

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE INDICADORES PRODUCTIVOS Y
BROMATOLÓGICOS DEL MAÍZ VARIEDAD TUSILLA (*Zea mays*
L. var. Tusilla), EN DISTANCIAS DE SIEMBRA Y TIPOS DE
FERTILIZACIÓN, CIPCA”**

AUTOR:

Edwin Leonardo Romero Ruiz

DIRECTORES:

Ing. Jorge Luis Alba Rojas Ms.C.

Ing. Jorge Antonio Freile Almeida Ms.C.

PUYO - ECUADOR.

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Edwin Leonardo Romero Ruiz, con C.I: 0704605534, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el presente Proyecto de Investigación bajo el tema: “Evaluación de Indicadores Productivos y Bromatológicos del Maíz Variedad Tusilla (*Zea Mays* L. Var. Tusilla), en Distancias de Siembra y Tipos de Fertilización, Cipca, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad.

.....

Edwin Leonardo Romero Ruiz

C.I: 0704605534

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente, Yo, Ing. Jorge Luis Alba Rojas, Ms. C., con C.I: 0956385926 certifico que el egresado, Edwin Leonardo Romero Ruiz, realizó el Proyecto de Investigación titulado: “Evaluación de Indicadores Productivos Y Bromatológicos del Maíz Variedad Tusilla (*Zea Mays* L. Var. Tusilla), en Distancias de Siembra y Tipos de Fertilización, Cipca.” previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria bajo mi supervisión.

.....

Ing. Jorge Luis Alba Rojas, Ms. C.

DIRECTOR DE PROYECTO

Urkund Analysis Result

Analysed Document: URKUM PASAR POR URKUM Edwin Romero.docx (D54530067)
Submitted: 7/22/2019 10:40:00 PM
Submitted By: jalba@uea.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:

Poryecto Maíz_Urkund Gina Salazar.doc (D35348836)

Instances where selected sources appear:

1



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 101-SAU-UEA-2019

Puyo, 23 de julio de 2019

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente al egresado ROMERO RUIZ EDWIN con C.I. 0704605534, con el Tema: **“Evaluación de indicadores productivos y bromatológicos del maíz variedad tusilla (*Zea mays* L. var. Tusilla), en distancias de siembra y tipos de fertilización, CIPCA.”**, de la carrera Ingeniería Agropecuaria, director de proyecto M.Sc. Jorge Luis Alba Rojas, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 1%, Informe generado con fecha 22 de julio de 2019 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación titulado: “Evaluación de Indicadores Productivos y Bromatológicos del Maíz Variedad Tusilla (*Zea Mays* L. Var. Tusilla), en Distancias de Siembra y Tipos de Fertilización, Cipca”, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

.....

Dr. C. Reinaldo Demesio Alemán Pérez, Ph. D.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Sandra Luisa Soria Re, Ms. C.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Bélgica Dolores Yaguache Camacho, Ms. C.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica por todas las enseñanzas que me ha brindado durante todo mi período académico, ya que gracias a ella he podido culminar una de mis metas, que tanto me ha costado alcanzar.

Agradezco a todos y cada uno de los integrantes que conforman la Universidad Estatal Amazónica, ya que es por ellos que esta Universidad sigue adelante.

Agradezco a los miembros de mi tribunal de sustentación: Dr. Reinaldo Demesio Alemán Pérez Ph. D., Ing. Sandra Luisa Soria Re Ms. C., Ing. Bélgica Dolores Yaguache Ms. C., por su atención y consideración a la hora de evaluar el proceso de mi titulación.

Agradezco a todos los participantes y colaboradores de este proyecto que hicieron posible la culminación del mismo. Especialmente al Ing. Jorge Luis Alba Rojas Ms. C., Ing. Jorge Antonio Freile Almeida Ms. C., Dra. Alina Ramírez Sánchez, Ph. D., Dra. María Isabel Viamonte, Ph. D., Q.F. Andrea Tapuy, Ing. Marco Andino Ms. C., Ing. Gina Salazar Chimbo, Sr. Bernabé Huatatoca, Sr. Rafael Licuy y a todos los compañeros de la carrera de Ingeniería Agropecuaria.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a toda mi familia en especial a mi mamá, a mi papá y a mis hermanos quienes han influido positivamente en mi desarrollo como persona y hoy como profesional, a mis queridos abuelitos que los quiero, a mis primos y amigos por su amistad eterna y todo el mundo.

Dedico mi proyecto al Ing. Jorge Luis Alba Roja por todo su apoyo y consideración que me a brindo durante todo este procedo.

Y también se lo dedico a la Ing. Sandra Luisa Soria Re Ms.C. y a la Ing. Bélgica Dolores Yaguache Camacho, Ms.C., quienes me ha guiado en todo el proceso de mi formación universitaria.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

La investigación se desarrolló para evaluar la influencia de distancias de siembra y tipos de fertilización en *Zea mays* L. var Tusilla, mediante indicadores productivos y bromatológicos en las condiciones del CIPCA. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo Bifactorial, dos distancias de siembra (20 y 30 cm entre plantas) y tres tipos de fertilización (sin fertilizante, con fertilización química y con compost) con tres repeticiones, cada unidad experimental midió 24 m² y se contaron con cinco plantas a las cuales se les evaluó sus mazorcas, y una planta por parcela para el análisis bromatológico. Las variables para el comportamiento productivo reportaron que el peso de la mazorca con brácteas resultó con una media de 112,50 g; el peso sin brácteas fue 109,29 g, y el peso de la semilla útil (103,81 g) que son los tres factores que más influyen en los parámetros de rendimiento. La determinación del estado de las mazorcas es una de las variables asociada a la producción, se obtuvo un 77,4% de mazorcas de calidad de las cuales el 65,07% se mantuvieron cerrada, el resto presentaron diferentes grados de afectación como abiertas, medio abiertas o dañadas por loras. Los análisis bromatológicos comprueban que los componentes nutricionales proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad de las muestras previamente secadas varían según el tratamiento y el órgano analizado, dando como resultado para la ceniza en el tratamiento 20 cm y fertilizante químico en la hoja, la mejor respuesta en fibra la obtuvo el tallo en el tratamiento con distancia 30 cm y fertilizante orgánico. En cuanto a la grasas el tallo vuelve a tener el más alto porcentaje que lo registró el tratamiento con fertilizante químico y distancia de 30 cm. La proteína y humedad de las muestras señalan que el fertilizante orgánico con distancia 30 cm dan los mejores porcentajes para hojas en proteína y mazorca en humedad.

Palabras claves: Maíz Tusilla, distancias de siembra, tipos de fertilización, indicadores productivos y bromatológicos

EXECUTIVE SUMMARY AND KEYWORDS

The research was developed to evaluate the influence of planting distances and types of fertilization in *Zea mays* L. var Tusilla, through productive and bromatological indicators in the conditions of CIPCA. A Random Complete Blocks Design with Bifactorial arrangement, two planting distances (20 and 30 cm between plants) and three types of fertilization (without fertilizer, with chemical fertilization and with compost) with three replicas were used, each experimental unit measured 24 m², there were five plants that were evaluated for their cobs, and one plant per plot for bromatological analysis. The variables for productive behavior reported that the weight of the cob with bracts resulted in an average of 112,50 g; the weight without bracts was 109,29 g, and the weight of the useful seed (103,81 g) which are the three factors that most influence the performance parameters. The determination of the condition of the ears is one of the variables associated with production, 77,4% of quality ears were obtained, of which 65,07% were kept closed, the rest presented different degrees of affectation as open, half open or damaged by parrots. The bromatological analyzes prove that the nutritional components protein, fiber, fat, ash and moisture of the previously dried samples vary according to the treatment and the organ analyzed, resulting in ash in the treatment 20 cm and chemical fertilizer in the leaf, the The best response in fiber was obtained by the stem in the treatment with distance 30 cm and organic fertilizer. As for fats, the stem has the highest percentage recorded by the treatment with chemical fertilizer and distance of 30 cm. The protein and humidity of the samples indicate that the organic fertilizer with a distance of 30 cm gives the best percentages for leaves in protein and cob on moisture.

Key words: Tusilla corn, planting distances, types of fertilization, productive and bromatological indicators

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II.....	4
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1 ORIGEN.....	4
2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
2.3 CLASIFICACIÓN COMERCIAL	5
2.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL MAÍZ	5
Fuente: USDA (2013).....	6
2.5 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE MAÍZ	6
2.6 ESTADÍOS REPRODUCTIVOS.....	7
2.6.1 Las principales fases de estadio reproductivos son:	8
2.7REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO	9
2.8 MANEJO DEL CULTIVO.....	9
2.9 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	11

2.9.1	Principales plagas y enfermedades del maíz	11
2.10	DISTANCIAMIENTO Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA.....	12
2.11	TIPOS DE FERTILIZANTES.....	13
2.11.1	QUÍMICO.....	13
2.11.2	ORGÁNICO	14
CAPÍTULO III		15
3	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1	LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	15
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
3.3	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	16
3.4	MATERIALES Y EQUIPOS.....	16
3.5	DISEÑO DEL EXPERIMENTO	17
3.5.1.	Procedimiento experimental	18
3.5.1.1.	Selección y Recolección.....	18
3.5.1.2.	Revisión y Conteo de las Mazorcas	18
3.5.1.3.	Cosecha de las Mazorcas.....	18
3.6	MATERIALES DE EXPERIMENTACIÓN.....	19
3.7	MEDICIONES EXPERIMENTALES.....	20
3.7.1	Crecimiento de mazorca:	20
3.7.2	Análisis bromatológico	21
3.8	UNIDAD DE OBSERVACIÓN	22

	3.9ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
	CAPÍTULO IV.....	24
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
	4.1EVALUACIÓN DE VARIABLES DE PRODUCCIÓN	24
	4.2ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	29
	CAPÍTULO V	36
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
	5.1CONCLUSIONES.....	36
	5.2RECOMENDACIONES.....	37
	CAPÍTULO VI	38
6	BIBLIOGRAFIA	38
	CAPÍTULO VII.....	Error! Bookmark not defined.
7	ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN TAXONOMÍA DEL MAÍZ	4
TABLA 2. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL MAÍZ.....	6
TABLA 3. ENFERMEDADES DEL MAÍZ	12
TABLA 4. PLAGAS DEL MAÍZ	12
TABLA 5. TRATAMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
TABLA 6. EFECTO DE LA FERTILIZACIONES APLICADAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ TUSILLA (<i>ZEAMAYS</i> L. VAR. <i>TUSILLA</i>).....	25
TABLA 7. EFECTO DE LA INTERACCIÓN FERTILIZACIONES POR DISTANCIA DE SIEMBRA DEL MAÍZ <i>TUSILLA</i> (<i>ZEAMAYS</i> L. VAR. <i>TUSILLA</i>).	26
TABLA 8. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DEL MAÍZ <i>TUSILLA</i> (<i>ZEAMAYS</i> L. VAR. <i>TUSILLA</i>).....	27
TABLA 9. PORCENTAJE DEL ESTADO DE LA MAZORCA	28

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	15
FIGURA 2. CROQUIS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	17
FIGURA 3. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE CENIZA	30
FIGURA 4. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE FIBRA.	32
FIGURA 5. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GRASA.....	33
FIGURA 6. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA.....	34
FIGURA 7. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD.....	35

CAPÍTULO I.

1.1 INTRODUCCIÓN

El consumo y producción de *Zea mays* L. se remonta a tiempos precolombinos, de donde se ha venido aprendiendo cada vez más sobre la forma de producir y consumir este cereal; el maíz ha generado gran debate entre la comunidad científica debido a que su origen no está bien identificado aunque se conoce que en América es en donde se evidencia un mayor consumo, en los antiguos pueblos especialmente en la región de México, que es el país que más variedades de maíces presenta y se considera lugar de origen de este importante cereal; pero de igual manera el maíz ha sido un misterio para los investigadores que estudian su origen y sus ancestros comunes, teniendo en cuenta que el maíz no se reproduce de manera silvestre, si no que necesita de los cuidados necesarios para su producción Acosta (2009).

FAO (2018) reporta que la producción mundial de maíz en comparación con otros cultivos de cereales, ocupa un total de 106 millones de hectáreas que rinden aproximadamente 215 millones de toneladas, lo que representa solo un par de toneladas por hectárea; por esta razón, se desarrolla como un cultivo extensivo a nivel mundial. Los principales productores son: Estados Unidos, China y Brasil, seguidos por Argentina, Sudáfrica y la Unión Europea (Peña, 2014). Por esta aceptación del maíz en el mundo, se ha venido estudiando todo sobre el cultivo de maíz, ya que tiene una alta demanda como materia prima para productos elaborados y las producciones se evalúan para mejorar el rendimiento, ya sea en calidad como cantidad.

En Ecuador, uno de los cereales más consumidos es el maíz, los cuales son parte de la dieta diaria, por lo que la demanda es alta, pero además el maíz es utilizado para la alimentación pecuaria y derivados del maíz, lo que aumenta el consumo en el país y la oferta no alcanza para satisfacer a todos los consumidores. Para el ciclo 2017 – 2018 se estimó que el consumo de maíz fue de 1.400.000 toneladas métricas aproximadamente (ESPAC, 2017), por esta razón se realizan importaciones que suplan la demanda de los consumidores, esto problematiza la comercialización debido a la especulación de los precios.

La producción nacional de maíz duro, fluctúa en 548.000 tm/año. El área anual dedicada al cultivo del maíz duro es de 350.000 ha. En condiciones normales de los cuales

230.000 ha, se siembran en el ciclo de invierno y 120.000 ha, en verano. En términos anuales el área maicera representa el 4% del área agrícola del país (Verdezoto, 2015).

