

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CENTRO DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA, MENCIÓN NUTRICIÓN VEGETAL

TEMA: RESPUESTA DEL MAÍZ BLANCO HARINOSO TIPO CHAZO A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE CEVALLOS, TUNGURAHUA, ECUADOR.

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado académico de
Magister en Agronomía, Mención en Nutrición Vegetal

Autora: Ing. Mireya Elvia Grefa Yumbo

Director: Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos, Mg.

Ambato - Ecuador

2021

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación, presidido por el Ingeniero, Marco Pérez Salinas PhD, e integrado por los señores Ingeniero, Giovanni Velástegui Mg. y el Ingeniero, Luciano Valle Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “RESPUESTA DEL MAÍZ BLANCO HARINOSO TIPO CHAZO A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE CEVALLOS, TUNGURAHUA, ECUADOR”, elaborado y presentado por la señora Ingeniera, Mireya Elvia Grefa Yumbo, para optar por el Grado Académico de Magister en Agronomía mención Nutrición Vegetal; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Firmado electrónicamente por:
**MARCO OSWALDO
PEREZ SALINAS**

Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas PhD.
Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
**GIOVANNY
PATRICIO
VELASTEGUI ESPIN**

Ing. Giovanni Patricio Velástegui Espín Mg.
Miembro del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
**EDGAR LUCIANO
VALLE
VELASTEGUI**

Ing. Edgar Luciano Valle Velástegui Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “RESPUESTA DEL MAÍZ BLANCO HARINOSO TIPO CHAZO A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE CEVALLOS, TUNGURAHUA, ECUADOR”, le corresponde exclusivamente a la: Ingeniera, Mireya Elvia Grefa Yumbo, Autora bajo la Dirección del Ingeniero, Jorge Enrique Dobronski Arcos Mg., director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ingeniera, Mireya Elvia Grefa Yumbo

c.c. 150071586-5

AUTOR(A)



Firmado electrónicamente por:
**JORGE ENRIQUE
DOBRONSKI ARCOS**

Ingeniero, Jorge Enrique Dobronski Arcos Mg.

c.c.170628125-8

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Mireya Elvia Grefa Yumbo

c.c. 150071586-5

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada.....	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
DEDICATORIA.....	xi
AGRADECIMIENTO	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. General.....	3
1.3.2. Específicos.....	3
CAPÍTULO II	4
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	4
2.1. Investigaciones relevantes	4
2.2. Marco Teórico	7
2.2.1. Taxonomía	7
2.2.2. Fenología.....	7
2.2.3. Maíz Chazo	8
2.2.3.1. Origen.....	8
2.2.3.2. Adaptabilidad.....	8
2.2.3.3. Características agronómicas y morfológicas	8
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos	8
2.2.4.1. Clima	8
2.2.4.2. Suelo	9
2.2.4.3. Agua	9
2.2.5. Labores culturales.....	9
2.2.5.1. Preparación del terreno.....	9

2.2.5.2. Siembra	9
2.2.5.3. Riego.....	10
2.2.5.4. Control de malezas.....	10
2.2.5.5. Aporque	10
2.2.5.6. Control fitosanitario	10
2.2.5.6.1.Plagas.....	10
2.2.5.6.2.Enfermedades	11
2.2.5.7. Fertilización	11
2.2.6. Cosecha	12
CAPÍTULO III.....	13
MARCO METODOLÓGICO	13
3.1. Ubicación	13
3.1.1. Ubicación política.....	13
3.1.2. Ubicación geográfica.....	13
3.1.3. Características Agroclimáticas	13
3.2. Equipos y materiales.....	13
3.2.1. Materiales	13
3.2.2. Equipos.....	14
3.2.3. Material experimental	14
3.3. Tipo de investigación	14
3.4. Prueba de Hipótesis - pregunta científica - idea a defender	14
3.5. Población o muestra.....	14
3.6. Métodos.....	15
3.6.1. Análisis de suelo	15
3.6.2. Preparación de terreno.....	15
3.6.3. Preparación y manejo de la semilla.....	15
3.6.4. Siembra	16
3.6.5. Fertilización	16
3.6.6. Riego.....	16
3.6.7. Deshierba	16
3.6.8. Aporque	17
3.6.9. Aplicación de plaguicida.....	17
3.6.10. Cosecha	17
3.7. Procesamiento de la información y análisis de datos.....	17
3.7.1. Factores.....	17

3.7.1.1. Factor A: Fertilización	17
3.7.1.2. Factor B: Distancia de siembra	17
3.7.2. Tratamientos	18
3.7.3. Diseño experimental y análisis estadístico	18
3.8. Variables evaluadas	19
3.8.1. Descriptores cualitativos	19
3.8.1.1. Cobertura de la mazorca.....	19
3.8.1.2. Forma de la mazorca	19
3.8.1.3. Disposición de las hileras de grano.....	20
3.8.1.4. Forma de la superficie del grano	20
3.8.2. Descriptores cuantitativos	20
3.8.2.1. Días a la emergencia	20
3.8.2.2. Días a la floración.....	21
3.8.2.3. Días a la cosecha.....	21
3.8.2.4. Altura de planta y número de hojas.....	21
3.8.2.5. Altura de inserción de la mazorca	21
3.8.2.6. Longitud y ancho de la hoja.....	21
3.8.2.7. Longitud de la mazorca	22
3.8.2.8. Diámetro de la mazorca.....	22
3.8.2.9. Peso de la mazorca	22
3.8.2.10. Número de hileras de grano	22
3.8.2.11. Número de granos por hilera	22
3.8.2.12. Peso de la tusa.....	22
3.8.2.13. Longitud o profundidad del grano	22
3.8.2.14. Ancho del grano	22
3.8.2.15. Rendimiento.....	23
CAPÍTULO IV	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Descriptores cualitativos	24
4.2. Descriptores cuantitativos en planta	25
4.2.1. Días a la emergencia	25
4.2.2. Días a la floración.....	26
4.2.3. Días a la cosecha en seco.....	26
4.3. Descriptores cuantitativos en mazorca	26
4.3.1. Longitud de la mazorca	26

4.3.2.	Diámetro de la mazorca.....	27
4.3.3.	Peso de la mazorca	28
4.3.4.	Número de hileras de grano	28
4.3.5.	Número de granos por hilera	29
4.3.6.	Peso de la tusa.....	29
4.3.7.	Longitud o profundidad del grano	29
4.3.8.	Ancho del grano	30
4.3.9.	Rendimiento.....	30
CAPÍTULO V.....		32
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS ..		32
5.1.	Conclusiones	32
5.2.	Recomendaciones	33
5.3.	Bibliografía	33
5.4.	Anexos	39

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Etapas de crecimiento	7
Tabla 2. Principales plagas del maíz en Ecuador.....	11
Tabla 3. Descripción de los tratamientos	18
Tabla 4. Esquema del ADEVA del Diseño en Parcela Dividida	18
Tabla 5. Cobertura de la mazorca	19
Tabla 6. Forma de la mazorca	19
Tabla 7. Disposición de hileras de grano.....	20
Tabla 8. Forma de la superficie del grano	20
Tabla 9. Descriptores cualitativos en porcentaje del maíz Chazo. Cevallos.....	24
Tabla 10. Desempeño de los descriptores cuantitativos en planta del maíz Chazo.	25
Tabla 11. Desempeño de los descriptores cuantitativos en la mazorca del maíz Chazo.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Longitud de la mazorca (cm). Cevallos, Ecuador, 2021.....	26
Figura 2. Diámetro de la mazorca (cm). Cevallos, Ecuador, 2021.	27
Figura 3. Peso de la mazorca (g). Cevallos, Ecuador, 2021.....	28
Figura 4. Peso de la tusa (g). Cevallos, Ecuador, 2021.	29
Figura 5. Rendimiento (kg ha⁻¹). Cevallos, Ecuador, 2021.....	30

DEDICATORIA

A la Virgen de Agua Santa, a mi esposo Lcdo. Mauricio López, Dra. Lissette López y Dr. Fernando López, a mi abuelo Agustín Grefa, a mis padres, hermanos y hermanas, sobrinos y demás familiares por su apoyo incondicional.

Al Ing. Víctor Daniel Velastegui López, quien con sus sabías palabras me impulsó para seguir preparándome académicamente.

AGRADECIMIENTO

A Dios, nuestro ser supremo, quien me dio la vida. Mi más sincera gratitud al Ing. Jorge Dobronski Mg., al Ing. Luciano Valle Mg., Ing. Marco Pérez, PhD. Al Programa de Maíz de la Estación Experimental “Santa Catalina” en la persona del Ing. José Luis Zambrano y a la empresa Ecuaquimica representado por el Ing. Darío Barona, por el apoyo brindado.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN VEGETAL

TEMA:

RESPUESTA DEL MAÍZ BLANCO HARINOSO TIPO CHAZO A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE CEVALLOS, TUNGURAHUA, ECUADOR.

AUTOR: Ing. Mireya Elvia Grefa Yumbo

DIRECTOR: Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos Mg.

FECHA: 28 de abril del 2021

RESUMEN EJECUTIVO

El maíz (*Zea mays* L.) presenta problemas de baja productividad; por factores bióticos, abióticos y de manejo agronómico, como también por la falta de capacitación a los productores de maíz en el manejo correcto de sistemas de almacenamiento en chacra (silos bolsa, silos de campaña, y celdas) y la falta de trabajos de investigación de adaptación de variedades nativas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto en rendimiento de la fertilización y distancia de siembra del maíz blanco harinoso tipo Chazo, determinando el mejor plan de fertilización. El estudio se hizo entre los meses de agosto y marzo en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador; utilizando un diseño experimental en Parcela Dividida, con tres repeticiones. La siembra se realizó de forma manual y la cosecha se hizo en grano seco. Las características cualitativas evaluadas fueron a nivel de mazorca y grano, determinando que el 100% de las mazorcas evaluadas presentaron excelente cobertura, es decir que la punta de la mazorca estuvo muy apretada; el 44% de las mazorcas recolectadas presentaron forma cónica y la disposición de las hileras del grano fue irregular con un 43%. Finalmente, en lo referente a la superficie del grano, se observó que fue redondo en 55%. Para los descriptores cuantitativos analizados: altura de planta (cm), número de hojas, altura de inserción de la mazorca, longitud de la hoja y ancho de la hoja, una vez realizado el análisis de varianza, no se detectaron diferencias estadísticas para las fuentes de variación fertilización, distancias de siembra, así como para la interacción de los dos factores en estudio. En el análisis de varianza de la

variable peso de mazorca se identificaron diferencias significativas solamente para la fuente de variación fertilización, donde la fertilización al 100% (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S) fue superior al resto de tratamientos. Mientras que el análisis de varianza para la variable rendimiento determinó que no existieron diferencias estadísticas para distancias de siembra y la interacción entre los factores; sin embargo, se identificaron diferencias significativas para la fertilización al 100%. En los análisis de varianza donde no se encontraron diferencias estadísticas, se puede afirmar que posiblemente esto se debe a las características genéticas propias de la variedad nativa de maíz Chazo, evidenciando homogeneidad en el material. Se recomienda realizar evaluaciones de rendimiento en otras zonas altitudinales de la provincia del Tungurahua con el material resultante de esta investigación, dado que dicho material presentó buena adaptabilidad a las condiciones edafo-climáticas.

Palabras Claves: *Zea mays*, Variedad Chazo, fertilización, distancias de siembra.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN VEGETAL

THEME:

RESPONSE OF FLOURY WHITE CORN TYPE CHAZO TO THE AGROCLIMATIC CONDITIONS OF CEVALLOS, TUNGURAHUA, ECUADOR.

AUTHOR: Ing. Mireya Elvia Grefa Yumbo

DIRECTED BY: Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos Mg.

