lo cual se asemeja a lo expuesto por Gil, (2007) en cada uno de los tratamientos.

El número de granos por hilera resulta mayor en el tratamiento número 3 correspondiente a $0.80 * 0.40\text{m}$, pero los valores obtenidos resultan inferiores a los que menciona Gil, (2007) y tienen diferencia estadística con el número 1 de $0.80 * 0.20\text{m}$. Este comportamiento resulta normal dado el mayor tamaño de la mazorca en longitud y el largo de mazorca con granos formados.

El peso total de la mazorca es mayor en el tratamiento 3, similar a lo expuesto por Gil, (2007) con diferencia estadística para el número 1, de igual forma el diámetro de la mazorca y del raquis resulta numéricamente superior en la menor densidad aunque sin diferencias estadísticas con los demás tratamientos.

En el total de mazorcas por tratamiento se evidenció diferencia estadística para el tratamiento de 0,20 con relación a los demás, alcanzando prácticamente el doble de mazorcas. Esto es lógico si se considera que a 0.20 m entre plantas se obtiene casi el doble de plantas por unidad de área.

En relación con el rendimiento agrícola el tratamiento número 1 de $0.80 * 0.20$ metros y densidades de 62,500 plantas/ ha logra alcanzar 5 408 kg/ha de granos con 12 % de humedad, superior a los rendimientos que se obtienen en las otras dos densidades aunque sin diferencia estadística. Estos rendimientos están en el orden de los obtenidos por Gonzales *et. al*, (2012) y se asemeja a lo registrado por Gil, (2007). Este resultado demuestra que a pesar de que se produzcan diferencias en los indicadores morfo fisiológicos, las plantas de maíz ajustan sus componentes del rendimiento de forma tal que aún con mazorcas más pequeñas logran muy buenos rendimientos de granos por hectárea, lo cual las convierte en el esquema de siembra del cultivo en todo el mundo.

Tabla 5. Influencia de las distancias de siembra (m) sobre los componentes del rendimiento y rendimiento agrícola del maíz.

Variables	Tratamiento (Distancia)		
	0,20 m	0,30 m	0,40 m
Nº Mazorcas/ planta (u)	1,03b	1,20 ab	1,46 a
Nº Hileras por mazorca (u)	16,0 a	16,0a	16,0 a
Nº Granos por hileras (u)	25,03 b	27,90 ab	29,73 a
Peso Mazorca (g)	123,68 b	145,61 ab	156,49 a
L. Mazorca (cm)	13,85 b	14,79 ab	15,78 a
L. Mazorca con granos (cm)	12,64 a	13,01 a	14,07 a
D. Mazorca (cm)	4,21 a	4,36 a	4,40 a
D. Raquis (cm)	2,36 a	2,51 a	2,54 a
Total Mazorcas / parcela(u)	106,15 a	70,66 b	60 b
Rdto. Agrícola (kg/ha)	5408,88 a	4569,56 a	4537,34 a

Letras distintas en la misma fila, denota diferencia estadística, según Tukey $\alpha < 0,05$.

4.6 Efecto de la fertilización mineral sobre los componentes de rendimiento y rendimiento agrícola en maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

En la tabla 6, se muestra que para el tratamiento donde se aplicó fertilización foliar a base de Stymufol K de 5712,64 kg/ha se obtienen los mayores valores numéricos en los componente del rendimiento, el cual se asemeja a lo obtenido por Gonzales *et. al*, (2012) con un valor de 5717 kg/ha, aunque sin diferencia estadística con la no aplicación, sin embargo, si existió diferencia estadística para el rendimiento agrícola siendo mayor el tratamiento al cual se realizó las aplicaciones de fertilizante foliar. Esto demuestra que la planta de maíz en estas condiciones es capaz de absorber el fertilizante que le llega a su aparato foliar y convertirlo en sustancia nutritiva para el metabolismo de la planta.

Tabla 6. Influencia de la fertilización foliar sobre los componentes del rendimiento y rendimiento agrícola del maíz.

Variables	Fertilización	
	C	S
Nº Mazorcas (u)	1,24 a	1,22 a
Nº Hileras (u)	16,0 a	16,0 a
Nº Granos (u)	27,90 a	27,20 a
Peso Mazorca (g)	148,74 a	135,11 a
L. Mazorca (cm)	15,03 a	14,57 a
L. Mazorca con granos (cm)	13,35 a	13,12 a
D. Mazorca (cm)	4,36 a	4,29 a
D. Raquis (cm)	2,52 a	2,41 a
Total Mazorcas (u)	83,00 a	74,88 a
Rdto. Agrícola (kg/ha)	5712,64 a	3964,55 b

Letras distintas en la misma fila, denota diferencia estadística, según Tukey $\alpha < 0,05$.