Baca (2016) reporta que la producción de maíz como todos los cultivos tiene sus riesgos y estos riesgos casi duplican las pérdidas en la mayoría de las actividades productivas agropecuarias, esta situación desilusiona a los productores e inversionistas que, por desconocimiento y falta de información del cultivo y la manera incorrecta de producir, se ven obligados a dejar de lado los cultivos y dedicarse a otras actividades o emigrar a las urbes.

Álvarez (2006) señala que el maíz como cultivo va más allá de sus producciones para el desarrollo de la población, y este material vegetal se aprovecha casi en su totalidad, llegando a tener diferentes aplicaciones como alimento forrajero para el sector pecuario, construcciones, abonos, combustibles y artesanías. El mayor consumo de maíz es destinado a la alimentación animal con un 78% y el consumo humano es del 12%. El uso de derivados de maíz es extenso en la aplicación industrial en diferentes campos como las farmacéuticas, cosméticos, alimentos sintéticos y procesados siendo la extracción de almidón y aceite del 70% y las fibras como la hemicelulosa y la celulosa es de 30% (Peña, 2014).

La presente investigación recopila información pertinente sobre la producción y rendimiento del maíz variedad criolla Tusilla y sus componentes nutricionales, para producir de manera correcta y en condiciones de la Amazonía. Esta variedad criolla está adaptada para el cultivo en condiciones amazónicas de alta humedad, fuertes precipitaciones, temperaturas variables, depredadores (loros, insectos), tipo de suelos con escasa capa arable; por estas razones es que la información científica es necesaria para potencializar este cultivo que debe tener una buena planificación y manejo en su desarrollo.

El conocimiento sobre el manejo productivo, los requerimientos de los nutrientes y su calidad en el maíz, son necesarios para establecer dietas balanceadas que aseguren una buena alimentación de la población animal y humana; para ello se realizaron análisis bromatológicos que determinen la cantidad y calidad de las mazorcas de maíz Tusilla obtenidas. Estos análisis se realizaron con muestras de los distintos órganos de la planta (hoja, tallo, mazorca) ya que la composición química varía en cada órgano. Además, esta información complementa el conocimiento práctico de los productores e inversores con la información científica para determinar cuál es el mejor método de producción

para el cultivo de maíz variedad criolla Tusilla, en condiciones amazónicas, teniendo en cuenta las consideraciones para su fin productivo ya sea producción forrajera o de semilla.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La escasa información científica respecto a la producción y composición química de la variedad de maíz criolla Tusilla, cultivado bajo diferentes distancias de siembra y manejo de fertilización en condiciones de la amazonia ecuatoriana, influyen en la mejora de los parámetros productivos y en la calidad de los productos aprovechables de esta variedad.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la distancia de siembra y tipo de fertilizante en los indicadores productivos y bromatológicos del maíz variedad Tusilla en las condiciones de la amazonia ecuatoriana?

1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Los indicadores productivos y bromatológicos de la variedad de maíz Tusilla varían con las distancias de siembra y tipo de fertilizante.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de dos distancias de siembra y tres tipos de fertilización en *Zea mays* L. var Tusilla, mediante indicadores productivos y bromatológicos en las condiciones del CIPCA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las variables productivas y bromatología del cultivo de maíz variedad Tusilla, con diferentes distancias y tipos de fertilización.
- Comprobar la influencia de las distancias de siembra y tipos de fertilización sobre los indicadores productivos y bromatológicos del maíz variedad Tusilla en la Amazonía Ecuatoriana, Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 ORIGEN

El origen del maíz tiene una historia particular, ya que existen varias teorías de cómo se originó, Acosta (2009) señala que el maíz tuvo su origen en México, de donde se extendió por distintas partes de América. Las autoridades entendidas en el tema difieren en el lugar de origen del maíz, debido a que la una parte está de acuerdo en que su Centro de origen es Andino, otra parte concuerda que su centro de origen fue en Centro América y México; otra teoría es que el maíz cruzó el Océano Pacífico (Jaramillo, 2012). Además, Kato, Mapes, Mera, Serratos y Bye, (2009) señalan que existen otras teorías como son: la teoría tripartida, la teoría multicéntrica y la teoría unicéntrica. La especie teocintle (*Zea perennis*) y el género *Tripsacum* son parientes silvestres del *Zea mays*, siendo este conocido como uno de los alimentos más antiguos y cuyo origen es mesoamericano (Acosta, 2009).

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Cabrerizo (2012), describe la clasificación taxonomía del maíz que se resume en la tabla

Tabla 1. Clasificación Taxonomía del maíz

Reino: Vegetal

Subreino: Embriobionta

División: Angiospermae

Clase: Monocotyledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *mays*

Nombre científico: *Zea mays*

2.3 CLASIFICACIÓN COMERCIAL

Cabrerizo (2012), señala que el maíz se divide en variedades dependiendo de la cantidad, calidad y composición del endospermo de la semilla. Estos tipos son: maíz dentado, tunicado, amiláceo, ceroso, palomero o reventón, dulce y cristalino.

Zea mays ceroso: (*Zea mays ceratina* Kul.) Su característica principal es el aspecto ceroso en el endospermo. Contiene en el almidón 100% de amilopectina, lo que origina un almidón de característica gomosa.

Guacho (2014), presenta una clasificación por colores, esta es una característica de las diferentes variedades que existen de maíz, estas son: maíz blanco, amarillo, morado, rojo y mezclado.

Maíz amarillo: sus granos tienen trazos rojizos con predominancia del color amarillo y tiene un 6% de maíces de otros colores.

2.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL MAÍZ

La composición nutricional del maíz se divide principalmente en: composición forrajera y composición del grano, el grano de maíz común se compone por un 70% de almidón, 8% a 10% de proteína y de 4% a 5% de aceite que se almacenan en el germen, endospermo y el pericarpio (Alvarez, 2006).

La composición química de la planta verde es de 15-25% materia seca, 4-11% en proteína bruta, 1-3,5% en grasa, 27-35% en fibra bruta, 34-55% en extracto libre de nitrógeno y un 7-10% en ceniza de la materia seca (Boschini y Elizondo, 2004). Además el contenido nutricional del maíz puede cambiar según las distancias de siembra, el tipo de fertilizantes, la variedad, el tiempo de cosecha (tabla 1); aunque todas la variedades sirven para producir forraje, las de mejor rendimiento son las generan mayor biomasa.

Tabla 2. Contenido nutricional del maíz.

		MAÍZ BLANCO	MAIZ AMARILLO
Nutriente	Unidades.	Valor por 100g	Valor por 100g
Agua	g	10,37	10,37
Energía	Kcal.	365	365
Proteínas	g	9,42	9,42
Grasas totales	g	4,74	4,74
Ceniza	g	1,2	1,2
Carbohidratos	g	74,26	74,26
Azúcares totales	g	--	64
Fibra total	g	--	7,3

Fuente: USDA (2013)

2.5 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE MAÍZ

Consejo Nacional mexicano de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2014) describe la organografía del maíz de la siguiente manera:

Tallo: Estructura de 12 a 24 nudos aéreos, de posición erecta, en forma de cilíndrica. El espacio entre el área del suelo y la inclusión de la mazorca apical, se aprecia un espacio hendido en los entrenudos, donde da lugar a la inserción de la mazorca, por encima de esta inserción de la mazorca apical el tallo es totalmente cilíndrico. La estructura del tallo consta de epidermis que es la capa que le confiere protección es transparente e impermeable, pared cuya estructura que permite la circulación de sustancias alimenticias de composición dura y maciza y médula formada de tejido blando y esponjoso que permite la acumulación de nutrientes de reserva.

Hojas: Las hojas se forman desde la vaina foliar que se origina en el nudo y esta vaina se envuelve en el entrenudo, en la unión entre la vaina y la hoja se encuentra la lígula. Las hojas son paralelinervadas, largas, lanceoladas, ásperas, puntiagudas y de borde ligeramente aserrado; se ubican alternadamente en el tallo.

Flores: Son los órganos de reproducción, como especie monoica el maíz consta de dos órganos reproductivos separados que son: la panoja o inflorescencia masculina que se da por la prolongación del tallo que da salida a las panículas laterales y superior, que contienen flores de estambres largos que producen entre 20 a 25 millones de granos de polen; y, la mazorca o inflorescencia femenina que consta de un eje grueso y cilíndrico llamado coronta (tusa) o raquis, semillas y brácteas que protegen las semillas de la mazorca.

Mazorca: Es el producto o fruto del maíz que cuenta con un eje central (tusa, zuro o coronta) en las semillas se distribuyen en hileras alrededor de la tusa. La semilla y el fruto constituyen un solo cuerpo con forma de cariósido de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se nombra vulgarmente como granos dentro del fruto que es el ovario maduro (Sánchez y Villamizar, 2003).

Semilla: El grano de maíz es un cariósido, que cuenta con diferentes partes: pericarpio de almidón, germen. El pericarpio es la capa que, combinada con la cubierta de la semilla conocida como testa, forman la cubierta del fruto, y que comprende del 5 al 6% del peso total de la semilla. El almidón es la fuente de nutrientes que el germen absorberá para su posterior germinación, constituyendo la mayor porción de la semilla con un 83% de su peso total. El germen o embrión es la parte de la semilla desde donde comenzará el crecimiento y desarrollo de la planta, este embrión ocupa un 11% del total del peso de la semilla, además cuenta con la plúmula y el escutelo que son la planta embrionaria y el cotiledón u hoja de la semilla.

2.6 ESTADÍOS REPRODUCTIVOS

El rendimiento y las fases del desarrollo del maíz son características cuantitativas, que se expresan en dependencia del manejo asociado al desarrollo del cultivo y este a su vez esta diferenciado en períodos que van desde la emergencia de la semilla, pasando por el desarrollo de todos sus órganos hasta llegar a la etapa final de reproducción con la

formación de los frutos. Cada estadio debe desarrollarse adecuadamente, están diferenciados por: desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo (Fassio, 1998).

2.6.1 Las principales fases de estadio reproductivos son:

- **R1:** Luego de 66 días aproximadamente cuando algunos pelos se pueden observar fuera de las vainas foliares comienza la etapa R1. Para que todos los pelos de una espiga se puedan observar y se polinicen es necesario de 2 a 3 días, la polinización ocurre cuando los granos de polen son depositados sobre los pelos, si la planta sufre un estrés hídrico entre dos semanas antes y después de la R1, puede afectar la producción de grano, además puede ser afectado por granizo, temperaturas altas o deficiencia de nutrientes. El período cercano a la floración que comprende cuatro semanas es vital para las zonas en que el cultivo de maíz requiere de riego.
- **R2:** ampolla: Corresponde de 10-14 días luego de la aparición de los pelos, la mazorca alcanzó o está por culminar su crecimiento completo. Los pelos se oscurecen y empiezan a caer luego de cumplir su función en la floración. El porcentaje de humedad de los granos de maíz disminuirá gradualmente hasta el momento de la cosecha, presentando en esta etapa un 85% de humedad.
- **R3:** lechoso: Alrededor de 18-22 días luego de la emergencia de pelos, el grano por fuera es de un color amarillo y el líquido interno es blanco lechoso debido a su contenido de almidón. La acumulación de materia seca del grano es muy rápida, conteniendo un 80% aproximado de humedad. El tamaño y el peso del grano son factores determinantes en el rendimiento final, que pueden verse afectados por carencias nutricionales.
- **R4:** pastoso: El líquido interno del endospermo se convierte en una sustancia pastosa a consecuencia de la acumulación progresiva de almidón.
- **R5:** dentado: Cuando aparece una capa dura de almidón en la parte superior del grano, está empezando a secarse.
- **R6:** madurez fisiológica: Este estadio se da cuando todos los granos lograron su peso máximo o acumularon al máximo la materia seca, formando una abscisión marrón o negra en la parte de inserción del grano a la mazorca, misma que es un indicador de que se ha completado el crecimiento del grano y acumulación de materia seca, la humedad varía en dependencia del lugar (factores ambientales) y cultivar, teniendo en R6 de 30-35% de humedad.

2.7 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

Para poder establecer un cultivo se debe considerar el suelo y el clima, ya que estos condicionan el manejo que se debe dar al cultivo.

El maíz tiene una gran adaptabilidad lo que lo lleva crecer en diferentes ambientes dependiendo de la variedad, ya que cada variedad tiene sus requisitos edafoclimáticos, por lo que el maíz puede ser cultivado desde los 0 a los 3100 m. s. n. m. (Yáñez, et al., 2014).

Respecto al suelo el maíz se adapta a diferentes tipos de suelo (Cocha, 2016), pero es en los suelos francos, franco arcillosos y franco limosos, con pH de entre 6,5 a 7,5 donde su desarrollo es mejor; con suelos profundos, con abundante materia orgánica y un buen drenaje. Un buen drenaje evita encharcamiento que podrían favorecer la pudrición de la raíz y al lavado de los minerales que la planta absorbe.

El clima es otro factor que influye en el comportamiento del cultivo, de acuerdo con la FAO (1999) el maíz tolera temperaturas: mínima de 8 °C y máxima de 30 °C, aunque la temperatura ideal para el desarrollo de la mazorca es de entre 20 a 32 °C. Según Ripusudan, (2001) el porcentaje de humedad en el que el maíz se desarrolla va de 80 al 90%, la pluviosidad que requiere varía de 700 a 1300 mm/año. La temperatura ideal para cada ciclo fenológico es: 10 °C para la germinación como temperatura mínima (mín.), 40°C como máxima (máx) y como temperatura óptima entre 20 y 25 °C. Para el crecimiento en cambio tolera una mínima de 15°C, 40°C de máxima y como temperatura óptima se considera entre 20 y 30 °C. En la floración, la mín. es de 20°C, la máx. de 30°C y óptima entre 21 y 30 °C.