DATE: April 28th, 2021

EXECUTIVE SUMMARY

Corn (*Zea mays* L.) presents problems of low productivity due to biotic, abiotic and agronomic management factors, as well as the lack of training for corn producers in the correct management of storage systems in the field (bag silos, field silos, and cells) and the lack of research on the adaptation of native varieties. The objective of this research was to evaluate the effect on yield of fertilization and planting distance of Chazo-type white floury corn, determining the best fertilization plan. The study was carried out between August and March in Cevallos canton, Tungurahua province, Ecuador, using a split plot experimental design with three replications. Planting was done manually and harvesting was done in dry grain. The qualitative characteristics evaluated were at the cob and grain level, determining that 100% of the evaluated cobs showed excellent coverage, that is, the tip of the cob was very tight; 44% of the harvested cobs were conical in shape and the arrangement of the rows of grain was irregular with 43%. Finally, with regard to the surface of the grain, it was observed that 55% was round. For the quantitative descriptors analyzed: plant height (cm), number of leaves, height of ear insertion, leaf length and leaf width, once the analysis of variance was performed, no statistical differences were detected for the sources of variation fertilization, planting distances, as well as for the interaction of the two factors under study. In the analysis of variance for the variable ear weight, significant differences were identified only for the source of variation fertilization, where 100% fertilization (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S) was superior

to the rest of the treatments. The analysis of variance for the yield variable determined that there were no statistical differences for planting distances and the interaction between factors; however, significant differences were identified for 100% fertilization. In the analysis of variance where no statistical differences were found, it can be affirmed that this is possibly due to the genetic characteristics of the native variety of Chazo corn, showing homogeneity in the material. It is recommended to carry out yield evaluations in other altitudinal zones of the Tungurahua province with the material resulting from this research, since this material showed good adaptability to soil and climatic conditions.

Keywords: *Zea mays*, Chazo variety, fertilization, sowing distances.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El maíz es un alimento reconocido a nivel mundial debido a las distintas maneras de consumirlo tanto por el ser humano, así como para los animales (Vargas, 2014). A más de los usos alimenticios el grano y el rastrojo de maíz se utilizan como materia prima para la agroindustria y la producción de etanol (Pantoja et al., 2015). Pese a la importancia del maíz en Ecuador, la producción local no cubre la demanda interna (Monteros y Salvador, 2015). En los estudios relacionados con la salud, un estudio realizado con hojas de maíz arrojó como resultado que podrían presentar propiedades anticancerígenas (Balasubramanian y Padma, 2013).

El maíz es un cereal que desde tiempos pasados ha existido, siendo uno de los cultivos importantes de Latinoamérica, es originario de México y existen aproximadamente 2000 especies, de las cuales 29 razas de maíz se han identificado en Ecuador, donde 17 razas pertenecen a maíces de la región interandina que se caracterizan por ser tipo harinoso y semiduros; las restantes corresponden a maíces del litoral y la región amazónica (Timothy, et al.1996). Cabe mencionar que el 18% de las recopilaciones de Maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) son procedentes de Ecuador, que lo ubica como el tercer país con alta diversidad de cultivos (Caballero y Yáñez, 2012).

El maíz (*Zea mays* L.) presenta problemas de baja productividad; por factores climáticos, de manejo y factores abióticos, además por la falta de capacitación a los productores de maíz en el manejo correcto de sistemas de almacenamiento en chacra (silos bolsa, silos de campaña, y celdas) y la falta de trabajos de investigación de adaptación de variedades nativas (Basantes y Barba, 2012). Según el INEC (2017), se reportó un volumen de 1500000 Mg ha⁻¹ las cuales se cosecharon en 390000 ha; la producción de maíz se concentra en el tipo amarillo duro (91%), y se complementa con maíz suave (9%). El primero tiene una productividad de 4.03 Mg ha⁻¹, y el segundo de 1.99 Mg ha⁻¹. El maíz suave se comercializa en mercados locales para el consumo en tierno (choclo) o seco (Villalta y Padilla, 2015).

En el Ecuador la producción del cultivo de maíz es debido a los agrados y costumbres de los agricultores de los diferentes lugares, siendo así que el maíz de tipo amarillo harinoso se consume en el norte de la sierra, desde la provincia del Carchi hasta Cotopaxi, pasando por Imbabura y Pichincha; el maíz de tipo blanco harinoso se cultiva en la zona centro de la sierra, en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y muy especialmente en Bolívar; y en el sur de la sierra en las provincias de Cañar y Azuay se produce el maíz denominado “Zhima” conocido como blanco amorochado (Obando y Dobronski, 2019).

El maíz es el cultivo de mayor producción en el mundo; sin embargo, presenta algunos problemas de productividad, que se atribuyen a la pérdida de la fertilidad de los suelos y se lo considera como un cultivo muy demandante de nutrientes. En nuestro país, la producción de maíz blanco o maíz suave se da principalmente en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, donde existen variedades criollas o nativas de maíz, como es el maíz Chazo que tiene su lugar de origen en la provincia de Chimborazo, que de acuerdo a estudios realizados se puede confirmar que corresponde a un solo material genético, que con el pasar de los tiempos ha venido mejorando sus características morfológicas, volviéndose más resistente a las adversidades del medio ambiente y dando excelentes tasas de producción (Guacho y Caballero, 2014).

La fertilización nitrogenada en el maíz, eleva la producción, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP ha realizado varias investigaciones y trabajos tendientes al mejoramiento genético con énfasis en el incremento de la producción, pero no se ha conseguido igualar a la producción de los demás países de América. Es preciso realizar investigaciones en nuestro país porque cada lugar tiene condiciones climáticas inestables y el Ecuador se caracteriza por tener varios nichos ecológicos, debido a las diferentes altitudes que definen su geografía.

1.2. Justificación

El maíz es el segundo cultivo más importante dentro de los cultivos transitorios (ciclo corto), en el país. Existen variedades específicas de maíz blanco que no han sido estudiadas de forma agronómica y morfológica, para que el agricultor pueda alcanzar técnicas eficientes de producción, de la misma manera poder instaurar períodos de

siembra del cultivo para la estabilidad de las generaciones venideras, garantizando la seguridad alimentaria.

El maíz blanco harinoso tipo Chazo se ha hecho notorio en los agricultores de ciertas provincias del centro del país, por eso su semilla es muy apreciada y se puede verificar por los comentarios positivos de su fácil adaptación en diferentes zonas, por esta razón se identificó la necesidad de realizar investigaciones de adaptabilidad del maíz blanco harinoso tipo Chazo, acompañada de una descripción agronómica con la finalidad de generar información, sobre producción y rendimiento, que permita a los agricultores alcanzar mayores ingresos.

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto en rendimiento de la fertilización y densidad de siembra del maíz harinoso tipo Chazo en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Con ello se pretende confirmar si en realidad es una semilla que se adapta a otros lugares, y observar si los resultados son similares a su lugar de origen. De esta manera se desarrollará nueva información de los maíces. En este caso probamos tres dosis de fertilización y dos distancias de siembra.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Evaluar el efecto en rendimiento de la fertilización y distancia de siembra del maíz harinoso tipo Chazo en Cevallos, Tungurahua, Ecuador.

1.3.2. Específicos

- Determinar el plan de fertilización óptimo para maíz Chazo.
- Identificar la mejor distancia de siembra
- Determinar los principales descriptores agronómicos del cultivo de maíz Chazo, así como establecer el rendimiento en grano seco.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1. Investigaciones relevantes

Valverde y Tapia (2015), la colección de razas de maíz a nivel nacional se encuentra reportada en el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, en la colecta realizada en el año 2011, se reconocieron 14 de las 17 razas de maíz blanco harinoso reportadas para la Sierra Ecuatoriana, con esta información se reconoce que en la zona existe un 48% de la diversidad de razas de maíz en el Ecuador.

Imbabura, es otra de las provincias donde se han caracterizado algunas de las razas de maíz reportadas en el Ecuador, considerado como un cereal nativo y cultivo básico del lugar, que se produce por sus diferentes propiedades agronómicas y culinarias (Valverde y Tapia, 2015).

De las razas de maíz que se han reconocido, a continuación, se mencionan 14 que pertenecen a la sierra ecuatoriana: Cuzco ecuatoriano, Zhima, Guagal, Blanco Blandito, Mishca, Canguíl ecuatoriano, Chillos, Huandango, Chaucho, Patillo, Kello, Morochón, Racimo de Uva y Chulpi (Tapia y Carrera, 2011).

Rodríguez y Valdiviezo (2014), la utilización de distancias de siembras inapropiadas es un limitante potencial para explotar al máximo la producción, ya que aumenta o disminuye la competencia de luz, agua y nutrientes, factores que son importantes para el desarrollo de la planta; al utilizar una densidad equivocada se tienen resultados deficientes tales como plantas pequeñas, mal formadas, granos de maíz pequeños y de menor peso.

Garcés y Yáñez (2020), se tiene que tomar en cuenta que los conceptos de densidad de siembra y densidad de plantas son diferentes, porque la cantidad de plantas que llegan a la madurez del cultivo por hectárea, se denomina densidad de plantas; mientras que la densidad de siembra es el número de semilla que se depositan, al momento de la siembra, en cada hoyo en una hectárea de terreno. Por lo tanto, no se los puede comparar ya que no todas las semillas que se colocan logran germinar, así como llegar a su madurez fisiológica.

Jiménez y Carrillo (2005) evaluaron dos híbridos y una variedad criolla de maíz (*Zea mays L.*) bajo tres distanciamientos de siembra, concluyendo que el maíz criollo sembrado a una distancia de 90 x 20 cm presentó un rendimiento de 2179 kg ha⁻¹, mientras que el híbrido Brasilia-8501 sembrado a distancia de 45 x 40 cm alcanzó un rendimiento de 5302 kg ha⁻¹, observando una diferencia de 3123 kg ha⁻¹ ante el maíz nativo. También cabe recalcar que en cuanto a la altura de planta el material criollo tuvo una altura de 2.41cm en comparación con el híbrido que obtuvo 1.74 cm; pero en cuanto al diámetro de la mazorca el diámetro de maíz criollo fue menor que el del híbrido.

El maíz blanco harinoso nativo tipo “Chazo” se cultiva en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, específicamente en la parroquia San José de Chazo, el material que se obtiene para la siembra es de la selección tradicional de semillas en cada ciclo del cultivo, los agricultores del lugar mencionan que una de las ventajas es que en la zona no existe la presencia de gorgojo del grano; la aplicación de fertilizante es compuesta, alcanzando su producción en choclo en 180 días y en 270 días en grano seco. Por lo antes mencionado, la localidad es una zona adecuada para la producción de semilla de la variedad citada, ya que se adapta a diferentes zonas de producción, y lo que se recomienda es realizar evaluaciones de los rendimientos que se pueden alcanzar (Guacho, 2013).

Obando y Dobronski (2019), señalan que en la provincia de Cotopaxi se logró caracterizar morfológicamente el material nativo de maíz blanco tipo Chazo, con buenos resultados ya que el material presentó un buen grosor y peso de la mazorca, características que son apreciadas en el mercado para la comercialización y consumo, especialmente en la cosecha en tierno (choclo). De la misma manera, concluyen que el material nativo de maíz tipo Chazo cumple con las características para los procesos de mejoramiento genético.

El manejo nutricional en el cultivo de maíz, es uno de los pilares fundamentales para obtener resultados positivos en cuanto a productividad y rendimiento; sin embargo, para la fertilización es esencial que se realice un análisis de suelo antes de la siembra para definir un proceso de planificación y programación de la producción, siendo la fertilización a base de nitrógeno, fósforo y azufre la más importante, debido a sus

evidentes efectos sobre el rendimiento, para lo cual se deberá definir un plan de fertilización (Izquierdo y Bonifaz, 2012).