4.7. Efecto del uso de cintas magnetofónicas para la protección de las mazorcas contra el ataque de aves.

Se evaluó la presencia y daños ocasionados por aves amazónicas muy frecuentes en las plantaciones de maíz durante el proceso de secado, fundamentalmente las Loras (*Aratinga leucophthalmus*). El efecto visual y auditivo que produce la cinta magnetofónica cuando el aire y la luz solar, incide sobre ella, hace que las aves no se acerquen y por lo tanto no causen daños a las mazorcas. Este efecto resulta sensible al oído y vista de las aves y al estar constantemente variando según cambia la velocidad del viento y el reflejo de la luz solar, hace que las aves no se acostumbren a estos efectos y por ello no se acercan al área. Sin dudas esto resulta un método muy eficaz para la protección ecológica de los cultivos en estas condiciones.

4.8. Efecto de la densidad de población sobre el estado fitosanitario del maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

Se evaluó la presencia de las principales plagas en las plantas de maíz según distancia de siembra. Se demuestra en la tabla 7 que los mayores niveles de aparición de plagas se

corresponden con la mayor densidad de plantas por hectárea (tratamiento 1) con un porcentaje de plantas afectadas 9,61. Las menores incidencias se observan en la mayor distancia de siembra. Esto se explica dada las condiciones que se generan con el mayor número de plantas por unidad de área que siempre resulta un foco importante de establecimiento de las plagas y en la menor distancia al tener más entrada de luz entre plantas, provoca que la temperatura en la canopia de las plantas sea mayor y esto hace que la permanencia y / o reproducción de las plagas se haga también menor lo cual tiene sentido con los resultados obtenidos por Valdez *et. al*, (2012) que fueron 8.7, 39.8 y 25 °C para el ciclo evolutivo de *Spodoptera frugiperda* L.

Tabla 7. Influencia densidad de población sobre el estado fitosanitario del maíz

Plagas	Tratamiento (Distancia)		
	0,20 m	0,30 m	0,40 m
Saltamontes (<i>Sphenarium purpurascens</i> Ch) día 6	23	24	11
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) día 30	38	29	2
Barrenador del tallo (<i>Diatraea saccharalis</i>) día 45	9	5	9,73
Pulgón (<i>Rhopalosiphum maidis</i>) día 65	15	14	15,49
%	9,61	8,97	8,33

4.9. Efecto de la fertilización foliar sobre el estado fitosanitario del maíz en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

La teoría de la trofobiosis explica que "Un mayor o menor ataque a las plantas por los insectos y enfermedades, depende de su estado nutricional" (Restrepo, 2000). La tabla 8 muestra como cuando las plantas recibieron fertilización foliar se presenta menor incidencia de plagas al cultivo en el orden de un 3 %. Los porcentajes de plantas con presencia de plagas son relativamente bajas lo cual indica que en estas condiciones es posible la producción de maíz con buenos rendimientos sin la necesidad de aplicar grandes cantidades de productos químicos.

Tabla 8. Influencia fertilización foliar sobre el estado fitosanitario del maíz

Plagas y enfermedades	Tratamiento (Fertilización)	
	C	S
Saltamontes (<i>Sphenarium purpurascens</i> Ch) día 6	26	32
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) día 30	26	55
Barrenador del tallo (<i>Diatraea saccharalis</i>) día 45	15	12
Pulgón (<i>Rhopalosiphum maidis</i>) día 65	20	22
%	8,56	11,91

V. CONCLUSIONES

1. En las condiciones en que se efectuó el experimento en la Amazonía Ecuatoriana, no se observa una estrecha relación entre las distancias de siembra y fertilización foliar con los indicadores morfológicos y fisiológicos del maíz nativo de la región.
2. Se determinó que la acumulación de materia seca no guarda relación con la fertilización foliar para las condiciones de la amazonia.
3. La distancia de siembra resultó determinante en el rendimiento de granos alcanzado ya que se obtuvo mejores resultados en el orden de 1000 kilogramos más por hectárea en la mayor densidad de población, a pesar de tener mazorcas de menor tamaño.
4. Cuando se aplica fertilizante foliar se obtiene mayor rendimiento en granos en el orden de 2000 kilogramos más por hectárea que cuando no se aplica, independientemente de la distancia de siembra.
5. El uso de cintas magnetofónicas resulta muy eficiente para evitar los daños por aves muy agresivas en estas condiciones amazónicas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar masificando la producción de maíz nativo en la RAE de acuerdo a los resultados obtenidos con la distancia de siembra de 0,20 x 0,80 y la aplicación de abono foliar, en los que se obtuvo buenos resultados.
2. Continuar con la utilización de las cintas magnetofónicas para el control de la (*Aratinga leucophthalmus*) loras en plantaciones de maíz