2.8 MANEJO DEL CULTIVO

Según Ebel, Pozas Cárdenas, Soria Miranda y Cruz González (2017) para el manejo del cultivo se consideran las condiciones edafoclimáticas y exigencias del cultivo hacia el suelo, así de esta manera se realizan los análisis para determinar el nivel de fertilidad, pH, actividad biológica, profundidad de la capa arable, tipo de suelo, estructura del suelo e incluso se tiene en cuenta el historial de cultivos de esa área a sembrar.

Se debe realizar una planificación del cultivo para ejecutar todas las labores paso a paso, esta planificación detallará los tiempos en que se realicen las labores, las medidas y tipo

de abonadura y fertilización, el riego, la dosis y tipo de plaguicida, cada detalle sobre el cultivo debe ser puntualizado en la planificación.

- **Preparación del terreno:** se comenzó con la realización del análisis de suelo para conocer las condiciones del suelo para así determinar: el tipo de fertilización, el tipo de arado, el número de pasadas del arado, la incorporación de materia orgánica, el cambio de la estructura del suelo, la desinfección, el nivel de inclinación o pendiente, el drenaje y la limpieza de plantas arvenses y rastrojos.
- **Siembra:** Se selecciona las semillas de mejor calidad, que sean resistentes a plagas y enfermedades. La temperatura del suelo debe ser de 12 °C, su siembra es a 5 cm de profundidad aproximadamente dependiendo del suelo, humedad y temperatura.
- **Época:** La época de siembra se establece en la planificación del cultivo para asegurar el área, la localidad, las precipitaciones, velocidad del viento, horas luz y la disponibilidad de riego donde se requiera complemento hídrico.
- **Cantidad:** Se utiliza alrededor de 30 kg de semillas certificadas por hectárea.
- **Calidad:** Las características agronómicas propias de la variedad son expresadas por la pureza de sus genes, estas semillas de calidad se adquieren en centros especializados y autorizados a la venta de semillas certificadas.
- **Fertilización:** Se ajusta al cultivo según sus necesidades de manera eficiente y eficaz de acuerdo a las características del área de producción; ayuda a los suelos pobres en minerales y a mejora los suelos para asegurar el crecimiento y desarrollo de la planta. Se recomienda abonos ricos en P, K y N. la fertilización se efectúa siguiendo una planificación, que integra una fertilización débil previa a la siembra, hasta cuando el cultivo presenta el desarrollo de 6 a 8 hojas para las siguientes fertilizaciones. La fertilización de fondo se aplica durante las actividades del cultivo y la fertilización de cobertura se aplica en la aparición de las primeras hojas. En la formación de las semillas la fertilización se realiza en menores cantidades. Los fertilizantes más usados para el cultivo de maíz son: Solución nitrogenada, urea y nitrato de amonio y de calcio.
- **Raleo:** Se realiza cuando se siembran de dos o tres semillas para asegurar la germinación de una de ellas, aunque hay caso que germinan las 3 semillas, por lo tanto, existirá una competencia por luz y nutrientes entre ellas, cuando la planta alcanza una altura de 0,25 m a 0,30 m se procede a ralear o cortar las plantas

sobrantes, teniendo en cuenta que se debe dejar la planta en mejor estado (Valdiviezo, 2018).

- **Rascadillo:** Es una limpieza manual de especies arvenses que compiten con el cultivo, este rascadillo se ejecuta desde los 0 a 45 días luego de la siembra, si las especies arvenses pueblan el área de cultivo excesivamente es recomendable el uso de herbicidas la dosificación correspondiente en la ficha técnica del envase (Escobar, 2016).
- **Aporque:** Es la acumulación manual de tierra alrededor del tallo, para dar mejor sujeción a la planta y conservación de la humedad del suelo, este manejo se realiza a los 45 días después de la germinación con una altura aproximada de 100 cm (Salazar, 2018).

2.9 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La incidencia de plagas y enfermedades condiciona el control de éstas, que se realizan con métodos de control integrado combinando labores culturales y el uso de productos químico de baja toxicidad y fundamentalmente dependen del tipo y época en el que se presenten las diferentes plagas y/o enfermedades, en condiciones amazónicas destacan:

2.9.1 Principales plagas y enfermedades del maíz

Las plagas y enfermedades que afectan con mayor frecuencia al maíz en condiciones amazónicas son:

2.9.1.1 Enfermedades

CIMMYT (2004) describe las principales enfermedades para el cultivo de maíz:

- La pudrición de la mazorca es causada por el *Fusarium moniliforme* su síntoma se manifiestan en las semillas individuales y en pequeñas áreas de la mazorca, donde se produce moho o rayas blancas.
- El tizón foliar es causado por el *Helminthosporium turcicum* el cual provoca síntomas en las hojas como manchas pequeñas ovaladas y acuosas, que luego se convierte en necrosis.
- *Cercospora zae-maydis* es causante de la mancha foliar de color gris, su primer síntoma es una mancha necrótica de color café gris y llega a causar envejecimiento en la hojas.

- El complejo mancha de asfalto es causado por el patógeno *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, que provocan la necrosis del tejido circundante de la mancha de asfalto, esta lesión puede llegar a quemar el follaje.

Tabla 3. Enfermedades del maíz

NOMBRE COMÚN	AGENTE CAUSAL
Pudrición de la mazorca	<i>Macrophomina phaseolina</i> y <i>Gibberella zeae</i>
Tizón foliar	<i>Helminthosporium turcicum</i>
Mancha foliar	<i>Cercospora zeae-maydis</i>
Complejo mancha de asfalto	<i>Phyllachora maydis</i> , <i>Monographella maydis</i> ,

Fuente: Programa de Maíz (CIMMYT, 2004)

2.9.1.2 Plagas

Larvas de Lepidópteros constituyen la principal plaga del maíz; en condiciones amazónicas, el gusano del choclo o de la mazorca *Heliothis zea* destruye totalmente los granos suaves, lechosos y semiduros; el gusano trozador o cortador *Agrotis ipsilon* y el gusano cogollero *Agrotis deprivata* en cambio penetran por el tallo causando una perforación en la base del tallo (Galarza, 1974).

Tabla 4. Plagas del maíz

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Gusano del choclo o de la mazorca	<i>Heliothis zea</i>
Gusano trozador o cortador	<i>Agrotis ipsilon</i>
Gusano cogollero	<i>Agrotis deprivata</i>

Fuente: (Chango, 2012)

2.10 DISTANCIAMIENTO Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Para realizar la siembra es necesario tener semillas con un alto porcentaje de germinación, vigor y libre de enfermedades (Yáñez et al., 2007).

La calidad de la semilla debe ser óptima para garantizar una buena producción, así se podrá definir la distancia de siembra, sabiendo que el clima, el suelo y la variedad de maíz condicionan su distanciamiento. Para la profundidad de siembra se tiene en

consideración la textura y humedad del suelo, para suelo arenosos la profundidad máxima es de 10 cm, en suelos arcillosos hasta 7 cm y en suelos húmedos su profundidad no debe pasar los 5 cm (Ebel, et al., 2017).

Calle (2017) realizó una evaluación de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con tres distanciamientos de siembra, concluyendo en cuanto a variables agronómicas como la distancia de siembra que la mejor fue de 0,80 m. x 0,25 m., otorgándole a la planta de maíz un alto vigor; demostrando un alto rendimiento y producción. Por supuesto que el comportamiento de una variedad criolla puede variar significativamente, pero la información da una pauta de lo que puede suceder en la investigación que se va a realizar.

2.11 TIPOS DE FERTILIZANTES

2.11.1 Químico

DAP (Fosfato diamónico)

El aporte de fósforo es totalmente asimilable por las plantas, con un aproximado de 95% de solubilidad, lo que responde favorablemente en los procesos de desarrollo de la planta como el crecimiento celular, el almacenamiento de energía, transferencia de energía, entre otros procesos de desarrollo de las plantas. Luego de la aplicación del fosfato existe una reacción ácida, lo que lo hace idóneo para suelo con pH alcalino o neutro. Esta fertilización repone los elementos nutritivos del suelo y mejora el desarrollo de la producción (YPF., 2007).

Nitrógeno

Varios investigadores mencionan que al subir la dosis de fertilizante nitrogenado ocasiona un aumento en la producción de materia seca y en la semilla se incrementa el porcentaje de proteína ya que este elemento, se integra en el metabolismo vegetal para la formación aminoácidos, proteínas y otros componentes nutricionales; aunque, el nitrógeno es un elemento muy volátil y de fácil lixiviación (Tisdale, Nelson, Beaton, 1985).

2.11.2 Orgánico

Los fertilizantes orgánicos enriquecen el suelo al mejorar las propiedades químicas y físicas, revitalizando la fauna y flora microbiana, siendo considerados como una alternativa al uso de ciertos fertilizantes que pueden afectar el suelo (Murray-Núñez et al., 2011). Además, López, Díaz. Martínez, y Valdez (2001) mencionan que el compost es una alternativa para mejorar el rendimiento del cultivo, mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas y por ende es una alternativa para complementar o disminuir la fertilización inorgánica.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La investigación experimental fue realizada en el área avícola del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), ubicado en el km 44 vía Puyo-Tena en el Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo, Ecuador. El área específica se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 560 m. en la coordenadas 1°14'20,8"S y 77°53'15,4"W, el clima del área es húmedo tropical, con una temperatura media de 24 °C y precipitaciones anuales de 3654,5 a 5516 mm.

El área en la que se realizó el experimento está rodeado (Figura 1), al Norte por un riachuelo cubierto por una porción de bosque, al Sur por los galpones del sistema de producción avícola, al Oeste con el sistema de producción avícola sin galpones y al Este con un área verde sin producción y entrada al área avícola.(Ramírez, González, Andrade y Torres, 2016).



Figura 1. Ubicación geográfica del Proyecto

Fuente: Coordenadas y Direcciones (2018) <https://www.mapsdirections.info/coordenadas-de-googlemaps.html>

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se basó en una modalidad experimental, debido a que se realizó un ensayo con parcelas en la que los tratamientos se distribuyeron al azar, modalidad experimental de trabajo para la evaluación de la producción en campo, en un ensayo con Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo Bifactorial y el análisis bromatológico en el laboratorio.

3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Investigativo-analítico, se apoya en el análisis de campo y laboratorio para determinar el efecto que ejercen las diferentes distancias de siembra y tipos de fertilizantes.

3.4 MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

- Hojas de registros (formulario para la toma de datos).
- Materiales y utensilios de uso rutinario en el laboratorio de bromatología

Reactivos

- Ácido sulfúrico (0,255 N)
- Ácido sulfúrico concentrado
- Hidróxido de sodio (0,313 N)
- Pastillas de Kjeldahl
- Ácido bórico
- Solución de Tashiro
- Éter de petróleo

Equipos

- Cámara fotográfica (Teléfono celular).
- Computadora portátil (Lenova).
- Balanza gramera (Balanza digital CAMRY).
- Balanza analítica sensible a 0,1 mg.
- Unidad de digestión Kjeldahl.
- Unidad de destilación Kjeldahl.
- Aparato de extracción Soxhelt.
- Estufa de secado ajustada 105 °C marca VWR.

3.5 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se trabajó bajo un experimento de Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo Bifactorial (Figura 2 y Tabla 5). En un área activa de 423 m², los tratamientos constaron de seis tratamientos con tres repeticiones con un total de dieciocho unidades experimentales, cada unidad experimental midió 24 m² y contaron con cinco plantas a las cuales se les evaluó sus mazorcas, además de la selección de una planta por parcela para la bromatología.

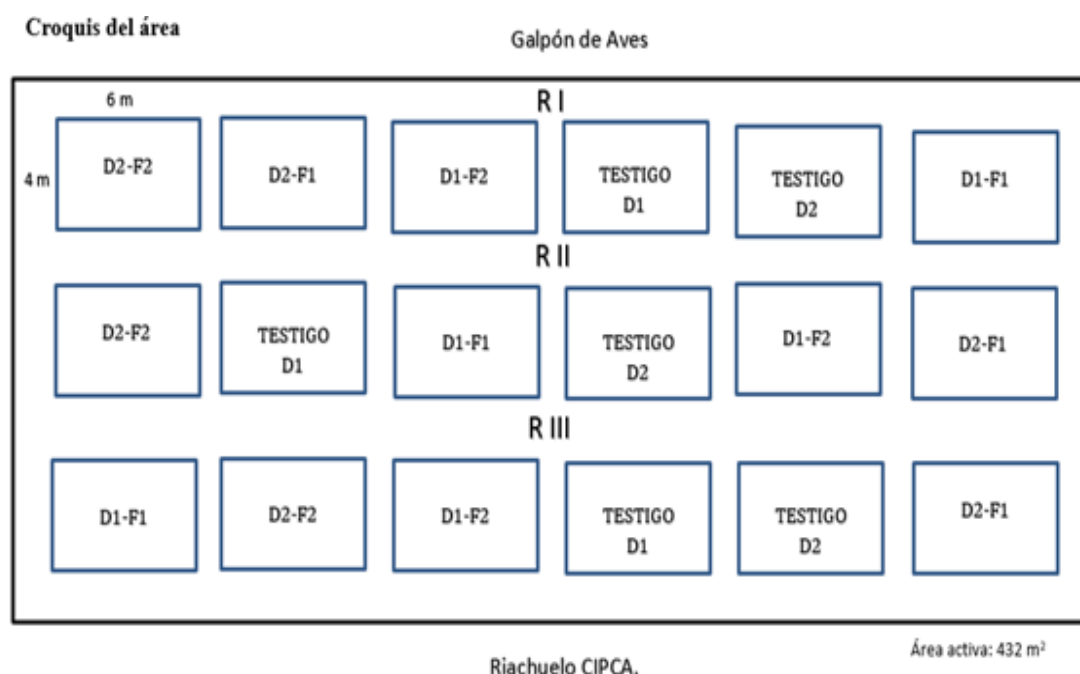


Figura 2. Croquis del área experimental

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2019).