La literatura indica que para producir maíz blanco en Latacunga se recomienda aplicar 60 kg N ha^{-1} , con la cual se obtiene un rendimiento de 10.7 Mg ha^{-1} (Villalta y Padilla, 2015). Para la provincia de Bolívar se necesitan 80 kg N ha^{-1} , para obtener una producción de hasta 4.3 Mg ha^{-1} (INIAP, 2011). Según Basantes y Barba (2012), para una buena producción de maíz es necesario aplicar 120 kg N ha^{-1} . Para la sierra sur el INIAP (2011), recomienda aplicar 112 kg N ha^{-1} logrando una productividad de 7.7 Mg ha^{-1} . En Ecuador la problemática es aún mayor por tres razones principales: las variaciones agroclimáticas que crean diferentes condiciones para el establecimiento de cultivo, el uso de múltiples variedades, y el mal manejo de los sistemas de riego y la aplicación de fertilizante (Jaramillo, 2017).

Yáñez, *et al.* (2005), mencionan que antes de la siembra es preciso realizar un análisis químico del suelo y seguir las recomendaciones que se proponen, pero si la producción tiene como objetivo tener grano seco se pueden emplear: 80 kg ha^{-1} de N y 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; en suelos de productividad media, se recomienda utilizar dos sacos de 18-46-0 más tres sacos de urea, o asimismo se pueden destinar tres sacos de 10-30-10 más tres sacos de urea. El abono combinado se deberá aplicar al momento de la siembra a chorro continuo, al fondo del surco, fraccionando el nitrógeno: 50% en la siembra y el sobrante 45 días después, su aplicación será en chorro continuo a 10 cm de las plantas e incorporando en el aporque, si la cosecha es en choclo se sugiere aumentar 1 saco de urea por hectárea.

Una de las problemáticas para la producción de maíz, es la variación agroclimática que tenemos en la serranía ecuatoriana, esto produce dificultades al momento de establecer el cultivo, por eso es necesario hacer en estudio específico de adaptabilidad de ciertas variedades de maíz, en este caso se dice que el maíz Chazo se adapta a diferentes zonas, obteniendo altos rendimientos. Por este motivo, se propuso realizar un estudio en el caserío Andignato del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, en donde se evaluó la adaptabilidad y el rendimiento del maíz Chazo para generar información que permita a los agricultores de la zona obtener excelentes cosechas.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Taxonomía

El maíz es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia gramíneas (*Poaceae*), tribu maideas, comprende tres géneros: *Zea*, *Tripsacum* y *Ecuhaena* (Deras, s.f.). El género *Zea* además del maíz común (*Zea mays*), tiene cuatro especies conocidas como *Teosintesis*; *Z. mexicana*, *Z. luxurians*, *Z. diploperennis* y *Z. perennis* (INTA, 2010).

2.2.2. Fenología

El desarrollo del maíz se agrupa en dos categorías: vegetativa (V), y reproductiva (R). Estos a su vez se agrupan en cuatro periodos (Tabla 1); crecimiento de plántulas, crecimiento vegetativo, floración fecundación, y llenado de grano/madurez (Quiroz y Merchán, 2016).

Tabla 1. Etapas de crecimiento

Etapa	Características
VE	Emergencia del cultivo.
V1	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	Es visible el cuello de la segunda hoja.
VN	Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta, generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido de cuatro a cinco hojas.
VT	Es visible la última rama de la panícula.
R0	Floración masculina, el polen comienza a arrojar.
R1	Son visibles los estigmas.
R2	Etapa ampolla. Los granos se llenan de un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso y blanco.
R4	Etapa pastosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene la mitad de ancho del grano.
R5	Etapa dentada o duro. La parte superior se llena con almidón sólido, el grano adquiere la forma dentada.
R6	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es por lo general alrededor de 35%.

Oña y Gutiérrez (2016).

2.2.3. Maíz Chazo

2.2.3.1. Origen

El maíz chazo es material nativo, de color blanco y harinoso, originario de la provincia de Chimborazo, cantón Guano, esencialmente de la parroquia San José de Chazo, los agricultores de la zona cultivan a una distancia de 1.00 a 1.2 m entre hilera y 1.00 m entre planta, colocando 2, 3 o 4 semillas por lugar, la fertilización que aplican es una mezcla entre orgánica y química, produciendo a los 180 días maíz en choclo y a los 270 días como grano seco, las semillas se obtienen en cada ciclo del cultivo por selección tradicional (Guacho y Caballero, 2014).

2.2.3.2. Adaptabilidad

Las encuestas realizadas a los agricultores de la zona, el maíz Chazo se adapta a las características de la sierra ecuatoriana (Guacho y Caballero, 2014).

2.2.3.3. Características agronómicas y morfológicas

El maíz blanco harinoso tipo Chazo, emerge a los 15 días, el tiempo de cosecha es 193 días en tierno y como grano seco es 256 días. La floración masculina sucede a los 119 días, mientras que la flor femenina se da a los 127 días después de la plantación del cultivo. El tallo es de color café, la altura llega a 214 cm, la mazorca se sitúa a 90.2 cm del suelo. La mayoría de las mazorcas tienen forma cónica, pero en pocas ocasiones son cilíndrica-cónica, la mayor parte de la disposición de las hileras de grano es regular, con tusa de color blanco. El largo de la mazorca es de 13 cm, con un ancho de 6 cm y pesa 202.8 g. Los granos son blancos y de textura harinosa, la mayoría de los granos tienen superficie redonda, las medidas del grano son 1.6 cm de largo, 1.3 cm de ancho y 6.3 mm de grosor. Tiene un rendimiento de 4.8 Mg ha⁻¹, mayor a la variedad INIAP 102 (1.9 Mg ha⁻¹) (Guacho y Caballero, 2014).

2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos

2.2.4.1. Clima

La semilla para su germinación y desarrollo requiere una temperatura de 15 °C, que se debe complementar con luz solar en el ciclo de cultivo. Hay especies que se pueden cultivar desde el nivel del mar a altitudes superiores a 3.000 m.s.n.m. El ciclo del

cultivo del maíz es de 120 días al nivel del mar y de 300 días a 2.600 m.s.n.m (Ospina, 2015) y (Yáñez, et al. 2013).

2.2.4.2. Suelo

Se adapta a una extensa diversidad de suelos, pero es recomendable que presenten las siguientes características: profundos, fértiles, de textura francos, con alto contenido de materia orgánica, libre de inundaciones y con un pH 5.5 a 6.5 (INTA, 2010; Ospina, 2015).

2.2.4.3. Agua

Necesita de agua durante el ciclo del cultivo, especialmente al inicio para que el suelo tenga suficiente humedad y pueda germinar con facilidad, cuando las plantas comienzan a nacer y en su desarrollo requiere menos cantidad de agua, con una humedad constante, después de la floración se debe reducir la cantidad de agua para el engrosamiento y maduración de la mazorca (Reyes, 1985).

2.2.5. Labores culturales

2.2.5.1. Preparación del terreno

La labranza mínima es recomendable para terrenos con inclinación, si existen malezas se recomienda un pase de una desbrozadora posterior la aplicación de un herbicida, luego se puede realizar un paso con arado, dos o tres pasos de rastra, y se finaliza con el surcado (Deras, s.f.).

2.2.5.2. Siembra

Para realizar la siembra es preciso que las semillas cuenten con un alto poder germinativo, desarrollo vigoroso y libre de enfermedades. La siembra puede variar dependiendo la zona de cultivo, que puede ser de septiembre hasta mediados de enero, se requieren 30 kg ha⁻¹, se colocan dos semillas por sitio con una distancia de 0.80 m entre surcos y a 0.50 entre hileras (Yáñez *et al.*, 2013).

Izquierdo y Bonifaz (2012), mencionan que el maíz es recomendable sembrar después de la cosecha de una leguminosa, papa o de un potrero en asociación, ya que estos cultivos fijan nitrógeno al suelo que serán aprovechados por el cultivo de maíz.

2.2.5.3. Riego

El maíz presenta una evapotranspiración de 500 a 550 mm por ciclo. En la etapa inicial el maíz requiere 2 mm d⁻¹, para pre-maduración 6.5 mm d⁻¹, y en la fase final requiere 3 mm d⁻¹ (INTA, 2010). La germinación se ve afectada por un déficit hídrico. El suministro de agua en etapas de floración determina la productividad de maíz; la falta de agua en esta etapa puede provocar pérdidas de 22 a 50% (Ospina, 2015).

2.2.5.4. Control de malezas

Esta práctica se debe realizar antes de que las malezas sobrepasen la altura del cultivo. Las malezas provocan un aspecto negativo que ocasiona una baja productividad del maíz (Quiroz y Merchán, 2016). Los primeros 30 días en maíz son críticos, debido a esto debe estar libre de malezas (Deras, s.f.). Se deben identificar los tipos de malezas para seleccionar el método adecuado para su control (INTA, 2010).

2.2.5.5. Aporque

El aporque presenta beneficios al cultivo de maíz: control de malezas, aumento en la productividad; se recomienda realizarlo una vez a los 25 o 35 días, o en dos ocasiones 15 y 35 días, según lo requiera el cultivo (Noguera *et al.*, 2004). Para Ospina (2015), el maíz no requiere que se realice la labor de aporque, debido a que los nuevos híbridos son resistentes al volcamiento por viento, sobre todo cuando se utilizan las densidades recomendadas.

2.2.5.6. Control fitosanitario

2.2.5.6.1. Plagas

La producción de maíz se ve afectada por una amplia gama de insectos que logran ocasionar grandes pérdidas en la productividad, una oportuna y efectiva aplicación de productos para el control permiten mermar los daños que pueden ocasionar los insectos (INTA, 2010). En la Tabla 2 se presentan las principales plagas de interés económico en la producción de maíz en Ecuador (Quiroz y Merchán, 2016).

Tabla 2. Principales plagas del maíz en Ecuador

Nombre común	Nombre científico	Control
Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp.</i>	Thiodicarb, clorpirifos
Gusano soldado o ejército	<i>Mocis latipes</i>	Endosulfán, acefato
Chicharitas	<i>Dalbulus maydis, Dalbulus spp.</i>	Imidacloprid, lamda-cyhalotrina
Gusano trozador	<i>Agrotis ipsilon, Agrotis spp.</i>	Thiodicarb, cipermetrina
Gusano cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Profenofos, carbaryl

2.2.5.6.2. Enfermedades

Las enfermedades en maíz no representan un alto impacto sobre la productividad a excepción de la macha de asfalto (*Phyllachora maydis* y *Monographella maydis*). El cambio climático ha contribuido para que las enfermedades tomen importancia económica en el cultivo de maíz (Deras, s.f.). Las principales enfermedades que afectan al maíz son: roya (*Puccinia sorghi*), tizón (*Helminthosporium turcicum*), mancha foliar (*Curvularia lunata*), carbón común (*Ustilago maydis*), cenicilla (*mildiú*) que pueden estar presentes varios géneros *Peronosclerospora*, *Sclerospora* y *Sclerophthora* (Ospina, 2015).

2.2.5.7. Fertilización

La aplicación de fertilizantes debe estar bajo criterios racionales para disminuir el impacto económico y medio ambiental (Ospina, 2015). Para una adecuada y correcta fertilización es necesario partir de un análisis de suelo antes de la siembra (Deras, s.f.). Se recomienda aplicar fertilizantes a base de fósforo y potasio al momento de la siembra en el fondo del surco, después se efectúa la fertilización nitrogenada dividida en dos aplicaciones (INTA, 2010). Para alcanzar una productividad de 6 Mg ha⁻¹ es necesario tener niveles de nitrógeno 132 kg ha⁻¹, fósforo 24 kg ha⁻¹ y potasio 114 kg ha⁻¹ (García y Correndo, 2016). Basantes y Barba (2012), recomiendan aplicar 120 kg ha⁻¹ de N, fraccionado en 2 partes: 1/3 siembra, 2/3 a los 40 - 45 días; además, recomiendan complementar la fertilización con aplicaciones foliares.