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Agroinformación. 2004. El cultivo del maíz (apartado 1 al 4.1).
2. Aguilar-Mariscal, I; Escalante-Estrada, J A S; Aguilar-Carpio, C; Trinidad-Santos, A; Mejía-Contreras, J A; Conde-Martínez, V F; (2015). Rendimiento y rentabilidad de maíz en función del genotipo, bio fertilizante y nitrógeno, en clima cálido. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18 pág. 151-163.
3. Bastías, Elizabeth, Díaz M., Mayerling, Pacheco C., Patricia, Bustos P, Richard, & Hurtado C, Elvis. 2011. Caracterización del maíz "Lluteño" (*Zea mays* L. tipo amylacea) proveniente del norte de Chile, tolerante a NaCl y exceso de boro, como una alternativa para la producción de bioenergía. *Idesia (Arica)*, 29(3), pág. 7-16.
4. Bermeo, José 2011. Investigación Aplicada al Turismo.
5. Bravo Coello, Carlos Guillermo 2015. Aplicación WEB para el almacenamiento, control y distribución de la información de los procesos inmobiliarios del registro de la propiedad municipal de Quevedo 2013. Tesis de Grado. Previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Quevedo. Ecuador.
6. Cazco, C. 2006. Maíz Cultivos andinos. Clase tercer año de ingeniería agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
7. Dowswell, C.D., Paliwal, R.L. & Cantrell, R.P. 1996. *Maize in the third world*. Boulder, CO, USA, Westview Press.
8. Fuster, E. 1974. *Botánica*. Editorial Kapelusz, Primera edición, Buenos Aires Argentina, pág. 1-7
9. Galinat, W.C. 1988. The origin of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, 3rd ed., pág. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.
10. González Camarillo, Marino, Gómez Montiel, Noel Orlando, Muñiz Espíritu, Jesús, Valencia Espinosa, Félix, Gutiérrez Guillermo, Dámaso, & Figueroa López, Hugo Orlando. 2012. Rendimiento del maíz de riego tratado con zeolita más fertilizantes en el estado de Guerrero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), pág. 1129-1144.
11. Gil, V. 2007. Caracterización y selección participativa de germoplasma de maíz (*Zea mays* L.). Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible. Universidad Central de las Villas, Cuba pág. 43.

12. Hernández Córdova, Naivy, & Soto Carreño, Francisco. 2012. Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivados en condiciones tropicales. Parte I. Cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 33(2), pág.44-49.
13. Martínez, M. 1995. *Agricultura práctica*. Editorial Ramón Sopena, s.a. Barcelona España. pág. 276-283
14. Reeves, R.G. & Mangelsdorf, P.C. 1942. A proposed taxonomic change in the tribe Maydeae. *Am. J. Bot.*, 29: pág. 815-817.
15. Wilkes, H.G. 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. *Maydica*, 30: 209-223.
16. López E., Loeza J., Campos J., Morales E., Dominguez A., Mora O. 2013. Eficiencia en el uso de la radiación, tasa de asimilación neta e integral térmica en función del fósforo en maíz (*zea mays* l.). *Agrociencia* 47: pág. 135-146.
17. Criollo H., García J. 2009. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*raphanus sativus* L.) bajo invernadero. *Revista colombiana de ciencias hortícolas - Vol. 3 - No.2 - pág. 210-222*.
18. Izquierdo R. 2012. Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays*), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Cayambe Ecuador. pág. 71, 77, 78, 82
19. Restrepo, J. 2000. Teoría de la trofobiosis. Con base en los textos de: Francis Chaboussou. Cali febrero 1994. Digitalización: jafm, 2000
20. Sumba, L. 2012. Producción histórica de maíz duro seco. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca Quito, Ecuador. pág. 3.
21. Rathore, S. 1992. Effect of fluoride toxicity on leaf area, net assimilation rate and relative growth rate of *hordeum vulgare* and *Zea mays*. *Florida* Vol.25 N° 4 Research report 175, pág. 4
22. Valdez-Torres, J. Benigno, Soto-Landeros, Federico, Osuna-Enciso, Tomás, & Báez-Sañudo, M. Alonso. 2012. Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*, 46(4), pág. 399-410.

VIII. ANEXOS

- Preparación y acondicionamiento del lugar para el experimento.



- Parcelado e identificación de las mismas.



- Proceso de siembra y aplicación de fertilizante de fondo.



- **Señalización de parcelas.**



- **Proceso de germinación.**



- **Selección e identificación de plantas para realizar las mediciones.**





- Proceso de toma de datos para indicador morfológico.





- **Aporque a día 30.**



- **Evidencia del ataque de *Spodoptera frugiperda*.**



- Evidencia del ataque de *Diatraea saccharalis*



- Evidencia del ataque de *Rhopalosiphum maidis*



- Preparación de muestras para obtención de material seco en laboratorio.



- Temperatura de estufa y obtención de material seco



- Colocación de cinta magnetofonica.