Tabla 5. Tratamientos de la investigación.

Tratamientos	Descripción
D1	Sin fertilización, con distancia 0,20 m x 0,80 m.
D2	Sin fertilización, con distancia 0,30 m x 0,80 m.
D1-F1	0,20 m x 0,80 m, con fertilización química. 18-48-0
D1-F2	0,20 m x 0,80 m, con fertilización orgánica.
D2-F1	0,30 m x 0,80 m, con fertilización química. 18-48-0
D2-F2	0,30 m x 0,80 m, con fertilización orgánica.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2019).

3.5.1. Procedimiento experimental

El experimento, “Evaluación de Indicadores Productivos y Bromatológicos del Maíz variedad Tusilla (*Zea Mays* L. Var. Tusilla), en Distancias de Siembra y Tipos de Fertilización, CIPCA.” es la continuación del experimento “Evaluación de Indicadores Morfofisiológicos de Maíz Variedad Tusilla, en Distancias de Siembra y Tipos de Fertilización, CIPCA.” expuesto por Gina Salazar.

3.5.1.1. Selección y Recolección

Las plantas para los análisis bromatológicos se seleccionaron al azar teniendo en cuenta el de efecto de borde y la relación intraespecífica perfecta de estas plantas, esta actividad se efectuó a los 92 días después de la germinación. Se seleccionaron las mazorcas de las plantas evaluadas en el proyecto Evaluación de Indicadores Morfofisiológicos de Maíz Variedad Tusilla, en Distancias de Siembra y Tipos de Fertilización, CIPCA.” para sus mediciones.

3.5.1.2. Revisión y Conteo de las Mazorcas

La revisión del estado de las mazorcas y conteo del número de mazorcas por planta evaluada, se realizó a los 115 días después de la germinación con la finalidad de conocer las condiciones en que se encontraban las mazorcas para el análisis de sus características físicas. Se revisaron únicamente las mazorcas de las plantas evaluadas con anterioridad. Esta revisión determinó si las mazorcas se encontraban abiertas, medio abiertas, cerradas, abortadas y atacadas por las loras.

3.5.1.3. Cosecha de las Mazorcas

Se cosecharon las mazorcas de las plantas evaluadas a los 121 días después de la germinación con el propósito de determinar la producción, según sus medidas y pesos.

3.6 MATERIALES DE EXPERIMENTACIÓN

Factores:

A. Distancia de siembra:

1) Primera distancia de siembra a 0,20 m entre planta y 0,80 m entre hilera dando como resultado un total de 1350 plantas en un área total de 216 m^2 dividida en nueve parcelas de 24 m^2 .

2) Segunda distancia de siembra a 0,30 m entre planta y 0,80 m entre hilera dando como resultado un total de 2178 plantas en un área total de 216 m^2 dividida en nueve parcelas de 24 m^2 .

B. Tipo de Fertilizante:

El conocimiento de los requerimientos nutricionales del maíz es fundamental para realizar la dosificación de la fertilización ya que se debe complementar con el análisis de suelo (**anexo 1**) para el cálculo de la dosis de fertilización (**anexo 2**). Los requerimientos nutricionales que exige el maíz son: para un rendimiento de 5000 kg/ha se necesitan 115 kg/ha de Nitrógeno, 28 kg/ha de Fósforo, 35 kg/ha de Potasio, 2 kg/ha de Calcio, 10 kg/ha de Magnesio, y 11 kg/ha de Azufre (INIAP, 2014).

1) Fertilizante químico, fosfato diamónico 18-48-0; N, P_2O_5 , K_2O kg/ha y urea sabiendo que un kilogramo de urea contiene 460 gramos de nitrógeno, la aplicación del fertilizante se dosificó en cuatro etapas empezando con la siembra y otras tres aplicaciones cada quince días, dando un total de 11,52 kg de fosfato diamónico y urea para todo el experimento.

2) Fertilizante orgánico (compost) que tiene una composición de 3,15% N, 1,95% P_2O_5 , 1,25% K_2O (**anexo 3**) se administró con seis días de anterioridad 241,92 kg del compost y para suplir deficiencias 84,24 kg de P_2O_5 en 432 m^2 el área de experimentación.

3.7 MEDICIONES EXPERIMENTALES.

Estas mediciones son necesarias para el conocimiento de la producción, ya que estas variables indican la calidad de la producción.

3.7.1 Crecimiento de mazorca:

- 1) **Número de mazorcas:** Se contó la cantidad de mazorcas completas por planta evaluada.
- 2) **Peso mazorca completa:** Se pesó con una balanza gramera, expresado en g.
- 3) **Peso mazorca sin brácteas:** Se pesó con una balanza gramera, expresado en g.
- 4) **Número de hileras de granos en la mazorca:** Se contó todas las hileras por mazorca.
- 5) **Número de granos por hilera:** Se contó todos los granos de todas las hileras de cada mazorca.
- 6) **Longitud total de la mazorca:** Se midió con cinta métrica, expresado en cm.
- 7) **Longitud de la mazorca al grano:** Se midió con cinta métrica, expresado en cm.
- 8) **Diámetro de la mazorca:** Se midió en la mitad de la mazorca utilizando un pie de rey, expresado en mm.
- 9) **Diámetro de la tusa:** Se midió en la mitad de la tusa utilizando un pie de rey, expresado en mm.
- 10) **Peso total semillas por mazorca:** Se pesó con una balanza gramera, y se registraron los valores correspondientes en g.
- 11) **Peso semilla útil por mazorca:** Se pesó con una balanza gramera, y se registraron los valores correspondientes en g.
- 12) **Peso de cien semillas por mazorca:** Se pesó con una balanza gramera, y se registraron los valores correspondientes en g.

3.7.2 Análisis bromatológico

Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de química de la Universidad Estatal Amazónica, donde se homogenizaron las muestras de las tres réplicas de los órganos a analizar (tallo, hoja y mazorca), estas muestras se obtuvieron de planta de cada tratamiento a los 92 días después de la su germinación, a estas plantas se le separó los órganos a analizar y se procedió a secar para su posterior molienda (**anexo 11 y 12**) dejando una partícula de 2 mm, luego de este paso se le dio otra secado para luego realizar los análisis siguiendo las guías de laboratorio. Los métodos utilizados para el análisis bromatológico son detallados por Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 21st Edition (2019).

3.7.3. Estado de las mazorcas

Se realizó una revisión del estado de las mazorcas, en el que se observó específicamente la abertura de la mazorca dando tres variables mazorca abierta, mazorca media abierta y mazorca cerrada. Además se observó si la mazorca completo su desarrollo o se quedó sin completar el llenado del grano esto se nombró como mazorcas abortadas; y la última observación fue la mazorca atacada por las loras; este ataque se evidenció ya que a las loras se las observó en el cultivo a ciertas horas del día.

- 1) **Proteínas:** Se siguió la metodología de Kjeldahl (**anexo 4**) para la determinación de proteína bruta. Que es basada en la digestión por calentamiento de la muestra con ácido sulfúrico (Kjeldahl, 1883).
- 2) **Humedad:** El método termo gravimétrico determina la humedad (**anexo 5**), mediante el secado en estufa y pesaje antes del secado y después del secado.
- 3) **Fibra:** para determinar la fibra cruda (**anexo 6**) se utilizaron las muestras a la que se les determinó la grasa.
- 4) **Grasa:** El procedimiento para la determinación de grasa o extracto etéreo (**anexo 7**) utilizado se basó en la extracción del material seco y molido con éter de petróleo.
- 5) **Ceniza:** Se realizó utilizando el método de calentamiento a 500-600 °C dentro de una mufla, lo que provoca su combustión de la materia orgánica en presencia de oxígeno del aire a dióxido de carbono (**anexo 8**).

3.8 UNIDAD DE OBSERVACIÓN

La unidad de observación se constituyó en un área total de 432 m² que de la combinación de los fertilizantes con las distancias siembra formó seis tratamientos, cada tratamiento con un área de 24 m² en cada tratamiento se seleccionaron cinco plantas al azar a las que se les evaluó las mazorcas y para los análisis bromatológicos se eligió una planta por tratamiento.

- 1) Primera distancia de siembra a 0,20 m entre planta y 0,80 m entre hilera dando como resultado un total de 1350 plantas en un área total de 216 m² dividida en nueve parcelas de 24 m².
- 2) Segunda distancia de siembra a 0,30 m entre planta y 0,80 m entre hilera dando como resultado un total de 2178 plantas en un área total de 216 m² dividida en nueve parcelas de 24 m².

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se sistematizaron con una hoja de cálculo de Microsoft® Excel, y con esta base de datos se procedió a analizarla utilizando el sistema estadístico SPSS.

Se determinaron estadígrafos, análisis de varianza respetando el arreglo factorial y para las variables que resultaron estadísticamente significativas en los ANOVA se describieron las medias entre tratamientos, utilizando la prueba de rango múltiple de Tukey

95%

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE VARIABLES DE PRODUCCIÓN

4.1.1. Efecto de la fertilización aplicada en el cultivo de maíz tusilla (*zea mays* L. Var. Tusilla).

Se midieron las distintas variables de la mazorca en el experimento para determinar el tratamiento que cumple con las cualidades productivas adecuadas para la variedad criolla Tusilla, reflejada en una buena mazorca. Las variables productivas que se evaluaron en relación con los tratamientos producto del factorial de dos distancias de siembra (20 cm y 30 cm) y tres tipos de fertilización (sin fertilizante, fosfato diamónico y compost).

El análisis de varianza sólo mostró significación para las variables peso de 100 semillas (tabla 6) y la longitud de la mazorca (tabla 6); así como la interacción de los tratamientos conformados entre los tipos de fertilización y las distancias de siembra para el número de hileras por mazorca (tabla 7); por lo que además del ANOVA se realizó una estadística descriptiva para las variables evaluadas que se muestra en la tabla 8.

El efecto de la fertilización de los tratamientos con respecto al peso de 100 semillas mostró diferencias significativas para $p < 0,05$; tanto para los factores de fertilización (**tabla 6**) sin fertilizante, fertilizante químico (fosfato diamónico) y fertilizante orgánico (compost), con valores de 25,77 g; 25,63 g y 27,60 g respectivamente. La variable longitud de mazorca en los tratamientos también difirieron entre ellos para $p < 0,05$; con valores de 15,01 cm; 14,81 cm y 15,90 cm; para el efecto de los tres tratamientos y coincidiendo en las dos variables, que la fertilización con compost produjo el mejor peso de 100 semillas y la mejor longitud de mazorca, efecto asociado a una mejor disponibilidad de nutrientes que son liberados lenta y paulatinamente en suelos ácidos de la amazonia (Bravo-Medina, Alemán-Pérez, Días, Fargas-Clua, y Guell-Ordis. 2018).

Tabla 6. Efecto de la fertilizaciones aplicadas en el cultivo de maíz Tusilla (*Zea mays* L. var. Tusilla).

Variables	Sin fertilizante	Fosfato diamónico	compost	EE	Sig
Peso de 100 semillas, g	25,77 ^a	25,63 ^b	27,60 ^c	1,07	**
Longitud mazorca, cm	15,01 ^a	14,81 ^b	15,90 ^c	0,44	**

Diferencias entre filas ($p < 0,05$) para la prueba de rango múltiple de Tukey

4.1.2. Efecto de la interacción fertilizaciones por distancia de siembra del maíz tusilla (*zea mays* l. Var. Tusilla).

El efecto de la interacción entre distancias de siembra y la fertilización, para la variable número de hileras de la mazorca, que registró el cultivo de maíz variedad Tusilla, fue significativo para la distancia de siembra de 20 cm, el mejor comportamiento se registró en el tratamiento de fertilización orgánica (compost) con 12,73 hileras; seguido del control sin fertilizante con 12,50 hileras a $p < 0,05$. Con respecto a la distancia de siembra de 30 cm el número de hileras mantuvo la misma tendencia y tratamiento de fertilización orgánica, fue superior en el compost con 13,45 hileras por mazorca; difiriendo del resto de los tratamientos para $p < 0,05$. El menor número de hileras en la mazorca se obtuvieron cuando se utilizó el fertilizante químico; esto pudo estar relacionado a que el empleo de fosfato diamónico, como fertilizante químico, tiende a acidificar el suelo lo que provoca un estrés en la planta, efecto que se intensifica en los suelos de la amazonia que ya tienen un pH ácido de 5,0 a 5,1 en la zona experimental (Balasubramanian, Siddaramappa, Rangaswami 1992); además Tisdale, Nelson, Beaton (1985) expresan que la absorción adecuada de la mayoría de los elementos oscila en un rango de pH de 6 a 6,5 y además con la intensa precipitación presente en la zona de investigación, favorece la lixiviación de los elementos disponibles, lo que no ocurre cuando se emplea compost sólo o compost en asociación con fertilización química.

Tabla 7. Efecto de la interacción fertilizaciones por distancia de siembra del maíz Tusilla (*Zea mays* L. var. Tusilla).

Variables	Fertilización	Distancia de Siembra		EE	Sig
		20 cm	30 cm		
N° hileras	Sin fertilización	12,50 ^b	12,90 ^b	0,30	**
	Fosfato diamónico	11,38 ^a	11,37 ^a		
	Compost	12,63 ^b	13,45 ^c		

Diferencias entre columnas ($p < 0,05$) para la prueba de rango múltiple de Tukey

4.1.3. Comportamiento de las variables productivas del maíz Tusilla (*Zea mays* L. var. Tusilla)

En vista que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el ANOVA para las variables de producción, se consideraron los estadígrafos: media y desviación estándar como parámetros de referencia para describir la calidad de las mazorcas producidas (tabla 8). El promedio del número de mazorcas es de $1,26 \pm 0,51$; pues esta variable en el maíz tiene un fuerte componente genético ya que en la mayoría de los casos produce un máximo de tres mazorcas y un mínimo de cero, Por lo que el comportamiento en este caso es similar a los fundamentos de mejora vegetal establecidos por Fita, Rodríguez, y Prohens (1987).