2.2.6. Cosecha

La cosecha se puede realizar en tierno en estado de choclo, cuando el grano está en estado lechoso y en seco se recomienda realizar cuando el maíz alcance la madurez fisiológica, el indicador principal es la presencia de la capa negra del grano en el punto de inserción del grano con la tusa; es en este momento que la calidad del grano está en su punto máximo, de aquí en adelante tiende a disminuir a una tasa que depende de la forma en que sea manejado. Luego se debe proceder con el secado hasta alcanzar una humedad de 14% (Deras, s.f.).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación política

Provincia: Tungurahua

Cantón: Cevallos

Caserío: Andignato

Barrio: El Cristal

3.1.2. Ubicación geográfica

Latitud: 01° 21' 03.5" Sur

Longitud: 78° 35' 34.0" Oeste

3.1.3. Características Agroclimáticas

Altitud: 2831 m.s.n.m.

Región: Sierra

Clima: Templado frío semiseco

Temperatura media: 14.5°C

Precipitación anual: 632 mm (Manobanda y Vásquez, 2017)

Zona ecológica: Estepa - espinoso Montano Bajo (ee-MB), en transición con bosque seco - montano bajo (Cortez y López, 2018).

3.2. Equipos y materiales

3.2.1. Materiales

- Fertilizantes foliares
- Productos sanitarios

- Tanque de agua
- Azadones
- Lonas

3.2.2. Equipos

- Bomba de fumigar
- Balanza
- Calibrador pie de rey
- Cinta métrica

3.2.3. Material experimental

- Semilla de maíz Chazo (maíz blanco harinoso)
- Fertilizante químico (11-13-17; 24-0-13+12)

3.3. Tipo de investigación

La investigación que se realizó fue experimental, cualitativa y cuantitativa, ya que en el experimento se utilizó el cultivo de maíz, donde se realizaron observaciones y se registraron datos del mejor tratamiento con la aplicación de fertilizantes y distancia de siembra, en respuesta a las condiciones agroclimáticas.

3.4. Prueba de Hipótesis - pregunta científica - idea a defender

Ho

La distancia de siembra y la fertilización no influyen en el rendimiento del maíz Chazo.

Ha

La distancia de siembra y la fertilización influyen en el rendimiento del maíz Chazo.

3.5. Población o muestra

La población de cada parcela estaba compuesta por 5 surcos de 6 metros de largo, con 70 plantas de las cuales se tomaron 10 plantas al azar de los surcos intermedios. El registro de datos que se realizó en cada uno de los 6 tratamientos, de un total de 18 unidades experimentales.

- Número total de parcelas: 18
- Número de surcos: 5
- Largo de los surcos: 6 m
- Ancho de los surcos: 1.00 m y 1.25 m
- Distancia entre sitio: 0.4 y 0.50 m
- Área de cada parcela: 30 m² (5 x 6 m)
- Número de plantas: 48 y 76
- Área de cada parcela neta: 20 m² (5 x 4 m)
- Número de plantas parcela neta: 32 y 50
- Área de las 18 parcelas: 540 m²
- Área de la investigación: 700 m²

3.6. Métodos

3.6.1. Análisis de suelo

Se realizó un muestreo del suelo previo al establecimiento de la investigación para conocer sus condiciones nutricionales. Para ello se recolectaron 10 sub-muestras aleatorias de toda el área experimental a 0.20 m de profundidad. Luego se mezclaron las sub-muestras para obtener una muestra homogénea, posteriormente se tomó 1 kg. de la mezcla obtenida y se envió al laboratorio, para su respectivo análisis.

3.6.2. Preparación de terreno

Previo a la siembra se realizaron labores de preparación del suelo a partir de un pase de arado de discos, dos de rastra y el surco. Para ello se utilizó un tractor y se procuró tener un lote libre de malezas. Posteriormente se marcaron las parcelas y se realizó el surcado de 1.25 m x 0.50 m y 1.00 m x 0.40 m.

3.6.3. Preparación y manejo de la semilla

Se realizó la desinfección con carboxin + thiram (250 mL para 100 L). Se utilizó semilla de maíz blanco harinoso, de la localidad de San José de Chazo. La semilla se dejó en remojo un día antes de la siembra para una mejor germinación.

3.6.4. Siembra

Para la siembra se utilizaron dos distancias de siembra de: 0.40 m x 1.00 m (25000 plantas ha⁻¹) y 0.50 m. x 1.25 (16000 plantas ha⁻¹), donde se colocaron tres semillas por sitio, tal como lo recomiendan los productores de la zona para luego ralea y dejar dos plantas por sitio. Las semillas fueron seleccionadas adecuadamente, por tanto, tenían un alto porcentaje de germinación, vigor y estaban libres de enfermedades.

3.6.5. Fertilización

Se utilizaron 3 niveles de fertilización (0%, 50% y 100%). Se fertilizó en dos etapas del cultivo (siembra y aporque). Se utilizó la siguiente fórmula de fertilización (100%): a la siembra 420 kg ha⁻¹ de 11-13-17, en el aporque (75 días) 260 kg ha⁻¹ de 24-0-13+12 de S. Para un requerimiento de 135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S, de acuerdo a las recomendaciones de Alvarado *et al.*, (2011), donde indican que la aplicación general de fertilización de acuerdo al potencial de rendimiento para un rendimiento final de 7 ha⁻¹ en un ciclo de alto rendimiento con un suelo de alta productividad es de 135 N, 30 P y 100 K; y García y Correndo (2016), que menciona que se necesitan 132 kg N, 24 kg P, 114 kg K, 18 kg Ca, 18 Mg y 24 kg S para un rendimiento de 6 ha⁻¹. La aplicación del fertilizante se realizó según los resultados del análisis de suelo (Anexo 17. – 17.1). La fertilización se realizó de forma fraccionada: 34% N, 80% P, 60% K a la siembra y al aporque se completó la formulación recomendada.

3.6.6. Riego

Se realizaron riegos por gravedad de acuerdo de los requerimientos del cultivo y a las condiciones climáticas del sector.

3.6.7. Deshierba

Después de la siembra se aplicó atrazine, herbicida pre-emergente, a dosis de 5g L⁻¹. En el desarrollo del cultivo se realizaron de forma manual y de acuerdo a la presencia de las malas hierbas.

3.6.8. Aporque

Se realizó el aporque a los 30 días, donde se aplicó la fertilización complementaria, y se realizó de acuerdo a la disposición de los tratamientos, además de un control de malezas.

3.6.9. Aplicación de plaguicida

Se realizaron dos aplicaciones de insecticidas para el manejo de plagas. Para el control de gusano trozador (*Agrotis* sp.) se aplicó profenofos (0.6 L ha^{-1}) a los 35 días, y para control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó clorpirifos (0.5 L ha^{-1}) a los 80 días. De la misma manera se aplicó un fungicida Propiconazole + Difenconazole (0.5 mL L^{-1}) para prevención y control de mancha de asfalto de maíz (*Phyllachora maydis*). La aplicación de los insecticidas y fungicida se realizó con fijador y corrector de pH (1 mL L^{-1}).

3.6.10. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual (240 d), en la madurez fisiológica del grano, cuando toda la planta estaba seca, las hojas mostraron un amarillamiento intenso y en la base del grano sea visible la capa negra (R6).

3.7. Procesamiento de la información y análisis de datos

3.7.1. Factores

En la investigación se utilizaron los siguientes factores de estudio:

3.7.1.1. Factor A: Fertilización

- F1: 0% = Sin fertilización
- F2: 50% = 67.5 kg N, 15 kg P, 50 kg K, 9 kg Ca, 9 kg Mg, 12 kg S.
- F3: 100% = 135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S.

3.7.1.2. Factor B: Distancia de siembra

- D1: Distancia 1: 0.50 m x 1.25 m ($16000 \text{ plantas ha}^{-1}$)
- D2: Distancia 2: 0.40 m x 1.00m ($25000 \text{ plantas ha}^{-1}$)

3.7.2. Tratamientos

Los tratamientos resultaron de la combinación de los factores de estudio, que se resumen en tabla 3:

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

No. Tratamiento	Simbología	Descripción
1	F1D1	Sin fertilización + distancia siembra 0,50 m x 1.25 m
2	F2D1	Fertilización 50% + distancia siembra 0,50 m x 1.25 m
3	F3D1	Fertilización 100% + distancia siembra 0,50 m x 1.25 m
4	F1D2	Sin fertilización + distancia siembra 0,40 m x 1.00 m
5	F2D2	Fertilización 50% + distancia siembra 0,40 m x 1.00 m
6	F3D2	Fertilización 100% + distancia siembra 0,40 m x 1.00 m

Fuente: (Grefa, M. 2021)

3.7.3. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado en la presente investigación fue en Parcela Dividida, con tres repeticiones, donde las parcelas principales fueron el factor de estudio Fertilización y las subparcelas el factor de estudio Distancias de Siembra. Se recurrió al Análisis de Varianza para determinar diferencias estadísticas entre las fuentes de variación y para las que resultaron significativas se aplicó la prueba de Tukey al 5% para la comparación de promedios. El esquema utilizado en el Análisis de Varianza fue el siguiente:

Tabla 4. Esquema del ADEVA del Diseño en Parcela Dividida

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Fertilización	2
Error A	4
Distancia de siembra	1
Fertilización * Distancia de siembra	2
Error B	6
Total	17

Fuente: (Grefa, M. 2021)

3.8. Variables evaluadas

Para evaluar las variables se eligió al azar diez plantas de la parcela neta. Todas las variables cualitativas se evaluaron al momento de la cosecha 240 días; mientras que seis de las quince variables cuantitativas se evaluaron mientras transcurría el desarrollo del cultivo.

3.8.1. Descriptores cualitativos

3.8.1.1. Cobertura de la mazorca

La toma de datos se registró antes de la cosecha, se utilizó la escala de 3 a 7, propuesta por CIMMYT/IBPGR (1991).

Tabla 5. Cobertura de la mazorca

Escala	Descripción [†]
3	Pobre
5	Intermedia
7	Buena

[†] Pobre: los granos de la punta están totalmente expuestos; Intermedia: la punta está floja, pero los granos no están expuestos; y Buena: la punta está muy apretada.

3.8.1.2. Forma de la mazorca

La información se recolectó al momento de la cosecha, dentro de cada parcela y se anotó la forma a la que corresponde de acuerdo a la escala propuesta por IBPGR (1991).

Tabla 6. Forma de la mazorca

Escala	Descripción
1	Cilíndrica
2	Cilíndrica - cónica
3	Cónica
4	Alargada

3.8.1.3. Disposición de las hileras de grano

Se realizó al momento de la cosecha, utilizando para la evaluación la mazorca más alta y se identificó la principal tendencia, de acuerdo a la escala de IBPGR (1991).

Tabla 7. Disposición de hileras de grano

Escala	Descripción
1	Regular
2	Irregular
3	Recta
4	Espiral

3.8.1.4. Forma de la superficie del grano

Se observó la forma predominante de los granos de la parte central de la mazorca, de acuerdo a la escala de CIMMYT/IBPGR (1991).

Tabla 8. Forma de la superficie del grano

Escala	Descripción
1	Contraído
2	Dentado
3	Plano
4	Redondo
5	Puntiagudo
6	Muy puntiagudo

3.8.2. Descriptores cuantitativos

La información recolectada se caracterizó morfológicamente, entre los descriptores propuestos, se seleccionaron los más relevantes para la investigación.

3.8.2.1. Días a la emergencia

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plántulas emergieron. Para ello se contabilizó el número de plantas emergidas de cada parcela (IBPGR, 1991).

3.8.2.2. Días a la floración

Se consideró los días hasta que cada una de las parcelas presente al menos el 50% de sus plantas con inflorescencias (estado R1); masculina, anteras abiertas y liberando polen, y femenina, emergencia de los estigmas (Ferraris *et al.*, 2009).

3.8.2.3. Días a la cosecha

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten mazorcas con granos secos, se contabilizó los días desde la siembra hasta la madurez fisiológica (IBPGR, 1991).

3.8.2.4. Altura de planta y número de hojas

Se seleccionaron diez plantas tomadas al azar de cada parcela. Para la altura se midió desde la superficie del suelo a la punta de la última hoja (hoja bandera) completamente desarrollada, y para determinar el número de hojas se contabilizaron las hojas de toda la planta desde la base hasta la última hoja completamente desarrollada. Esta medición se realizó al momento de la floración (Endicott *et al.*, 2015).

3.8.2.5. Altura de inserción de la mazorca

Se realizó la medición desde la base de la planta, hasta el nudo de inserción de la mazorca superior. Este valor se registró en centímetros, información que se recolectó quince días después de la floración, en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela (IBPGR, 1991).

3.8.2.6. Longitud y ancho de la hoja

Para determinar la longitud se midió la hoja que sobresale de la mazorca más alta, desde la lígula hasta el ápice de la hoja. Esta actividad se realizó en 10 plantas tomadas al azar y se registró el promedio en centímetros. De igual manera para determinar el ancho se midió en las mismas hojas de las plantas utilizadas para determinar la longitud, en este caso se midió en el punto medio de la hoja. Se registró el promedio en centímetros (IBPGR, 1991).

3.8.2.7. Longitud de la mazorca

Se realizó después de la cosecha, midiendo 10 mazorcas desde la base, en su inserción con el pedúnculo, hasta su ápice. (IBPGR, 1991).

3.8.2.8. Diámetro de la mazorca

Para obtener la información se midió con un calibrador, en la parte central de la mazorca. Se realizó al momento de la cosecha en 10 mazorcas seleccionadas al azar y se registró el promedio en centímetros (IBPGR, 1991)

3.8.2.9. Peso de la mazorca

La información se tomó después de la cosecha, se deshojaron las mazorcas y se pesó individualmente en una balanza analítica (IBPGR, 1991).

3.8.2.10. Número de hileras de grano

Se contabilizó el número hileras de granos de 10 mazorcas, después de la cosecha y se registró el valor promedio (IBPGR, 1991).

3.8.2.11. Número de granos por hilera

Se registró el promedio del número de granos de tres hileras por mazorca, se realizó en 10 mazorcas seleccionadas al azar (IBPGR, 1991).

3.8.2.12. Peso de la tusa

Se pesó la tusa de cada una de las muestras y se determinó el porcentaje de desgrane (IBPGR, 1991).

3.8.2.13. Longitud o profundidad del grano

Se midió la longitud de 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de una mazorca y se registró el valor promedio en centímetros (IBPGR, 1991).

3.8.2.14. Ancho del grano

Se midió el ancho de las mismas muestras de grano, revisando la profundidad o longitud del grano y se registró el valor promedio en centímetros (IBPGR, 1991).

3.8.2.15. Rendimiento

Se determinó mediante la cosecha manual del total de plantas de la parcela, deshojando las mazorcas de la parcela neta en R6 (madurez fisiológica). Se pesó el grano cosechado, determinando la productividad en Mg ha⁻¹. (Neto *et al.*, 2015).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descriptores cualitativos

Las características cualitativas evaluadas fueron a nivel de mazorca y grano, determinando que el 100% de las mazorcas evaluadas presentaron una cobertura Buena, es decir que la punta está muy apretada; la forma cónica de la mazorca presentó un promedio de 44%, llegando hasta el 67% y la forma cilíndrica - cónica un 42%; la disposición de las hileras del grano presentó un promedio de 43% como irregular y un 36% con disposición regular; y en lo referente a la superficie del grano, el promedio fue de 55% y puntiagudo un 36% (Tabla 9).

Tabla 9. Descriptores cualitativos en porcentaje del maíz chazo. Cevallos, Ecuador. 2021.

Descriptores	Tratamientos						Promedio %	
	F1D	F1D	F2D	F2D	F3D	F3D		
	1	2	1	2	1	2		
Cobertura de la mazorca	3. Pobre	0	0	0	0	0	0	0
	5. Intermedia	0	0	0	0	0	0	0
	7. Buena	100	100	100	100	100	100	100
Forma de la mazorca	1. Cilíndrica	0	30	7	3	7	14	11
	2. Cilíndrica-cónica	33	40	37	43	50	50	42
	3. Cónica	67	30	56	37	43	33	44
	4. Alargada	0	0	0	17	0	3	3
Disposición de hileras de grano	1. Regular	20	30	27	37	54	47	36
	2. Irregular	63	47	43	40	33	30	43
	3. Recto	7	3	13	3	13	3	6
	4. Espiral	10	20	17	20	0	20	15
Forma de la superficie del grano	1. Contraído	0	0	0	0	0	0	0
	2. Dentado	6	7	0	13	7	23	9
	3. Plano	0	0	0	0	0	0	0
	4. Redondo	67	60	67	33	70	33	55
	5. Puntiagudo	27	33	33	54	23	44	36
	6. Muy puntiagudo	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: (Grefa, M. 2021)

4.2. Descriptores cuantitativos en planta

Los descriptores cuantitativos analizados en planta fueron: altura de planta (cm), número de hojas, altura de inserción de la mazorca, longitud y ancho de la hoja; realizado el análisis de varianza, no se detectaron diferencias estadísticas para las fuentes de variación fertilización, distancias de siembra, así como para la interacción de los dos factores en estudio (Tabla 10). Debido posiblemente por las características genéticas propias de la variedad nativa de maíz Chazo, resultado ratificado por Reyes (1990), que menciona que los descriptores analizados son características varietales, como el resultado del número de nudos y longitud de los entrenudos, mismos que son influenciados por el tipo de suelo y el manejo agronómico del cultivo.

Tabla 10. Desempeño de los descriptores cuantitativos en planta del maíz Chazo. Cevallos, Ecuador, 2021.

Tratamientos	Descriptores cuantitativos en planta					
	Altura de planta (m)	Número de hojas	Altura de inserción mazorca (cm)	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Número de mazorcas
F1D1 ¹	199.63 ^a	12.03 ^a	91.40 ^a	73.27 ^a	9.70 ^a	1.77 ^a
F1D2	189.17 ^a	11.87 ^a	77.67 ^a	73.43 ^a	9.40 ^a	1.50 ^a
F2D1	194.90 ^a	12.00 ^a	87.90 ^a	78.27 ^a	10.05 ^a	1.77 ^a
F2D2	21.37 ^a	12.37 ^a	98.07 ^a	78.40 ^a	9.90 ^a	1.60 ^a
F2D1	202.10 ^a	12.50 ^a	94.87 ^a	70.03 ^a	10.27 ^a	1.70 ^a
F3D2	213.47 ^a	12.50 ^a	103.97 ^a	78.47 ^a	10.37 ^a	2.10 ^a
MEDIA	202.11	12.21	92.31	75.31	9.95	1.74
E.E.	10.42	0.37	10.78	2.88	0.32	0.25
p-valor	0.5241	0.7314	0.6323	0.3392	0.3456	0.6576
CV ² (%)	8.93	5.28	20.23	6.70	5.56	24.99

^a Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

¹F1D1: Tratamientos; ²CV: Coeficiente de variación.

Fuente: (Grefa, M. 2021)

4.2.1. Días a la emergencia

Se contabilizaron los días desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental germinaron, obteniéndose un promedio de 15 días.

4.2.2. Días a la floración

Se contabilizaron los días desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental presentaron inflorescencia masculina (anteras abiertas y liberando polen), obteniendo 132 días; y femenina (emergencia de los estigmas), con 144 días.

4.2.3. Días a la cosecha en seco

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el grano se encontró en madurez fisiológica, registrando un valor 240 días.

4.3. Descriptores cuantitativos en mazorca

4.3.1. Longitud de la mazorca

El análisis de varianza para la variable longitud de mazorca (Figura 1), identificó diferencias significativas para la fuente de variación Fertilización, dado que su p-valor fue de 0.05848, con un coeficiente de variación del 5.74%.

La prueba de Tukey al 5 %, identificó dos rangos de significancia donde la fertilización aplicada en un 100% (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S) se encuentra en el primer rango de significación con un promedio de 14.08 cm de longitud de mazorca.

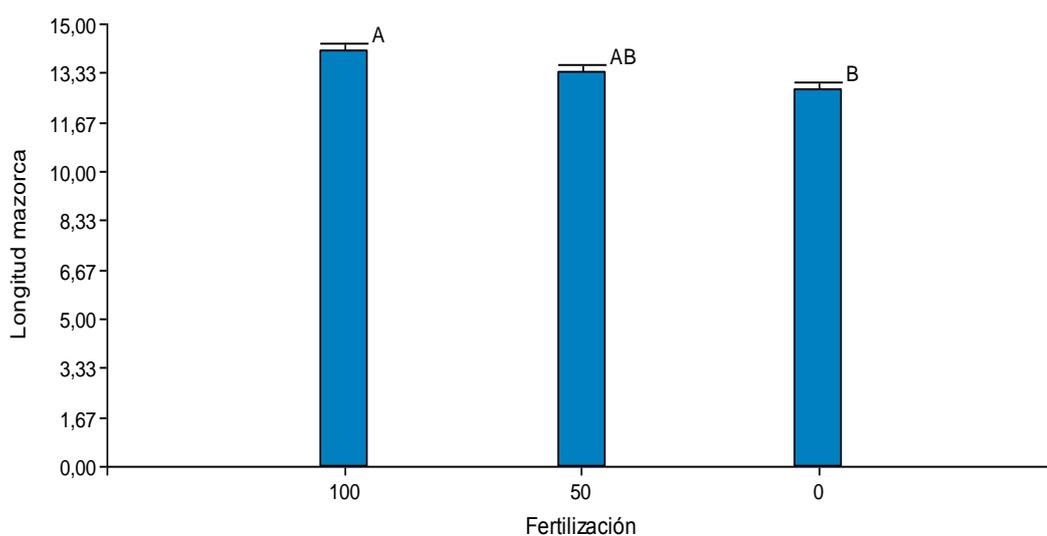


Figura 1. Longitud de la mazorca (cm). Cevallos, Ecuador, 2021.

Resultado que coincide con De La Cruz *et al.*, (2009) y Díaz (2010), quienes mencionan que el tamaño de la mazorca es proporcional al rendimiento; es decir, cuando se presenta un incremento en la longitud de la mazorca, el rendimiento también se incrementa y viceversa, además la fertilidad del suelo determina la longitud de la mazorca y llenado del grano, lo cual es ratificado por Puetate (2015) quien señala que la variabilidad de la longitud de mazorca puede deberse a la adaptabilidad y a las condiciones de climáticas y fertilidad del suelo.

4.3.2. Diámetro de la mazorca

En el análisis de varianza de la variable diámetro de la mazorca (Figura 2), se pudo identificar diferencias significativas, debido a que el p-valor fue de 0.0014, además se obtuvo un coeficiente de variación de 4.01 %.

La prueba de Tukey al 5 %, determinó dos rangos de significación estadísticas donde la fertilización con el 100% (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S) y la fertilización con el 50% (67.5 kg N, 15 kg P, 50 kg K, 9 kg Ca, 9 kg Mg, 12 kg S), con promedios de 5.35 y 5.32 cm respectivamente, se encuentran en el primer rango.