Las siguientes variables descritas de peso de la mazorca con brácteas, peso de la mazorca en grano, el número de granos por hilera, la longitud de la mazorca al grano, el diámetro del raquis o tusa, el diámetro de la mazorca, peso de semilla útil son variables en las que además del componente genético, se ven influenciadas por el ambiente y por lo tanto dependen directamente del manejo que se le da al cultivo y de las condiciones edafoclimáticas que soporta, para poder obtener la producción que se desea obtener (Raven, Evert, Eichchorm 1999).

En cuanto al peso de la mazorca con sus brácteas y al peso de la mazorca al grano se puede apreciar $112,50 + 47,73$ y $109,29 + 45,46$ respectivamente.

El número de granos por hileras y la longitud de la mazorca contó con una media y de desviación estándar de $28,42 + 9,03$ para el número de granos por hilera y para la longitud de la mazorca al grano de $12,65 + 3,33$.

Las medias y desviaciones estándar obtenidas para los diámetros del raquis o tusa y de la mazorca fueron respectivamente de $34,21 + 6,27$ y $19,10 + 4,40$.

La media y desviación estándar del peso de la semilla útil se alcanzó $103,81 + 39,99$.

Estos estadígrafos permiten tener una idea del comportamiento del maíz Tusilla para las condiciones de la provincia de Napo de la amazonia ecuatoriana. Destacando la importancia de la recuperación de una variedad criolla apreciada por los agricultores y que debe preservarse en función de su proceso de adaptación de las condiciones carácter métrico fuertemente influenciada por la interacción del genotipo por el ambiente.

Tabla 8. Comportamiento de las variables productivas del maíz Tusilla (*Zea mays* L. var. Tusilla)

	Número (No).	Media	Desviación estándar	Error estándar
Nº mazorcas	90	1,26	0,51	0,05
Peso mazorca con brácteas g	87	112,50	47,73	5,12
Peso mazorca en grano g	83	109,29	45,46	49,77
Nº granos por hilera	86	28,42	9,03	0,97
Longitud mazorca al grano cm	86	12,65	3,33	0,36
Diámetro mazorca mm	86	34,21	6,27	0,68
Diámetro al raquis o tusa mm	86	19,10	4,40	0,47
Peso semilla útil g	86	103,81	39,99	4,31

4.1.4. Porcentaje del estado de la mazorca

En la tabla 9 se muestra la frecuencia con la que se dio el porcentaje del estado (calidad) de las mazorcas que fueron evaluadas, los resultados obtenidos fueron: de un total de 146 mazorcas de las cuales una mazorca se presentó abierta por lo que dio la frecuencia más baja 1 con un 0,68%. Y porcentaje de mazorcas medio abiertas indica que la frecuencia fue de 10 con porcentaje de 6,85%; lo que se entiende que estas mazorcas medio abiertas se hallan en proceso de abrirse.

Las mazorcas cerradas muestran la mayor frecuencia de 95 con porcentaje de 65,07% que son las mazorcas con la mejor cantidad en las mediciones.

Las mazorcas abortadas obtuvieron una frecuencia de 33 con porcentaje 22,6%; estas mazorcas abortadas no completaron su crecimiento y desarrollo dándole paso al mejor desarrollo y crecimiento de las mazorcas que se evaluaron. En comparación con las evaluaciones de Riofrío (2018).

En las mazorcas atacadas por las loras (*Amazona ochrocephala*.) se contaron 7 que son el 4,79% de las mazorca revisadas. Aunque su ataque no muy fue grave como para excluirlas de las mediciones, ya que su ataque fue superficial, lo que lo hizo evidente que fueron atacadas es la posición de la mazorca ya que se encontraba boca abajo o inclinadas y en la mayoría de los casos se revelaba la marca de las garras de las loras.

Tabla 9. Porcentaje del estado de la mazorca

Variables	Frecuencias	Porcentaje
Mazorcas Abiertas	1	0,68
Mazorcas medio Abiertas	10	6,85
Mazorcas Cerradas	95	65,07
Mazorcas Abortadas	33	22,6
Mazorcas atacadas por loras	7	4,79

4.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Con los análisis bromatológicos se pudo comparar los contenidos nutricionales de los distintos órganos analizados (tallo, hoja y mazorca) a los 92 días en relación con las dos distancias de siembra (D1: 20 cm y D2: 30 cm) y los tres tipos de fertilización (sin fertilización, F1: fertilizante inorgánico y F2: fertilizante orgánico) probados para las variables porcentaje de ceniza, porcentaje de fibra, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína; y porcentaje de humedad.

4.2.1. Análisis del porcentaje de ceniza

La Figura 3 muestra que el tallo del tratamiento D2-F1 contiene 4,49% de ceniza en contraste con el tratamiento D2 sin fertilizante que contiene 2,26% de ceniza, lo que indica que el tratamiento con fertilizante químico y distancia de 30 cm permite una mayor acumulación de nutrientes en la planta que se ve reflejado en el contenido de ceniza en el tallo. Amador y Boschini (2000) mencionan que el tallo fue disminuyendo su porcentaje de ceniza de 22% a 11% en el transcurso de más de 40 días en adelante; y Boschini y Elizondo (2004) reportaron un contenido del 7 al 10% de ceniza en el maíz.

El mejor valor para el contenido de ceniza en las hojas es en el tratamiento corresponde al tratamiento D1-F1 con 13,74% de ceniza, y el tratamiento D2-F2 fue el más bajo con un 10,56% de ceniza, dando a entender que el tratamiento con distancia de 20 cm y fertilizante químico fue el que produjo un mayor porcentaje de ceniza, dejando a los tratamientos D2-F1 (11,15%) y el tratamiento D1-F2 (11,02) en un rango medio del contenido más alto y más bajo de los resultados para ceniza. En el caso de la hoja los resultados presentados por Amador y Boschini, (2000) mostraron un porcentaje de ceniza va desde 11% a 16%.

En las mazorca se destaca el tratamiento con mayor contenido de ceniza D2-F2 con un 3,21% de ceniza y el tratamiento con menor porcentaje de ceniza es D1-F2 con un 1,96%, evidenciándose que el tratamiento de fertilizante orgánico y distancia de 30 cm genera mayor cantidad de ceniza sin embargo es el órgano que presenta menor contenido de ceniza de los tres analizados; estos resultados se confirman con Amador y Boschini (2000) los que presentan mazorcas con 3,7% a 7,3 % de cenizas.

Estos valores coinciden con el criterio de Jones y Handreck, (1967) ya que en su investigación en cuanto a los porcentajes de ceniza, el órgano que presentó mayor

contenido fue la hoja, probablemente relacionado con la absorción de sílice por la planta ya que este elemento está presente en la solución acuosa del suelo y penetra en la planta como un flujo masivo, el agua es transpirado por la hoja mientras que el sílice se deposita en las paredes celulares bajo la forma de compuesto poliméricos de ácidos silícicos; y también debido a que es en la as hojas donde se produce la mayor tasa fotosintética.

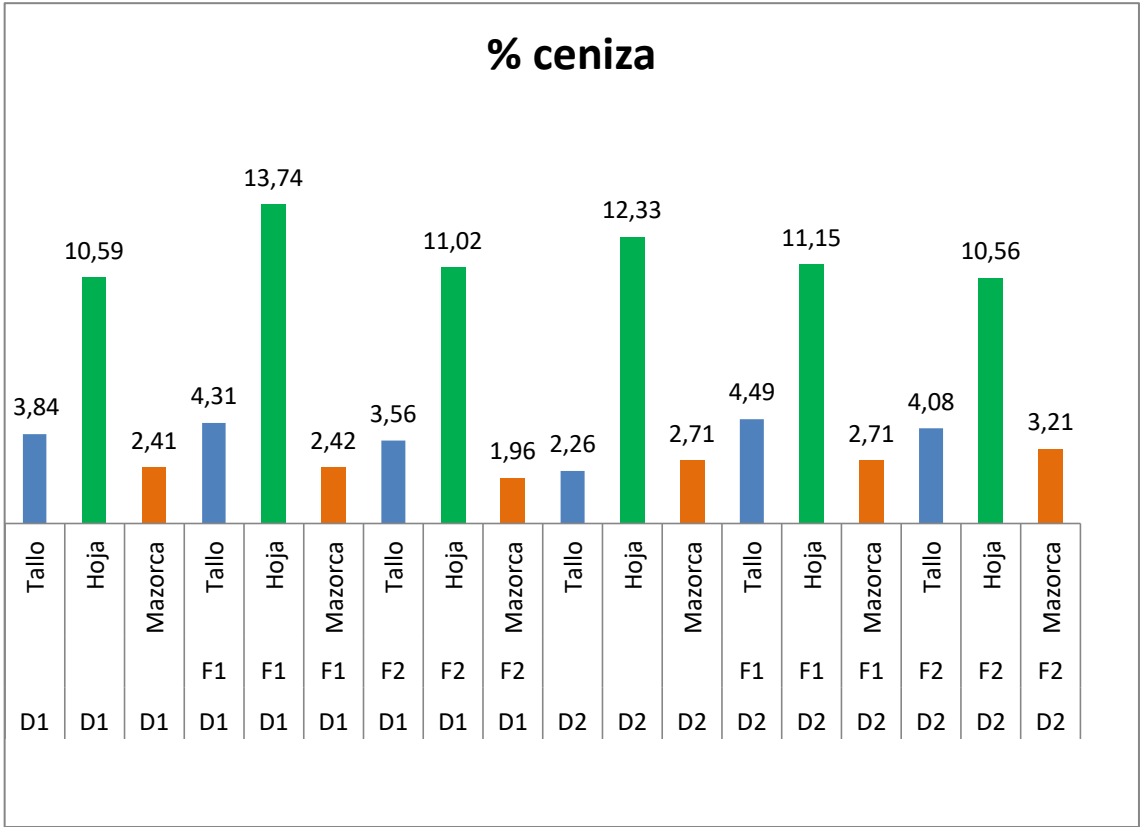


Figura 3. Análisis del porcentaje de ceniza
Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2018).

4.2.2. Análisis del porcentaje de fibra.

En la Figura 4 se presenta la cantidad de fibra que contienen los órganos analizados (tallo, hoja, mazorca). Respecto al contenido de fibra del tallo se registró el menor valor en el tratamiento de control D2 sin fertilizante que contiene 33,04% y en el tratamiento D2-F2 que contiene 61,93% de fibra es el porcentaje más alto, lo que demuestran que la dosis de fertilizante orgánico (compost) influye favorablemente en el porcentaje de fibra acumulado en el tallo que es aproximadamente el doble del resto de tratamientos. La combinación de una distancia de 30 cm con el fertilizante compost favorece una mejor absorción de nutrientes liberados progresivamente por la materia orgánica del compost, destacando que el porcentaje de fibra está asociado con el contenido de carbohidratos estructurales que se traslocan de las hojas al tallo posterior a la fotosíntesis y es por esta razón analizado que reporta lo porcentaje de fibra más altos. Mientras que el tratamiento D2-F1 con fertilizante químico solo presenta un 27,89% de fibra, esto indica que la eficiencia del fertilizante químico es menor posiblemente asociado a la pérdida de elementos por lixiviación debido a la alta precipitación en condiciones de la amazonia.

Las hojas con mayor porcentaje de fibra se presenta en el tratamiento D1-F1 con 34,79%, siendo el fertilizante químico fosfato diamónico el que favorece la acumulación de fibra en la hoja, en comparación con el efecto del fertilizante orgánico (compost) del tratamiento D1-F2 con 20,80% y el tratamiento de control D1 20,75%. Se observa una tendencia de que a menor distancia de siembra existe una mayor cantidad de fibra en las hojas, estos resultados difieren de Amador y Boschini (2000) los que obtuvieron resultados de un 50 % de fibra en la hoja los 50 días y más del 70% pasados los 90 días d edad del cultivo, mientras que Boschini y Elizondo (2004) reportaron contenidos de fibra entre el 27 y 35% para el maíz.

Esta diferencia del porcentaje de fibra entre los órganos hoja y tallo, no concuerda con lo demostrado por de Treviño, Hernández, y Caballero (1973) quienes constataron diferencias entre los porcentajes de fibra en las hojas y tallos; y, demostrándose que la hoja de maíz siempre presenta mayor cantidad de fibra (Amador y Boschini 2000), condición aprovechada para el empleo de estos dos órganos (tallos y hojas) como complemento nutricional en la alimentación animal al proveer fibra y ceniza respectivamente.

El porcentaje más alto de fibra en la mazorca es en el tratamiento D1-F1 con 16,56%, mientras que el tratamiento D2-F2 con 13,14% es el más bajo reflejándose que la distancia de 20 cm y fertilizante compost favorecen el aumento de fibra en la mazorca completa; mientras que Amador y Boschini (2000) obtienen un porcentaje en fibra de 25 y 40 %.