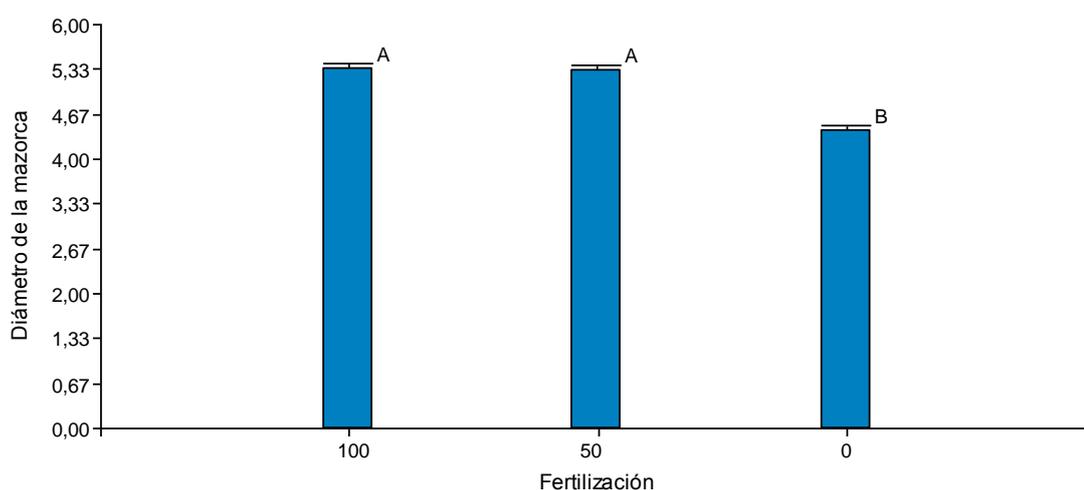


Figura 2. Diámetro de la mazorca (cm). Cevallos, Ecuador, 2021.

Según López (1997), el diámetro de la mazorca está relacionado directamente con su longitud, por lo que ambos son determinados por factores ambientales y nutricionales, resultando así que los valores máximos van a depender del mejor manejo agronómico.

4.3.3. Peso de la mazorca

En el análisis de varianza de la variable peso de mazorca (Figura 3), se identificaron diferencias significativas solamente para la fuente de variación fertilización, dado que el p-valor fue de 0.0193 y el coeficiente de variación fue de 12.38 %.

La prueba de Tukey al 5 %, identificó dos rangos de significancia donde la fertilización al 100% (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S) se obtuvo un promedio de 208.72 g siendo superior al resto de tratamientos (Figura 3).

Resultados que se ratifican por lo mencionado por Ospina *et al.*, (2011), quienes señalan que las altas temperaturas y el estrés hídrico en la etapa inicial del período de llenado de grano producen una reducción del peso del grano, agregando que el hecho de tener hojas activas fotosintéticamente hasta la etapa de secamiento del grano (stay green), que favorecen a una mayor acumulación de materia seca en la mazorca.

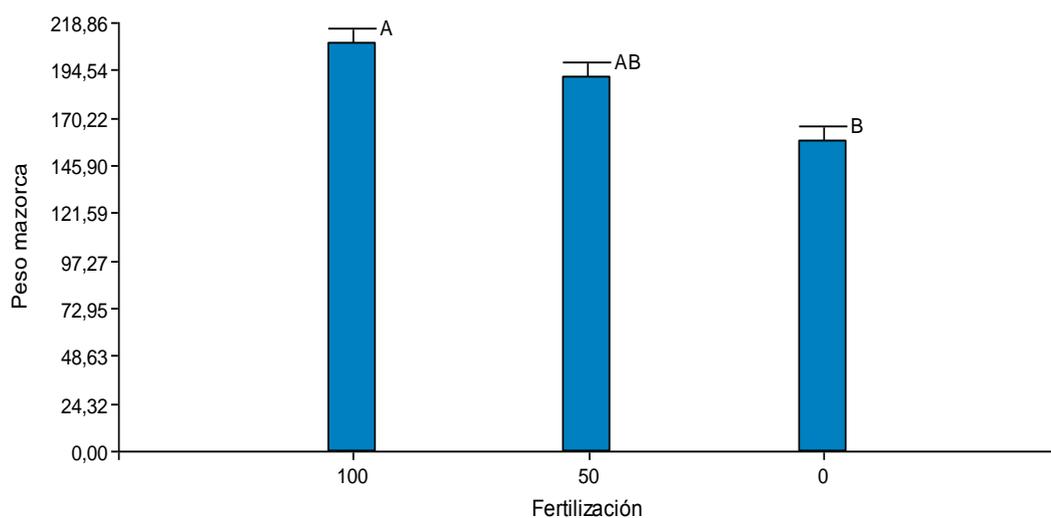


Figura 3. Peso de la mazorca (g). Cevallos, Ecuador, 2021.

4.3.4. Número de hileras de grano

Realizado el análisis de varianza para la variable número de hileras de grano (Tabla 11), se determinó que no existe diferencias significativas estadísticas para todas las fuentes de variación ya que los p-valores fueron superiores a 0.05, el coeficiente de variación es igual a 7.25 %.

4.3.5. Número de granos por hilera

El análisis de varianza para la variable número de granos por hilera (Tabla 11), se identificó la no significación para las fuentes de variación fertilización, distancias de siembra y la interacción de factores, ya que su p-valor son superiores al 0.05. El coeficiente de variación en esta variable fue del 13.02%.

4.3.6. Peso de la tusa

Realizado el análisis de varianza para la variable peso de la tusa (Figura 4), se determinó que no existieron diferencias estadísticas para distancias de siembra y la interacción entre los factores, pero si se identificaron diferencias significativas para la fertilización dado que el p-valor fue de 0.0501, el coeficiente de variación en esta variable fue del 16.49%.

La prueba de Tukey al 5%, determinó que existen dos rangos de significación donde la fertilización al 50% (67.5 kg N, 15 kg P, 50 kg K, 9 kg Ca, 9 kg Mg, 12 kg S) con un promedio de 44.03 cm se encuentra en el primer rango, superando al resto de tratamientos (Figura 4).

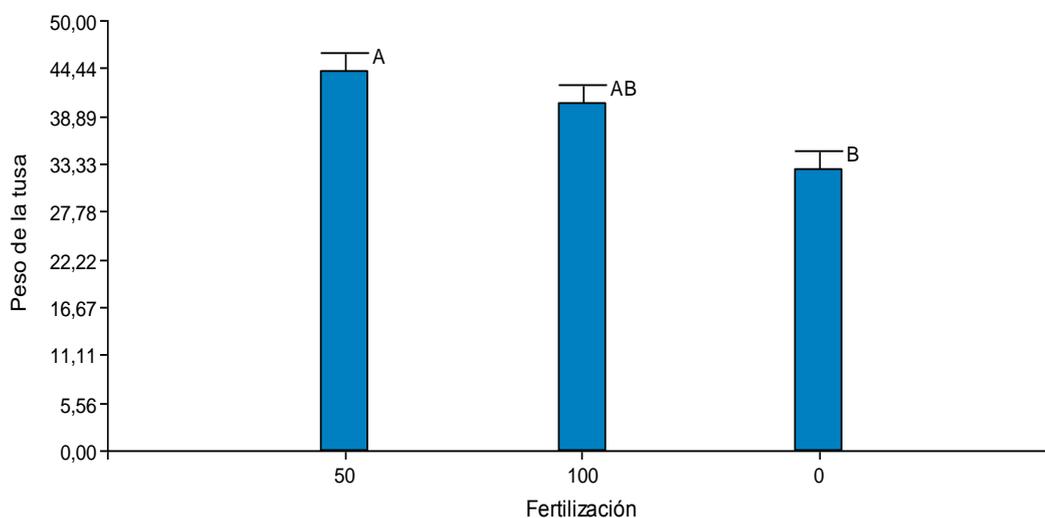


Figura 4. Peso de la tusa (g). Cevallos, Ecuador, 2021.

4.3.7. Longitud o profundidad del grano

El análisis de varianza para la variable número de granos por hilera (Tabla 11), identificó que no existen diferencias estadísticas significativas para las fuentes de variación fertilización, distancias de siembra y la interacción de factores, ya que sus p-valoros tuvieron valores superiores al 0.05 y el coeficiente de variación fue del 13.02%.

4.3.8. Ancho del grano

Realizado el análisis de varianza para esta variable (Tabla 11), no se pudieron encontrar diferencias significativas para todas las fuentes de variación (fertilización, distancias de siembra y la interacción de factores), ya que sus p-valor son superiores al 0.05. El coeficiente de variación en esta variable fue del 5.08%.

4.3.9. Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento (Figura 5), determinó que no existieron diferencias estadísticas para distancias de siembra y la interacción entre los factores; sin embargo, identificó diferencias significativas para la fertilización dado que el p-valor fue de 0.0496 y el coeficiente de variación en esta variable fue del 22.54%.

La prueba de Tukey al 5%, identificó que existen dos rangos de significación estadística, donde la fertilización al 100% (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S) con un promedio 544.92 kg ha⁻¹ se encuentra en el primer rango, superando al resto de tratamientos (Figura 5).

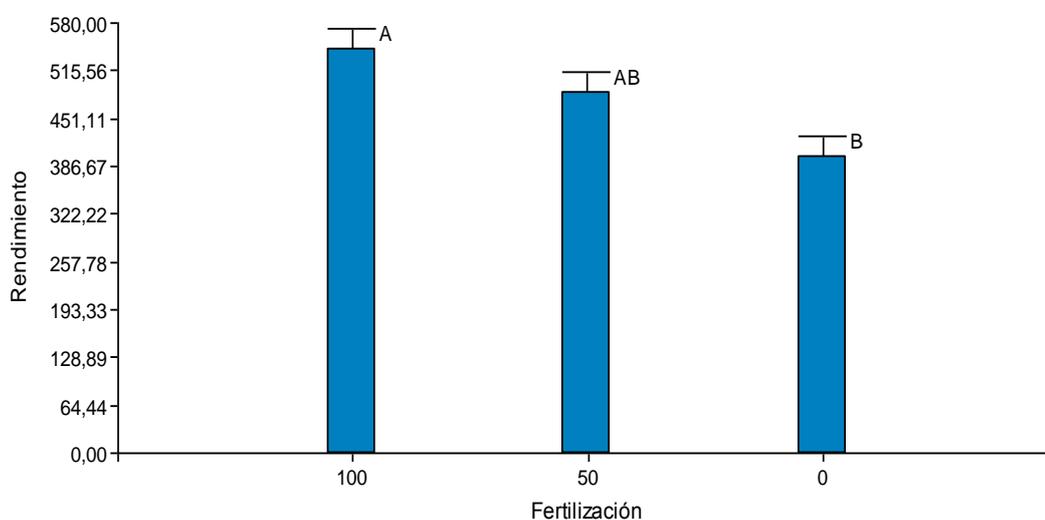


Figura 5. Rendimiento (kg ha⁻¹). Cevallos, Ecuador, 2021.

Según Puetate (2015), en un estudio realizado en maíz amarillo suave, menciona que el peso de grano forma parte de los componentes del rendimiento que están en dependencia del genotipo, ambiente, manejo agronómico, así como de la fertilización (nutrición).

Tabla 11. Desempeño de los descriptores cuantitativos en la mazorca del maíz Chazo. Cevallos, Ecuador, 2021.

Fertilización	Longitud mazorca (cm)	Diámetro mazorca (cm)	Peso mazorca (g)	Número hileras de grano	Número de granos por hilera	Peso tusa (g)	Profundidad grano (cm)	Ancho grano (cm)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
0% ¹	12.73b	4.42b	158.40 ^a	9.48 ^a	19.40 ^a	32.73b	1.53 ^a	1.22 ^a	399.50b
50%	13.35ab	5.32 ^a	191.35 ^{ab}	10.27 ^a	20.82 ^a	44.03 ^{ab}	1.55 ^a	1.27 ^a	485.65ab
100%	14.08a	5.35 ^a	208.72 ^a	10.52 ^a	20.90 ^a	40.35 ^a	1.52 ^a	1.20 ^a	544.92 ^a
E.E.	0.26	0.07	7.26	0.21	0.79	2.19	0.02	0.03	27.67
C.V. ²	5.74	4.01	12.38	7.25	13.02	16.49	3.44	5.08	22.54
p-valor	0.0548	0.0014	0.0193	0.0574	0.4067	0.0501	0.4444	0.2689	0.496

^{a-b} Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$). ¹0%: Fertilización ²CV: Coeficiente de variación.

Fuente: (Grefa, M. 2021)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

5.1. Conclusiones

Se determinó que el mejor resultado para el plan de fertilización en maíz Chazo es el aplicar el 100% de los elementos nutricionales (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S); pero la aplicación se realizó de manera fraccionada, en la siembra y en el aporque a los 74 días, ya que se obtuvieron buenos resultados en variables específicas como: longitud de la mazorca con un promedio de 14.08 cm, diámetro de la mazorca con una media de 5.35 cm, peso de la mazorca con un promedio de 208.72 g y rendimiento que es consecuencia de las variables anteriores que se obtuvo un promedio de 544.52 kg ha⁻¹.

No tuvo ninguna relación las distancias de siembra utilizadas en esta investigación sobre los descriptores cuantitativos, ya que no se detectaron diferencias estadísticas significativas en todas las características analizadas.

Los principales descriptores cualitativos propuestos en esta investigación, para maíz Chazo, tienen las siguientes características: Cobertura de la mazorca (Buena 100%); Forma de la mazorca (Cónica 44% y 42% Cilíndrica-cónica); Disposición de hileras de grano (Irregular 43% y Regular 36% y Forma de la superficie del grano (Redondo 55% y Puntigudo 36%).

En los descriptores cuantitativos en planta, no se detectaron diferencias estadísticas, pero tienen las siguientes características: Altura de planta (202.11 cm); Número de hojas (12.21); Altura de inserción de la mazorca (92.31 cm); Longitud de la hoja (74.47 cm); Ancho de la hoja (9.95 cm) y Número de mazorcas por planta (1.74).

En los descriptores cuantitativos en mazorca, tienen las siguientes características: Días a la emergencia (15 días); Días a la floración (M 117.55 días; F 144.83 días); Días a la cosecha en seco (240 días); Diámetro de la mazorca (5.03 cm); Peso de la mazorca (186.15 g); Número de hileras de grano (10.08); Número de granos por hilera (20.37); Peso de la tusa (39.03 g); Longitud o profundidad del grano (1.53 cm); Ancho del grano (1.23 cm) y Rendimiento (476.7 kg ha⁻¹).

5.2. Recomendaciones

Realizar una nueva caracterización morfológica y agronómica del material colectado, poniendo énfasis en las variables, número de mazorcas por planta, longitud de la mazorca, peso de mazorca y peso de grano, para luego contrastar dicha información con los resultados obtenidos en este estudio, dado que las condiciones climáticas posiblemente pudieron afectar el desarrollo normal de las variables antes mencionadas, variables directas para determinar el rendimiento.

Realizar evaluaciones de rendimiento en otras zonas altitudinales de la provincia de Tungurahua con el material resultante en esta investigación, dado que dicho material presentó buena adaptabilidad a las condiciones edafo-climáticas; además, se puede combinar con otras distancias de siembra, para de esta manera brindar tecnologías a los agricultores e incrementar sus rendimientos.

Utilizar el material obtenido en la investigación, en programas de mejoramiento de maíz, para su posterior uso en el futuro, favoreciendo de esta forma la seguridad alimentaria de las generaciones futuras.

Recolectar información agronómica con el objeto de generar una hoja técnica de la nueva variedad.

5.3. Bibliografía

- Alvarado, S., R. Jaramillo, F. Valverde y R. Parra. 2011. Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP y International, Plant Nutrition Institute - IPNI. 2011. Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Manejo de Suelos y Agua. Boletín Técnico No. 150. Quito, Ecuador. 13 p.
- Balsubramanian, K., and P. R. Padma. 2013. Anticancer activity of *Zea mays* leaf extracts on oxidative Stress-induced Hep2 cells. Magazine ScienceDirect. 6(3):149-158.

- Basantes, E. 2010. Producción y fisiología de cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo. 1^{ra} Ed. Quito, Ecuador. 433 p.
- Basantes, E., y R. Barba (director). 2012. Efecto de la aplicación de dos niveles de nitrógeno y dos niveles del cultivo de maíz Var. Chillos, en un suelo Franco-arcillo limoso, sector de Sangolquí. Proyecto de investigación Diplomado Superior en Metodología de la Investigación Científica. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Sangolquí, Ecuador. 77 p.
- Cortez, E. y C. López (directora). 2018. Evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de molle (*Schinus molle* L.) fase de campo, frente al gusano blanco (*Premnotrypes vorax hustache*) de la papa en la variedad santa rosa. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 15 p.
- Deras, H. s.f. Guía técnica el cultivo del maíz (en línea). Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf> (Consultado el 14 de nov. de 2018). M. Sorto, N. Menjívar, y L. Reyes (eds.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. San Salvador, El Salvador. 42 p.
- De La Cruz, L., G. Castañón, N. Brito, A. Gómez, V. Robledo, L. Del Río. 2009. *Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical*. Phytón, 79 (1): 127-13 disponible en URL:http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-6572010000100003.
- Díaz, A., y D. Caballero (director). 2010. Primer ciclo de selección de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y de 120 de maíz chulpi (*Zea mays* L.) de la sierra ecuatoriana, en Tunshi, parroquia Licto, Provincia de Chimborazo. Tesis de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Endicott, S., B. Brueland, R. Keith, R. Schon, C. Bremer, D. Farnham, J. De Bruin, C. Clausen, S. Strachan, y P. Carter. 2015. Maíz crecimiento y desarrollo. A. Battani (ed.) Johnston, Estados Unidos. 20 p.
- Ferraris, G., A. L. Coureto, y M. Toribio. 2009. Pérdidas de nitrógeno por volatilización y su implicancia en el rendimiento del cultivo de maíz: Efectos

de fuente, dosis y uso de inhibidores. Revista Informaciones Agronómicas. 43(1): 1-22.

García, F., y A. Correndo. 2016. Cálculo de requerimientos nutricionales. International Plant Nutrition Institute (en línea). Disponible en <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>. Georgia, USA.

Guacho, F. y D. Caballero (director). 2014. Caracterización Agro-morfológica del Maíz (*Zea Mays* L.) de la Localidad San José de Chazo. Tesis de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. 2012.

Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC. 2017. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Quito, Ecuador. 61 p.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. 2000. INIAP-102, “Blanco blandito mejorado” variedad de maíz blanco harinoso para la provincia de Chimborazo. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Programa de Maíz. Estaciona Experimental Santa Catalina. Boletín Divulgativo No. 181. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. 2011. Guía para la producción de maíz en la sierra sur del Ecuador. Boletín Divulgativo No. 406. Cuenca, Ecuador. 23 p.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. 2011. Módulo IV “Manejo integrado del cultivo de maíz suave” Programa de Maíz. EESC. Quito-Ecuador.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria - INTA. 2010. Guía tecnológica cultivo del maíz. 2^{da} Ed. Managua, Nicaragua. 36 p.

Izquierdo, R. y N. Bonifaz (directora). 2012. Evaluación del cultivo de maíz como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasas de alimento. Cayambe-Ecuador. Tesis de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Cayambe - Ecuador. 2012.

- Jaramillo, R. 2017. Nutrición de maíz por sitio específico. XXII Reunión Latinoamericana del Maíz. Sep. 27-29. Quevedo, Ecuador. 19 p.
- Jiménez, E. y M. Carrillo. 2005. Evaluación de dos híbridos y una variedad criolla de maíz (*Zea mays* L.), bajo tres distanciamientos de siembra en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, 2005. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Ecuador. 4-12 p.
- López, M., y C. Loaisiga (director). 1997. Caracterización y evaluación preliminar de 33 cultivares de maíz (*Zea mays* L.) recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua.
- Monteros, A., y S. Salvador. 2015. Panorama agroeconómico del Ecuador una visión del 2015. Quito, Ecuador. 16 p.
- Neto, D., T. Martín, P. Pavinato, U. Nunes, O. Escobar, y G. Fipke. 2015. El tratamiento de semillas de maíz con micronutrientes aumenta el rendimiento de grano. Revista Caatinga. 28(3): 86-92.
- Noguera, P., L. Viruliche, M. Cea. 2004. Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo del maíz. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 13(2): 1-10.
- Obando, E., y J. Dobronski (director). 2019. Caracterización morfológica de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) material nativo “Chazo” de la provincia de Chimborazo. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato – UTA. Cevallos. Ecuador.
- Oña, L., y A. Gutiérrez (director). 2016. Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. Blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato – UTA. Cevallos. Ecuador.
- Ospina J. 2015. Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. A. Ríos (ed.). Publicación Nro. ISBN: 978-958-8711-73-7. Medellín, Colombia. 152 p.

- Ospina, J., H. Vanegas, y F. Polanía. 2011. Evaluación de la producción de biomasa de maíz en condiciones del trópico colombiano (en línea). disponible en URL: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/biomasa-de-maiz-en-colombia-29392.htm>. Colombia
- Pantoja, J.L., K.P. Woli, J.E. Sawyer, D.W. Barker, and M. Al-Kaisi. 2015b. Stover harvest and tillage system effects on corn response to fertilizer nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 79(4):1249–1260.
- Puetate, L., y H. Bolaños (director). 2015. Evaluación de dos poblaciones de maíz amarillo suave tipo “Mishca” (*Zea mays* L.) en dos localidades de Pichincha. Trabajo de Ingeniería Agronómica. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.
- Rodríguez, E. y E. Valdiviezo (director). 2014. Evaluación agronómica de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en estado de choclo cultivados con dos poblaciones de siembra, en la zona de Balzar. Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad de Guayaquil. Daule, Ecuador. 1 p.
- Tapia, C. y H. Carrera. 2011. Promoción de los cultivos andinos para el desarrollo rural en Cotacachi-Ecuador. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Cotacachi, Ecuador. 42-51 p.
- Vargas, L.A. 2014. Maize, a traveller without luggage. *Magazine ScienceDirect.* 48(1): 123-137.
- Valverde, M. y C. Tapia (director). 2015. Respuesta del maíz (*Zea mays* L.), var. INIAP- 180, a la fertilización nitrogenada y potásica en Los Sauces, Latacunga, Ecuador. Tesis de Ingeniería Agropecuaria. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Sangolquí, Ecuador.63 p.
- Villalta, M.V., y G. Padilla (director). 2015. Respuesta del maíz (*Zea mays* L.), var. INIAP- 180, a la fertilización nitrogenada y potásica en Los Sauces, Latacunga, Ecuador. Tesis de Ingeniería Agropecuaria. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Sangolquí, Ecuador.79 p.

- Yáñez, G. 2013. INIAP - 180 nueva variedad de maíz de alto rendimiento. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Programa de Maíz. Quito, Ecuador. 2 p.
- Yáñez, C.; Zambrano, J.; Caicedo, M.; Heredia, J. 2005. “Inventario Tecnológico del Programa del Maíz”. INIAP-EESC. Quito-Ecuador. 2-25 pp.
- Yáñez, C; Zambrano, J; Caicedo, M. 2013. Guía de Producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Quito, Ecuador. INIAP, Programa de Maíz, 28p, (Guía N° 96).
- Garcés, C. y R. Yáñez (director). 2020. Caracterización socio-económica de las unidades productoras de maíz suave (*Zea mays* L.) en la parroquia Santa fe, Guaranda provincia Bolívar. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 13 p.

5.4. Anexos

Anexo 1. Altura de planta en cm. Cevallos, Ecuador, 2021.

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	186.3	222.8	189.8	598.9	199.63
F1D2	206.8	196.9	163.8	567.5	189.17
F2D1	184.1	210.8	189.8	584.7	194.90
F2D2	237.6	187.4	215.1	640.1	213.37
F3D1	198.9	220.5	186.9	606.3	202.11
F3D2	207.7	221.9	210.8	640.4	213.47

Anexo 2. Número de hojas. Cevallos, Ecuador, 2021.