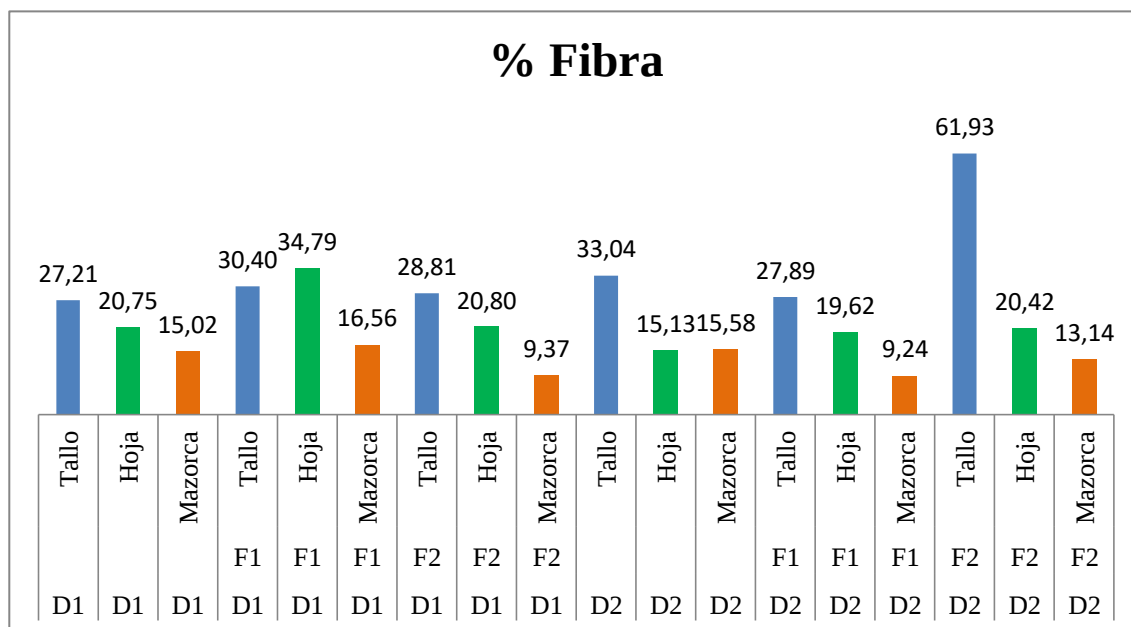


Figura 4. Análisis del porcentaje de fibra.
Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2018).

4.2.3. Análisis del porcentaje de grasa

Todas las células de las plantas, acumulan una determinada cantidad de grasa básicamente en la estructura de la membrana celular y son los leucoplastos los responsables de la síntesis y almacenamiento (Raven, Evert, Eichchorm, 1999).

En la Figura 5 el tratamiento D2-F1 contiene un porcentaje de grasa en la tallo de 3,90; seguido del tratamiento D2-F2 con 3,53% de grasa, teniendo los dos una distancia de siembra de 30 cm y distinto fertilizante. Los tratamientos D1-F1 con 1,79% de grasa y el tratamiento D2 con 1,02% de grasa son los que menos grasa produjeron, haciéndose evidente que la distancia D2 (30 cm) influye en un mejor metabolismo vegetal reflejado en el aumento de grasa en el del tallo.

El porcentaje de grasa en la mazorca más alto lo presento el tratamiento D2 sin fertilizante con 3,82% de grasa, y el porcentaje más bajo lo obtuvo el tratamiento D1 sin

fertilizante con 1,08% de grasa. Dejando a los tratamientos D1-F2 (3,07%) y D2-F2 (2,69%) entre el mayor y menor porcentaje de grasa; sin embargo, la variabilidad existente está cercana a los valores reportados por USDA, (2013) para los granos de maíz.

El contenido de grasa obtenido en la hoja, el valor más alto lo presentó el tratamiento D2 sin fertilizante (3,65%) y D2-F1 (3,40%), presentan la misma distancia de siembra. En cuanto al menor contenido de grasa lo obtuvo el tratamiento D2 (1,02%).

Lo que nos indica que con una distancia de 30 cm y fertilización química influyen favorablemente en el contenido de grasa en la hoja. Las hojas son los órganos de producción, acumulación y posterior translocación de sustancias útiles para mantener el equilibrio metabólico del vegetal por esta razón se encuentra niveles altos de grasa en este órgano de la planta

De los resultados obtenidos encontramos que en comparación con los establecidos por el INCAP (2012), los datos coinciden de acuerdo al contenido de grasa que presentaron los diferentes órganos evaluados.

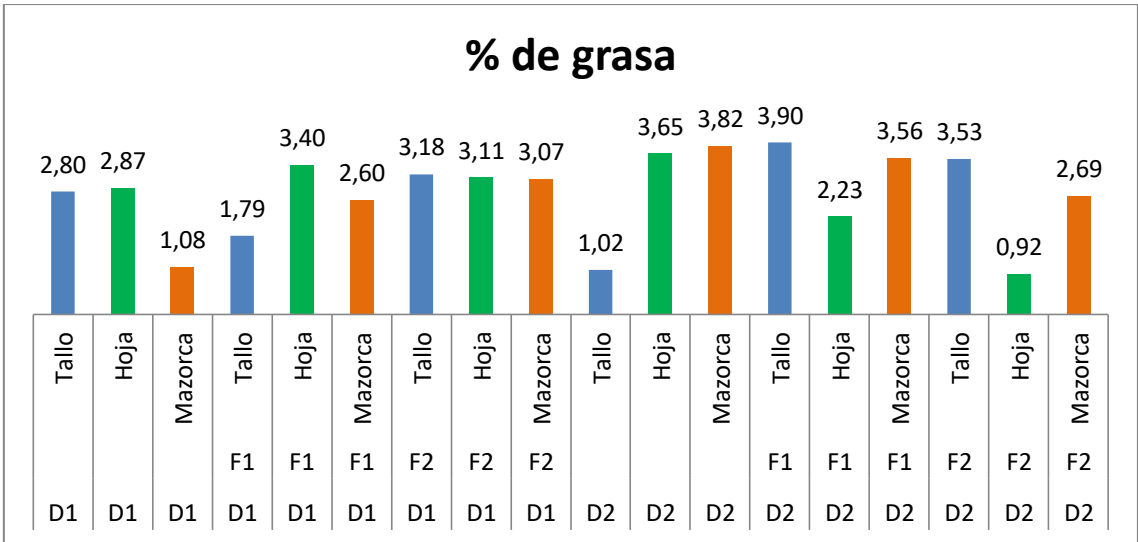


Figura 5. Análisis del porcentaje de grasa.
Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2018).

4.2.4. Análisis del porcentaje de proteína

La Figura 6 reporta que el tallo no contiene proteínas en su composición, por lo que sus resultados son cero en diferencia con Amador y Boschini (2000) el cual obtuvo contenido de proteína en el tallo debido a que realizó diferentes cortes a los 50, 80 días para su determinación. Por lo que los valores del análisis fueron de cero, esto no indica ausencia total de proteína si no presencia de trazas

En todos los tratamientos las hojas sobrepasan el 5% de proteína siendo el más bajo el tratamiento D2 sin fertilizante con 5,22 % de proteína y los tratamientos más alto en proteína fueron D2-F2 con 8,74% de proteína y el tratamiento D1-F1 con 8,69% de proteína, observándose que la distancia de 30 cm y fertilizante orgánico favorecieron una mayor acumulación de proteínas en las hojas.

El mejor tratamiento respecto a la proteína de la mazorca fue D2 sin fertilizante con un 4,33% de proteína, seguido del tratamiento D2-F2 con un 3,49% de proteína y los tratamientos más bajos son D1 con 2,60% de proteína y D1-F2 con 1,74% de proteína. Evidenciándose que la distancia D2 (30 cm) y el fertilizante orgánico que también incide favorablemente en una acumulación mayor porcentaje de proteína en la mazorca.

El contenido de proteína contrasta con los resultados reportados por Amador, y Boschini. (2000). que mencionan el contiene del tallo en un porcentaje de 18% a los 50 días este porcentaje se merma a los 80 días a 11% y se conserva en los 6,5% y 7,5% en los siguientes días; mientras que los análisis de proteína en la hoja se reportan más de 20% a los 80 días; en cuanto a la mazorca obtuvieron una proteína de menos del 19%.

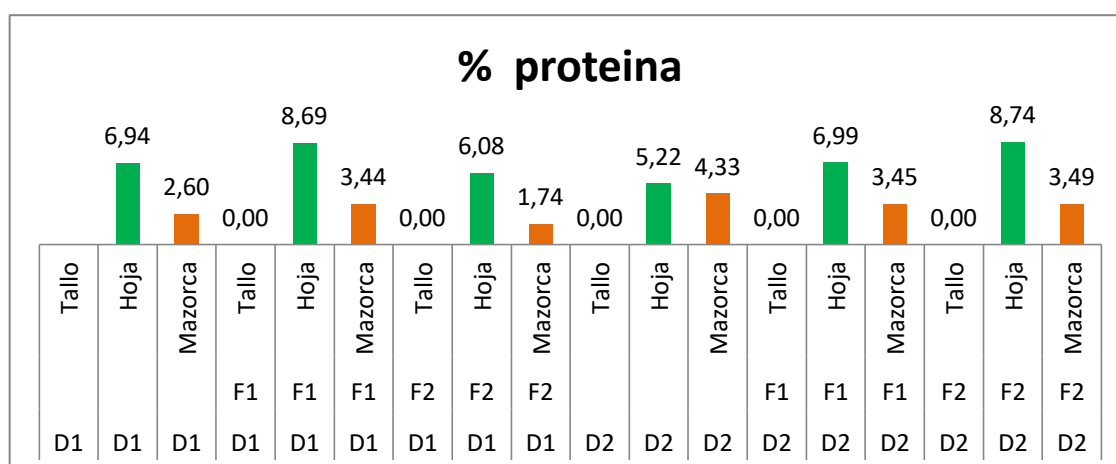


Figura 6. Análisis del porcentaje de Proteína

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2018).

4.2.5. Análisis del porcentaje de humedad

La Figura 7 muestra los resultados del Análisis para el porcentaje de humedad los cuales se mantiene entre los rangos de 14,63% y 11,54% en las mazorcas de los tratamientos D2-F2 y D1-F2 respectivamente.

La humedad del tallo fluctúa entre los tratamientos D1 sin fertilizante con un 14,54% y el tratamiento D2-F1 con un 12,10% y seguido por el tratamiento D1-F1 con un 14,38%,

La humedad de la hoja en el tratamiento D2 contiene 13,73%, y el tratamiento con menor humedad reportado fue D2-F2 con 11,66%.

Todos los resultados reportados en la tabla entre todos los órganos se mantienen entre los rangos de humedad de 14,63% como el más alto y 11,54% en el más bajo.

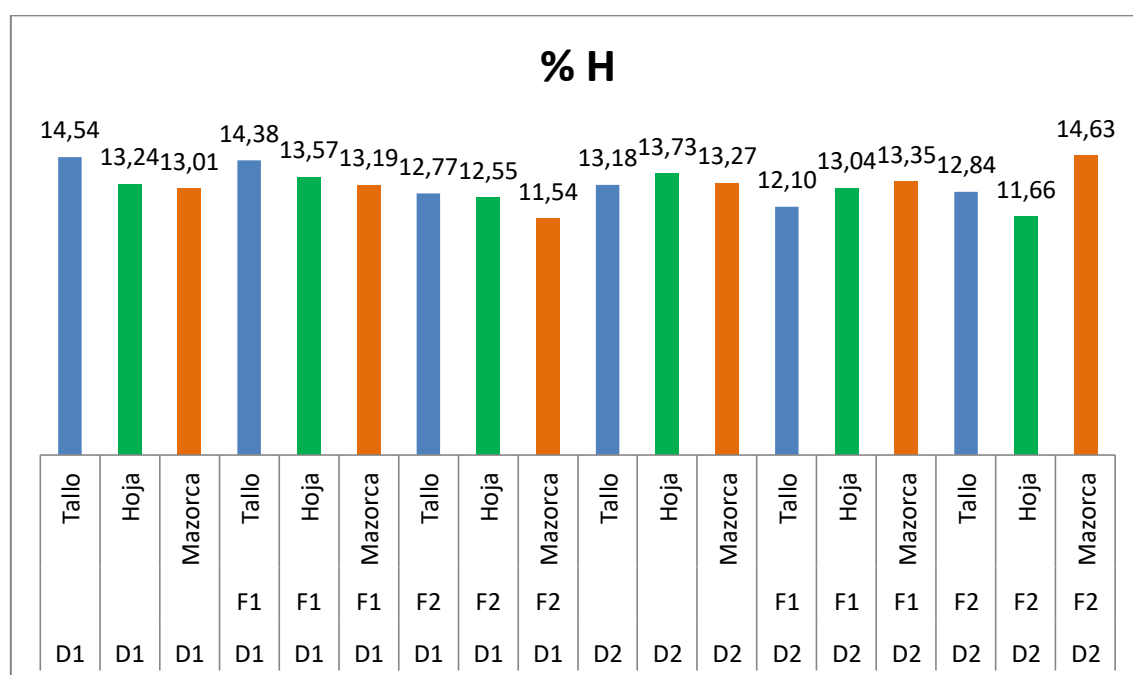


Figura 7. Análisis del porcentaje de humedad

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2018).

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El análisis de la influencia en la interacción en los tratamientos con distancia de siembra y fertilizante en la variable de número de hileras en la mazorca los mejores resultados fueron en los tratamientos con distancia de siembra de 30 cm con fertilizante compost con 13,45 hileras en promedio por mazorca y sin fertilizante con 12,90 hileras por mazorca, y en el análisis del fertilizante compost el mejor peso de 100 semillas de 27,60 g; y la longitud de la mazorca también obtuvo buenos resultados con media de 15,90 cm.
- En las variables del comportamiento de producción se comprobó que el peso de la mazorca con brácteas resultó con una media de producción con 112,50 g, esta variable está directamente relacionada con el peso de la mazorca al grano que registró 109,29 g, y el peso de la semilla útil (103,81 g) que son los tres factores que más influyen en los parámetros de rendimiento.
- La comprobación del estado de las mazorcas es una de las variable que determina la producción, ya que de ésta depende la calidad de las mazorcas; en este estudio se obtuvo un 77,4% de mazorcas en calidad de estudio de las cuales un 0,68% se presentó abierta mientras que el 65,07% se mantuvieron cerradas y un 6,85% medio abiertas, el ataque por las loras afectó el 4,79%, aunque su ataque no fue muy severo y se pudieron evaluar.
- Los análisis bromatológicos comprueban que los componentes nutricionales proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad de las muestras previamente secadas varían según el tratamiento y el órgano analizado. El contenido nutricional dando como el mejor resultado para la ceniza en el tratamiento distancia 20 cm y fertilizante químico en la hoja, la mejor respuesta en fibra la obtuvo el tallo en el tratamiento con distancia 30 cm y fertilizante orgánico. En cuanto a la grasas el tallo vuelve a tener el más alto porcentaje que lo registró el tratamiento con fertilizante químico y distancia de 30 cm. Con respecto a la proteína y la humedad de las muestras se evidencia que el fertilizante orgánico con distancia 30 cm dan los mejores porcentajes para las hojas en proteína y mazorca en humedad.