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	12.4	11.4	12.3	36.1	12.03
F1D2	11.5	11.9	12.2	35.6	11.87
F2D1	11.7	11.9	12.4	36.0	12.00
F2D2	11.8	12.3	13.0	37.1	12.37
F3D1	12.3	12.3	12.9	37.5	12.50
F3D2	12.5	13.6	11.4	37.5	12.50

Anexo 3. Altura de inserción de la mazorca en cm. Cevallos, Ecuador, 2021.

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	80.5	114.5	79.2	274.2	91.40
F1D2	98.0	80.8	54.2	233.0	77.67
F2D1	72.4	104.2	87.1	263.7	87.90
F2D2	124.3	76.1	93.8	294.2	98.07
F3D1	101.9	113.4	69.3	284.6	94.87
F3D2	94.8	114.4	102.7	311.9	103.97

Anexo 4. Longitud de la hoja en cm. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	77.0	68.5	74.3	219.8	73.27
F1D2	76.8	79.4	64.1	220.3	73.43
F2D1	77.3	74.1	83.4	234.8	78.27
F2D2	73.3	72.4	74.5	220.2	73.40
F3D1	70.1	70.3	69.7	210.1	70.03
F3D2	74.8	82.8	77.8	235.4	78.47

Anexo 5. Ancho de la hoja en cm. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	9.4	9.7	10.1	29.2	9.70
F1D2	9.3	9.8	9.1	28.2	9.40
F2D1	9.0	10.8	10.4	30.2	10.05
F2D2	9.6	9.9	10.2	29.7	9.90
F3D1	10.4	10.3	10.1	30.8	10.27
F3D2	11.0	9.8	10.3	31.1	10.37

Anexo 6. Número de mazorcas por planta. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	1.5	2.4	1.4	5.3	1.77
F1D2	2.1	1.2	1.2	4.5	1.50
F2D1	1.5	2.4	1.4	5.3	1.77
F2D2	2.0	1.3	1.5	4.8	1.60
F3D1	1.8	2.0	1.3	5.1	1.70
F3D2	2.6	1.8	1.9	6.3	2.10

Anexo 7. Longitud de la mazorca en cm. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	13.4	12.6	13.4	39.4	13.13
F1D2	12.2	12.7	12.1	37.0	12.33
F2D1	12.9	14.7	12.9	40.5	13.50
F2D2	13.0	12.6	14.0	39.6	13.20
F3D1	14.4	13.1	14.6	42.1	14.03
F3D2	14.5	13.7	14.2	42.4	14.13

Anexo 8. Diámetro de la mazorca en cm. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	4.5	4.0	4.9	13.4	4.47
F1D2	4.5	4.3	4.3	13.1	4.37
F2D1	5.6	5.4	5.4	16.4	5.47
F2D2	5.1	5.2	5.2	15.5	5.17
F3D1	5.4	5.4	5.6	16.4	5.47
F3D2	5.2	5.2	5.3	15.7	5.23

Anexo 9. Peso de la mazorca en gramos. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	151.7	146.9	159.5	458.1	152.70
F1D2	141.4	185.2	165.7	492.3	164.10
F2D1	232.9	209.9	171.5	614.3	204.77
F2D2	159.9	178.5	195.4	533.8	177.93
F3D1	225.2	198.3	234.1	657.6	219.20
F3D2	208.2	189.5	197.0	594.7	198.23

Anexo 10. Número de hileras de grano. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	9.7	8.4	10.1	28.2	9.40
F1D2	8.5	10.2	10.0	28.7	9.57
F2D1	11.5	9.9	10.6	32.0	10.67
F2D2	9.7	9.7	10.2	29.6	9.87
F3D1	10.4	10.8	11.0	32.2	10.73
F3D2	9.8	10.1	11.0	30.9	10.30

Anexo 11. Número de granos por hilera. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	20.8	21.6	19.5	61.9	20.63
F1D2	17.4	20.2	16.9	54.5	18.17
F2D1	21.5	21.8	21.5	64.8	21.60
F2D2	19.8	20.2	20.6	60.6	20.20
F3D1	21.4	22.1	18.9	62.4	20.80
F3D2	18.3	17.9	26.3	62.5	20.83

Anexo 12. Peso de la tusa en gramos. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	41.0	23.4	41.0	105.4	35.13
F1D2	25.6	28.7	36.7	91.0	30.33
F2D1	54.0	39.3	51.4	144.7	48.23
F2D2	40.8	41.2	37.5	119.5	39.83
F3D1	49.3	37.9	39.7	126.9	42.30
F3D2	37.1	41.3	36.8	115.2	38.40

Anexo 13. Longitud o profundidad del grano en cm. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	1.5	1.5	1.6	4.6	1.53
F1D2	1.5	1.6	1.5	4.6	1.53
F2D1	1.5	1.6	1.6	4.7	1.57
F2D2	1.5	1.5	1.6	4.6	1.53
F3D1	1.5	1.5	1.6	4.6	1.53
F3D2	1.4	1.5	1.6	4.5	1.50

Anexo 14. Ancho del grano cm. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	1.2	1.2	1.2	3.6	1.20
F1D2	1.2	1.2	1.3	3.7	1.23
F2D1	1.2	1.3	1.3	3.8	1.27
F2D2	1.3	1.2	1.3	3.8	1.27
F3D1	1.3	1.2	1.1	3.6	1.20
F3D2	1.2	1.2	1.2	3.6	1.20

Anexo 15. Rendimiento en kg ha⁻¹. Cevallos, Ecuador, 2021

Símbolo	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
F1D1	342.2	418.1	394.3	1154.6	384.87
F1D2	428.6	499.8	314.0	1242.4	414.13
F2D1	482.1	517.2	502.1	1501.4	500.47
F2D2	577.3	380.2	455.0	1412.5	470.83
F3D1	525.9	556.5	364.8	1447.2	482.40
F3D2	504.9	579.8	737.6	1822.3	607.43

Anexo 16. Esquema del diseño experimental

I	II	III	I	II	III
T1R1	T2R2	T3R3	T6R1	T5R2	T4R3
T1R1	T2R2	T3R3	T6R1	T5R2	T4R3
T1R1	T2R2	T3R3	T6R1	T5R2	T4R3
T1R1	T2R2	T3T3	T6R1	T5R2	T4R3
T2R1	T3R2	T1R3	T4R1	T6R2	T5R3
T2R1	T3R2	T1R3	T4R1	T6R2	T5R3
T2R1	T3R2	T1R3	T4R1	T6R2	T5R3
T2R1	T3T32	T1R3	T4R1	T6R2	T5R3
T3R1	T1R2	T2R3	T5R1	T4R2	T6R3
T3R1	T1R2	T2R3	T5R1	T4R2	T6R3
T3R1	T1R2	T2R3	T5R1	T4R2	T6R3
T3T1	T1R2	T2R3	T5R1	T4R2	T6T3

Anexo 17. Análisis de suelo. Cevallos, Ecuador, 2021



Agrarprojekt
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, C
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034
 agrarprojekt@cablemodem.com
 info@agrarprojekt.
 www.agrarprojekt.

INFORME: ANÁLISIS DE SUELO

PT0901.REV01

Pág 1/2

Código Agrarprojekt:	EQU-140720	Informe de Ensayo N°	560
Fecha de Recepción:	14-07-20	Fecha de Informe:	24-07-20

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	Ecuquímica		
Solicitado por:	Ing. Mauricio Bustillos		
Ubicación:	El Tingo	Teléfono:	2682065

PROCESO DE ANÁLISIS

<p>Método utilizado para la preparación de la muestra y elaboración de extractos: Secado → Tamizar para excluir partículas mayores y desmenuzar terrones → Mezcla homogénea pH: en H₂O y KCl, Método Volumen 1:2 C.E.: Método Volumen 1:2 (extracto en H₂O) NH₄, K, Ca y Mg: Extracción con NaCl 0.05 M Fe, Mn, Zn y Cu: Extracción con DTPA P: Extracción con NaHCO₃ 0,5 M (Método Olsen) NO₃, SO₄, Na, Cl y B: Extracto Agua</p>
--

MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS

PARÁMETROS	MÉTODO
pH	EPA 9045 D
Conductividad (C.E.)	SM 2510 B
Nitrato (NO ₃)	ISO 7890-1 / DIN-38405-D9-2
Amonio (NH ₄)	SM 4500-NH ₄ D
Fosfato (PO ₄)	SM 4500-P C
Potasio (K)	SM 3500-K B
Magnesio (Mg)	EPA 7000 B
Calcio (Ca)	EPA 7000 B
Sulfato (SO ₄)	SM 4500-SO ₄ E
Sodio (Na)	SM 3500-Na B
Cloruro (Cl ⁻)	SM 4500-Cl G / SM-4500-Cl-D Método Potenciométrico
Hierro (Fe)	EPA 7000 B
Manganeso (Mn)	EPA 7000 B
Cobre (Cu)	EPA 7000 B
Zinc (Zn)	EPA 7000 B
Boro (B)	DIN-38405-D17
Molibdeno (Mo)	EPA 7010
Silicio (Si)	EPA 7010
Aluminio (Al)	EPA 7010
Bicarbonatos (HCO ₃)	SM 2320 B
Materia Orgánica (LOI, "Loss On Ignition")	AOAC 967.05 / DIN 19684-3
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	EPA 9081
% Saturación de Bases	EPA 9081
Fración de Partículas	ISO 11277

Anexo 17.1. Análisis de suelo. Cevallos, Ecuador, 2021

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: EQU-140720 Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Maíz
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra de Suelo, Finca Sra. Mireya Greña

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

	Análisis	Unidades	*Método de Extracción	*Niveles Óptimos para Maíz - Cultivo Intensivo	Resultado
Características de Suelo	Mat. Orgánica	%	-	3 - 12	3.8
	Capacidad de Intercambio Catiónico - CIC	meq/100g	-	> 15	10.9
	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0.3 - 0.5	0.23
	pH (en H ₂ O)	-	Vol. 1:2	-	7.6
	pH (en KCl)	-	Vol. 1:2	5.8 - 7.0	6.9
	Macronutrientes	Nitrato (NO ₃ -N)	mg/kg	Extracto Agua	-
Amonio (NH ₄ -N)		mg/kg	NaCl 0.05 M	-	0.5
(NO ₃ +NH ₄)-N		mg/kg	-	30 - 55	20.0
Fósforo (P)		mg/kg	NaHCO ₃ 0.5M	20 - 30	7.7
Potasio (K)		mg/kg	NaCl 0.05 M	160 - 240	170
Magnesio (Mg)		mg/kg	NaCl 0.05 M	75 - 140	124
Calcio (Ca)		mg/kg	NaCl 0.05 M	600 - 1200	273
Micronutrientes	Azufre (SO ₄ -S)	mg/kg	Extracto Agua	10 - 15	4.2
	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	20 - 50	46.9
	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	6 - 30	5.9
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1.0 - 4.0	2.4
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1.2 - 6.0	0.9
Peligro de Salinidad	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0.15 - 0.60	0.40
	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	19.5
	Cloruro (Cl ⁻)	mg/kg	Extracto Agua	< 210	18.3
	Sales Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	188

* Fuente: Soil Science Society of America Inc. (Ed.). 2001. Methods of Soil Analysis 1390 pp.

-- No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
 - La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
 - El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
 - Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Karl Sponagel

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

Anexo 18. Semilla de maíz “Chazo”. Cevallos, Ecuador.



Anexo 19. Fertilización. Cevallos, Ecuador.



Anexo 20. Maíz en señorita. Cevallos, Ecuador.



Anexo 21. Maíz para cosechar. Cevallos, Ecuador.



Anexo 23. Recolección de datos. Cevallos, Ecuador.