5.2 RECOMENDACIONES

Este estudio del maíz criollo variedad Tusilla se debe tomar en cuenta para el mejoramiento de la producción y componentes nutricionales de los cultivos de la región amazónica en especialmente para los productores que prefieren trabajar con variedades criollas, la conservación de germoplasma a través del tiempo y el espacio.

Continuar con los estudios sobre la influencia de distancia de siembra, fertilizante y bromatología en esta variedad y otras variedades criollas que son esenciales para la conservación genética y el desarrollo local ya que sirven para la alimentación avícola y ganadera de la gente del campo y que muchos desconocen los componentes nutricionales de los productos que obtienen de sus fincas.

CAPÍTULO VI

6 BIBLIOGRAFIA

- Acosta, R. (2009). El Cultivo Del Maíz, Su Origen Y Clasificación. El Maíz En Cuba. Cultivos Tropicales, 30 (2), 113-120.
- Alvarez, A. (2006). Maíz y Nutrición Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. ILSI, 2(1), 9. Página
- Amador, A., Boschini, C. (2000). Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. Agronomía Mesoamérica. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=43711126
- AOAC, (2019). Métodos de análisis de la asociación oficial de química analítica para determinar humedad, fibra, cenizas, grasa y proteína., Washington, U.S.A. Recuperado de: [https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official Methods of Analysis/AOAC Member/Pubs/OMA/AOAC Official Methods of Analysis.aspx](https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official%20Methods%20of%20Analysis/AOAC%20Member/Pubs/OMA/AOAC%20Official%20Methods%20of%20Analysis.aspx)
- Baca, L. (2016). La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Balasubramanian A, Siddaramappa R, Rangaswami, G. (1992). Effect of organic manuring on the activities of the enzymes hidrolising sucrose and urea and on soil aggregation. Plant and Soil 37, 319 – 328.
- Boschini, C. y Elizondo, J. (2004) Desarrollo productivo y cualitativo de maíz híbrido para ensilaje (tesis de pregrado). Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Bravo-Medina, C., Alemán-Pérez, R., Días, L., Fargas-Clua, M., y Guell-Ordis, J. (2018). El recurso suelo y su fertilidad integral. En: Alemán-Pérez, R; Bravo-Medina, C.; Fargas-Clua, M. 2018. Fertilización orgánica en cultivos de lechiga (Lactuca sativa L) y rábano (Raphanus sativu L) en la Amazonía Ecuatoriana.

- Edici3n Associaci3 Catalan d Enginyeria Sense Fronteres. Puyo, Ecuador. 96 pp.
- Cabrerizo, C (2012). El ma3z en la alimentaci3n humana. Recuperado de: www.infoagro.com
- Calle, A. (2017). Evaluaci3n de tres h3bridos de ma3z (zea mays l.) Con tres distanciamientos de siembra (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayas, Guayaquil, Ecuador.
- Chango, L. (2012). Control de gusano cogollero (spodoptera frugiperda) en el cultivo de ma3z (zea mays L.). (tesis de pregrado). Universidad t3cnica de Ambato, Tungurahua, Ambato, Ecuador
- Ch3rrez, v. (2015). Evaluaci3n de dos distancias de siembra y tres niveles de fertilizaci3n con N, P, K, en el cultivo (Zea Mays L.). (tesis de pregrado). Escuela Superior Polit3cnica De Chimborazo, himborzo, Riobamba, Ecuador.
- Cocha, M. (2016). Efecto del fertilizante org3nico ecogreen sobre el rendimiento de grano en h3bridos de ma3z, en la zona de Babahoyo. (tesis de pregrado). Universidad t3cnica de babahoyo. Los R3os, Babahoyo, Ecuador.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnolog3a. (2014). Consensus Document on the Biology of Zea Mays subsp. Mays (Maize)
- Davila, C., & Ramos, E. (2001) Modelos de Evaluaci3n de Tierras en el Cultivo del Ma3z (Zea mays), Considerando el Efecto del Cambio Clim3tico a Escala Nacional, con el Sistema Autorizado (ALES). (tesis de pregrado).Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Ebel, R., & Pozas C3rdenas, J., & Soria Miranda, F., & Cruz Gonz3lez, J. (2017). Manejo org3nico de la milpa: rendimiento de ma3z, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. Terra Latinoamericana, 35 (2), 149-160
- El Productor el peri3dico del campo. (martes 19 de diciembre del 2017). El Productor: MAG autoriza la importaci3n de ma3z amarillo duro. Guayaquil, Ecuador.: El productor. Recuperado de <http://www.elproductor.com>
- Escobar, D. (2016). Cirilo, A. G. s.f. Rendimiento del cultivo de ma3z Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Ma3z. (Tesis doctoral). Oaxaca, M3xico.
- ESPAC. (2017) Encuesta de Superficie y Producci3n Agropecuaria Continua. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2019). Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales. Recuperado el 04/07/2019 de: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- Fassio, A. Carriquiry, A. Tojo, C. Romero, R. (1998). Maíz: aspectos sobre fenología. INIA La Estanzuela.
- Galarza, M. (1974). Aumente su cosecha de maíz en la Sierra. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. (Boletín Divulgativo no. 71).
- Guacho, E. (2014). Caracterización Agro-Morfológica Del Maíz (*Zea Mays* L.) De La Localidad San José De Chazo (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014.) Caracterización Física y Química del Suelo. Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas, “Santa Catalina” Quito, Ecuador
- Jaramillo, M. (2012). Evaluación del rendimiento de tres Variedades de Maíz (*Zea maíz*), con dos distancias de siembra, en la Parroquia Zumba, Cantón Chinchipe, Provincia de Zamora Chinchipe (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Jones, L., y Handreck, K. (1967). Silka in soils, plants and animáis. Adv. Agronomy, 19.
- Kato, T. Á., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A., y Bye, R. A. (2009). Origen y Diversificación del Maíz: una Revisión Analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
- KJeldahl. J. 1883. Heuo molhodo zur besllmmung des slckstoffs en organlschan korpern. Z. Anal. Cham.
- Melgar, R.; Torres Duggan, M. (2004). Manejo de la fertilidad en maíz. Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario. INIA Tacuarembó
- Murray-Núñez, R., Bojorquez-Serrano, J., Hernández-Jiménez, A., Orozco-Benitez, M., García-Paredes, J., Gómez-Aguilar, R., Aguirre-Ortega, J. (2011). Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la Llanura Costera Norte de Nayarit, México. Revista Bio Ciencias, 1(3).

- Peña, Manuel de Jesús.(2014). Producción de Zea Mays L.: una mirada al mundo. SATHIRI: Sembrador, (S.l.), n. 7, p. 216 - 234, jul. 2018. ISSN 1390-6925. Recuperado de <http://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/364>.
- Programa de Maíz del CIMMYT. (2004). Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cuarta edición. México, D.F.: CIMMYT.
- Ramírez, A.; González, J.; Andrade, V.; Torres, V. (2016). Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 17, núm. 12, diciembre, 2016, pp. 1-17 Veterinaria Organización Málaga, España
- Ramírez, R. (2010) La Historia del maíz, en (www.riter-sa.com)
- Raven, P.H. Evert, RF; Eichhorn, S.E. (1999). Biology of Plants (6th edición). New York: W.H. Freeman. ISBN 9780716762843.
- Ripusudan, L. (2001). El Maíz En Los Trópicos: Mejoramiento Y Producción. FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s02.htm#P0_0
- Rivera, C., y Carrau, A. (2008). Manual Técnico Agropecuario. Buenos aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur
- Riofrío, N. (2018). Respuesta de dos híbridos de maíz (*zea mays* l.) cultivados con tres densidades poblacionales a la fertilización con n, p, k. (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayas, Guayaquil, Ecuador.
- Salazar, G. (2018). Evaluación de indicadores morfofisiológicos de maíz variedad tusilla, en distancias de siembra y tipos de fertilización, cipca. (tesis de pregrado). Universidad estatal amazónica, Pastaza, Pastaza, Ecuador.
- Sánchez Vargas, A., & Villamizar C., F. (2003). Acondicionamiento y empaque de hortalizas para reducción de residuos vegetales en centrales de abastos . Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 5 (1), 60-66. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>
- Tisdale, S., Nelson, W., Beaton, J. (1985). Soil fertility and fertilizers. New York, Macmillan Publishing Company. 754 p.
- Treviño, J., Hernández y Caballero, R. (1973). Estudio del valor nutritivo de las hojas y tallo del maíz híbrido de tallo azucarado E-10. Instituto de Alimentación y Productividad Animal (C.S.I.C). Madrid, España.

- Verdezoto, R. (2015). Evaluación De Abonos Orgánicos En La Producción De Maíz Tusilla (Zea Mayz) En El Recinto San Carlos, Parroquia Sevilla Cantón U.S.Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2013). Corn, white, 20314.USDA National Nutrient Database for Standard Reference Cáscales, Provincia De Sucumbíos (tesis de pregrado). Universidad Nacional De Loja, Loja, Ecuador.
- YPF Yacimientos Petrolíferos Fiscales. (2017). Resuperado de: <https://www.ypf.com/productosyservicios/Descargas/Fosfato-Diamonico.pdf>
- Yáñez, G. (2007). Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras 2007. FAO, INIAP, MAG. Quito, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo del área de experimentación

Propiedad	Profundidad cm	
	0-20	20-30
pH	5,1	5,0
MO %	8,6	6,0
NH ₄ ⁺ mg kg ⁻¹	34	30
P mg kg ⁻¹	11	4
K meq/ 100 g suelo	0,22	0,26
Ca meq/ 100 g suelo	5	4
Mg meq/ 100 g suelo	0,6	0,5
Suma de Bases	5,82	4,76
S mg kg ⁻¹	12	8
Zn	0,8	0,5
Cu	6,6	4,8
Fe	173	107
Mn	13,0	17,0
B	0,21	0,78

Fuente: INIAP (2017)

Anexo 2. Plan de fertilización

Elemento	Necesidad del cultivo Kg/ha (A)	Disponibilidad en el suelo. Kg/ha (B)	Requerimiento de aplicación. A-B	% Perdida C	Total a aplicar (A-B)+C	Requerimiento en forma de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O Kg/Ha
N	170	41	129	38,7	167,7	168
P	30	11	19	1,9	20,9	47,86
K	60	103	-43			
Ca	23	1200	-1777			
Mg	25	72	-47			
S	18	14	4	0,4	4,4	5

**Cuando la diferencia es – significa que no es necesaria la aplicación del elemento.*

**El % Perdida para el N es de 30 % y para el resto es de 10 %.*

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA (2018).

Anexo 3. Análisis de Compost-Procedencia CIPCA.

Código	Identificación de Campo	Parámetro de Análisis.	Método	U.	Resultados	Especificación	Criterio de Aceptación
F152353	COMPOST	NT	kjedahl	%	3,15	3,9	Cumple
		P2O5	AA (llamas)	%	1,95	2	Cumple
		K2O	AA (llamas)	%	1,25	1,5	Cumple
		Carbono. O	kjedahl	g/l	2,5	330,7	Cumple
		Mg.	AA (llamas)	mg/100g	279,15	350	Cumple
		Ca	AA (llamas)	mg/100g	710,33	900	Cumple

Fuente: AGROCALIDAD (2017).

Anexo 4. Determinación de Ceniza

Fundamento

Cuando los alimentos se calientan a temperaturas de 500-600 °C, al agua y otros constituyentes volátiles se eliminan como vapores y los constituyentes orgánicos se queman en presencia del oxígeno del aire a dióxido de carbono (CO₂) y óxidos de nitrógeno que se eliminan junto con el hidrógeno y el agua. El azufre y el fósforo presente se convierte a sus óxidos y si no hay suficientes elementos alcalinotérreos, se pueden perder por volatilización.

Los constituyentes minerales permanecen en el residuo como óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos y cloruros, dependiendo de las condiciones de incineración y la composición del producto incinerado. Este residuo inorgánico es el que constituye la ceniza.

INTRUMENTAL

1. Mufla con regulador de temperatura ajustada a 600 °C.
2. Estufa con regulador de temperatura.
3. Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.
4. Hornilla eléctrica
5. Desecador
6. Pinzas, espátulas y crisoles de porcelana de fondo planos.

PROCEDIMIENTO

1. Pesado el crisol y anotado su peso.
2. Sobre el mismo pesar 2g de muestra molida
3. Transferir a una hornilla para quemar la muestra hasta carbonización
4. Colocar el crisol en la mufla e incinerar a 600 °C durante 2 horas.
5. Colocar en el desecador para que se enfríe las muestras
6. Pesar
7. Realizar los cálculos

FÓRMULA

$$\% C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100$$

DONDE:

C= Contenido de ceniza en % de masa

m= Peso del crisol vacío, en gr.

m₁= Peso del crisol + muestra en gr.

m₂= Peso del crisol con la ceniza en gr.

NOTA: El objeto de carbonizar la muestra antes de colocar a la mufla es agilizar el proceso de calcinización evitando con ello la formación de olores desagradables y de humo dentro de la mufla.

ERROR:

La diferencia de los resultados de este análisis efectuado por duplicado no debe exceder a 0,3%

Anexo 5. Determinación de Fibra

MÉTODO DE WEENDE

OBJETIVO

Esta técnica establece el método para determinar el contenido de fibra cruda en todo tipo de alimentos.

FUNDAMENTO

Se entiende por fibra cruda el residuo lavado, secado y pesado que queda luego de la digestión de la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluido sucesivamente.

Este tratamiento proporciona una fibra cruda que consiste en celulosa, lignina, hemicelulosa y otros contenidos en la muestra original.

REACTIVOS

1. Solución 0,255 N de ácido sulfúrico
2. Solución 0,313 N de hidróxido de sodio
3. Alcohol potable
4. Agua destilada
5. Antiespumante (OCTYL alcohol)

INSTRUMENTAL

1. Crisol de porcelana pequeño
2. Vaso de precipitación de 500 ml
3. Desecador
4. Mufla ajustada a 600 °C
5. Balanza analítica sensible de 0,1 mg.
6. Estufa ajustada a 105 °C
7. Espátula de acero inoxidable
8. Pinza de crisoles
9. Franela blanca

PROCEDIMIENTO

1. Pesar 1 gr de muestra previamente desengrasada
2. Colocar en el vaso de precipitación
3. Acondicionar 100 ml de ácido sulfúrico 0,255N
4. Hervir durante 30 minutos (contados a partir desde el momento que empieza la ebullición)
5. Filtrar en caliente
6. Lavar con agua destilada hasta que todo el ácido se halla eliminado
7. Colocar el residuo en el mismo vaso de precipitación
8. Acondicionar 100 ml de hidróxido de sodio 0,313 N
9. Repetir los pasos 4,5 y 6.
10. Después del último lavado, enjuague 3 veces el residuo con 10 ml de alcohol potable
11. Colocar el residuo en un crisol y meter a la estufa hasta sequedad
12. Colocar en desecador y pesar
13. Colocar en la mufla durante 30 minutos
14. Repetir pasos 12
15. Realizar cálculos

FÓRMULA

$$F = \frac{m_1 - m_2}{m} * 100$$

DONDE:

F= Contenido de fibra en %

m₁= Peso del crisol + muestra (estufa)

m₂= Peso del crisol + muestra (mufla)

m= Peso de muestra desengrasada

NOTA:

La fibra bruta se pierde en la incineración del residuo seco obtenido tras la digestión, ácido-alcalina bajo condiciones específicas.

En el paso 6. Se conforma que se ha realizado un buen lavado, es decir que no hay exceso de ácido en la muestra agregando 1 gota de anaranjado de metilo al 0,5% al filtrado el cual debe dar un color ligeramente rosado o incoloro, el mismo caso se aplica con el hidróxido pero utilizando fenoltaleína al 0,5 %.

ERROR:

La diferencia entre los resultados de este análisis efectuado por duplicado no debe exceder del 0,5 %.

Anexo 6. Determinación de Grasa

FUNDAMENTO

El contenido de grasa llamado también Extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda, consiste en grasas neutras y ácidos grasos libres que se transmitan por extracción del material seco y molido con éter de petróleo, éter etílico, hexano u otro solvente adecuado en un aparato de extracción continua.

El residuo obtenido no está constituido únicamente por lípidos; sino que incluye además fosfato, lecitina, esteroides, ceras, clorofilas, carotenos, pigmentos y otros en cantidades relativamente pequeñas que no llegan a constituir una diferencia significativa en los resultados.

REACTIVO

1. Éter de petróleo

INSTRUMENTAL

1. Aparato de extracción soxhlet de 6 hornillas
2. Balanza analítica sensible a 0.1 mg
3. Estufa regulada a 105 °C
4. Desecador
5. Balón de extracción de 125 ml
6. Papel filtro cualitativo libre de grasa

PROCEDIMIENTO

1. Pesar 2 g de muestra seca (libre de humedad) en papel filtro y formar un paquetito
2. Pesar el balón de extracción de cuello esmerilado
3. Colocar el paquete de muestra en la cámara central con sifón del aparato extractor labconco
4. Colocar el balón 70- 80 ml de éter de petróleo y adaptar el mismo al aparato extractor
5. Encender el equipo en escala de temperatura de 6.5
6. Mantener constante el volumen de éter y efectuar la extracción a reflujo por 2-4 horas dependiendo del contenido de grasa de la muestra.

7. Una vez terminada la extracción retirar el paquete de muestra y colocarlo en la estufa por 3-5 minutos (esta muestra sirve para determinar el contenido de fibra)
8. Destilar el solvente en el mismo equipo y colocar el balón y su contenido en la estufa a 100-110 °C por media hora
9. Enfriar en el desecador y pesar
10. Realizar cálculos

FÓRMULA

$$G = \frac{m_1 - m_2}{m} * 100$$

DONDE:

G= Contenido de grasa en %

m= Peso de muestra desengrasada

m₁= Peso del balón + grasa extraída

m₂= Peso del balón vacío

ERROR:

La diferencia entre los resultados de este análisis efectuado por duplicado no debe exceder del 0,2 %.

Anexo 7. Determinación de Proteína

FUNDAMENTO

Se basa en la digestión en húmedo de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoníaco, el cual queda en solución en forma de sulfato de amonio. El amonio digerido una vez alcalinizado con hidróxido de sodio concentrado se destila para desprender el amoníaco, el cual es atrapado y luego titulado.

REACTIVO

1. Ácido sulfúrico concentrado
2. Pastillas Kjeldahl
3. Hidróxido de sodio 45,4 %
4. Ácido bórico al 2%
5. Solución de tashiro
6. Ácido sulfúrico 0,2 N estandarizado
7. Agua destilada

INSTRUMENTAL

1. Balanza analítica sensible al 0,1 mg
2. Unidad de digestión Kjeldahl
3. Unidad de destilación Kjeldahl
4. Tubos de digestión de 250 ml
5. Fiola de 250 ml
6. Bureta de 50 ml
7. Probeta de 100 ml
8. Pipeta graduada

PROCEDIMIENTO

1. Pesar 0,200 g de muestra previamente molida en papel graso y colocar en el tubo de digestión en forma de paquete de tal forma que no sea adhiere al tubo la muestra.
2. Adicionar la pastilla Kjeldahl 1,1 g y 3 ml de ácido sulfúrico concentrado
3. Colocar los tubos en el digestor el cual debe estar a 370-400 °C, abrir la llave de extracción de gases al vacío y digerir por 2 horas.

4. Retirar los tubos del digestor, dejar enfriar evitando que se endurezca, si eso ocurre caliente los tubos en baño maría.
5. Añadir 100 ml de agua destilada y agitar suavemente
6. Dejar enfriar
7. En la Fiola de 250 ml agregue 100 ml de ácido bórico al 2% y 3 gotas de indicador de Tashiro y colocar en el aparato destilador de tal forma que el tubo de condensado quede sumergido en dicha solución
8. Añadir 100 ml de hidróxido de sodio al 10 N al tubo de digestión y colocar en el equipo destilador
9. Destilar por 15 minutos hasta que se halla recogido aproximadamente 50 ml en la Fiola
10. Titular con ácido sulfúrico 0,2 N hasta cambio de color de verde a púrpura, esto nos indica el punto final
11. Anota el consumo y realice los cálculos
9. Realice un blanco con todos los reactivos sin la muestra siguiendo el mismo método para determinación.

FÓRMULA

$$P = \frac{V * N * F * 0.014}{M} * 100$$

DONDE:

P= Contenido de proteína

V= ml de ácido sulfúrico consumido

N= Normalidad del ácido

F= Factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteína 6.5 en general y 5.7 trigo y polvillo.

m= Peso de muestra en g

NOTA: Durante la destilación se observan 2 cambios de color debido al pH:

Violeta: pH ácido (ácido bórico+ indicador de Tashiro)

Violeta a gris: pH neutro

Gris a verde: pH alcalino

En caso de escases de la pastilla Kjeldahl se usa:

(3.5 g de sulfato de sodio y potasio + 0.4 g de sulfato de cobre pentahidratado)

ERROR:

La diferencia entre los resultados de este análisis efectuado por duplicado no debe exceder del 0.7 %

Anexo 8. Determinación de Humedad

MÉTODO: ESTUFA

FUNDAMENTO

Este método consiste en la determinación de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua en el punto de ebullición o temperatura cercanas a él (100-150 °C)

INSTRUMENTAL

1. Estufa con regulador de temperatura, ajustada a 100-105 °C
2. Balanza analítica, sensible al 0.1mg
3. Desecador
4. Recipiente de aluminio con tapo de 50 a 60 ml y 20 ml de profundidad
5. Espátula, pinzas

PROCEDIMIENTO

1. Pesar 2 g muestra molida en el recipiente de aluminio previamente secado y pesado
2. Colocar el recipiente y contenido en la estufa a 100- 105 °C por 2 horas
3. Enfriar, pesar y repetir el proceso hasta peso constante
4. Realizar los cálculos

FÓRMULA

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} * 100$$

DONDE:

H= Pérdida por calentamiento en % masa

m= Masa del recipiente vacío en g

m₁= Masa del recipiente con la muestra húmeda en g

m₂= Masa del recipiente con la muestra seca (después del calentamiento en g)

ERROR:

La diferencia entre los resultados de este análisis efectuado por duplicado no debe exceder del 0.5 %

Anexo 9. Análisis del ANOVA de las variables estudiadas, según los efectos distancias de siembra y tipos de fertilización en el maíz Tusilla.

Origen	Variable dependiente	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
DS	Nº mazorcas	1	1.352	6.776	.112
	peso mazorca	1	92.297	.485	.488
	peso mazorca en grano	1	89.677	.060	.807
	Nº hileras	1	.042	.007	.933
	Nº granos por hilera	1	108.622	1.406	.239
	longitud mazorca	1	49.008	4.586	.352
	longitud mazorca al grano	1	28.660	2.609	.110
	diámetro mazorca	1	9.510	.235	.629
	diámetro al raquis o tusa	1	15.916	.772	.382
	peso del raquis o tusa	1	26.563	.421	.519
	peso de granos totales	1	64.231	.057	.813
	peso semilla útil	1	57.014	.160	.690
	peso de 100 semillas	1	37.827	1.301	.251
Fertilización	Nº mazorcas	2	.519	2.600	.081
	peso mazorca	2	38.800	.659	.521
	peso mazorca en grano	2	27.059	1.808	.171
	Nº hileras	2	25.990	4.437	.150
	Nº granos por hilera	2	55.932	.724	.488
	longitud mazorca	2	9.834	.920	.032
	longitud mazorca al grano	2	12.816	1.167	.317
	diámetro mazorca	2	28.169	.697	.501
	diámetro al raquis o tusa	2	3.526	.171	.843
	peso del raquis o tusa	2	3.562	.056	.945
	peso de granos totales	2	26.711	2.551	.107
	peso semilla útil	2	18.245	2.300	.085
	peso de 100 semillas	2	14.856	.650	.025
DS * Fertilización	Nº mazorcas	2	.095	.475	.624
	peso mazorca	2	98.159	.515	.599
	peso mazorca en grano	2	47.502	.321	.727
	Nº hileras	2	.160	.027	.015
	Nº granos por hilera	2	6.338	.082	.921
	longitud mazorca	2	7.070	.662	.519
	longitud mazorca al grano	2	.179	.016	.984
	diámetro mazorca	2	4.446	.110	.896

	diámetro al raquis o tusa	2	3.120	.151	.860
	peso del raquis o tusa	2	6.455	.736	.482
	peso de granos totales	2	41.052	.081	.922
	peso semilla útil	2	26.471	3.451	.370
	peso de 100 semillas	2	11.257	.020	.980
Error	Nº mazorcas	76	.200		
	peso mazorca	76	190.539		
	peso mazorca en grano	76	148.135		
	Nº hileras	76	5.858		
	Nº granos por hilera	76	77.269		
	longitud mazorca	76	10.687		
	longitud mazorca al grano	76	10.985		
	diámetro mazorca	76	40.393		
	diámetro al raquis o tusa	76	20.623		
	peso del raquis o tusa	76	63.130		
	peso de granos totales	76	113.602		
	peso semilla útil	76	61.083		
	peso de 100 semillas	76	59.823		

Anexo 10. Fotos del Manejo del experimento



Foto1. Revisión de mazorcas



Foto 2.Muestras para Bromatología



Foto 3. Molienda

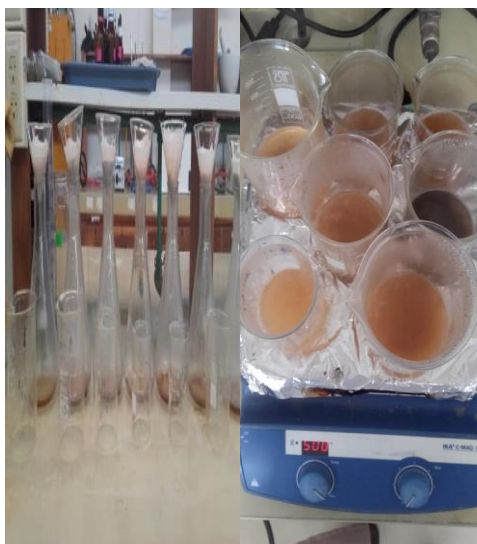


Foto 4. Determinación de Fibra



Foto 5. Determinación de Proteína



Foto 6. Determinacion de Grasa



Foto 7. Determinacion de Ceniza



Foto 8. Medición de mazorcas



Foto 9. Mazorca atacada por lora

