



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular previo
a la obtención del título de Ingeniera
Agropecuaria.

Título de la Unidad de Integración Curricular:

“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y
AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) SOMETIDO
A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ZONA DE VENTANAS,
PROVINCIA DE LOS RÍOS.”

Autora:

Jennifer Yamali Villacís Seme

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas

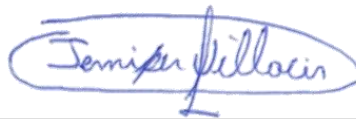
Ventanas – Los Ríos – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jennifer Yamali Villacís Seme**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Jennifer Yamali Villacís Seme
C.I.
AUTORA



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 –05) 753 300 / 753 303 / 752 177

E.mail.info@uteq.edu.ec /fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

El suscrito, **Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Jennifer Yamali Villacís Seme**, realizó la Unidad de Integración Curricular titulada **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) SOMETIDO A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ZONA DE VENTANAS, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas.

TUTOR DE LA UNIDAD INTEGRACIÓN CURRICULAR

Quevedo, 23 de febrero del 2021

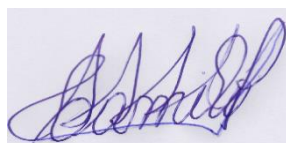
Ingeniera
Diana Véliz Zamora
COORDINADORA DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

De mi consideración:

Dado que el suscrito es conocedor que la Unidad de Integración Curricular titulada **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) SOMETIDO A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ZONA DE VENTANAS, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”** de autoría de la señorita **Jennifer Yamali Villacís Seme**, estudiante de la carrera de INGENIERÍA AGROPECUARIA, del cual fui designado Profesor Tutor de la Unidad de Integración Curricular. Proyecto que ha sido analizado a través de la herramienta URKUND, no incluyendo las listas de fuentes de comparación entre las cuales se encuentran las páginas preliminares de caratula, declaración de auditoria, certificación, agradecimientos, dedicatoria, índices, entre otras fuentes que no son utilizadas en el texto de la tesis.

Por lo expresado, CERTIFICO que el porcentaje validado por el URKUND es de **6% de similitud** (Figura 1), el mismo que es permitido por el mencionado Software, por lo cual solicito la continuación con los trámites pertinentes para solicitar fecha de sustentación del proyecto de investigación de la señorita **Jennifer Yamali Villacís Seme**.

URKUND	
Presentado	2021-02-23 07:44 (-05:00)
Presentado por	Camilo (cmestanza@uteq.edu.ec)
Recibido	cmestanza.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Tesis de Villacis Mostrar el mensaje completo
	6% de estas 31 páginas, se componen de texto presente en 17 fuentes.



Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas.
TUTOR DE LA UNIDAD INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Título:

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y
AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) SOMETIDO
A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ZONA DE VENTANAS,
PROVINCIA DE LOS RÍOS.”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Gregorio Vásquez Montufar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Francisco Espinosa

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Raquel Guerrero, MSc

AGRADECIMIENTO

A Dios porque sin él nada de esto hubiera sido posible.

A mis abuelitos porque antes de partir me transmitieron las enseñanzas necesarias para poder superar cualquier obstáculo que tuviera en la vida.

A mis padres Elita y Eduardo quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, su tenacidad y lucha interminable han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir por mí y por mis hermanos y sin ellos jamás hubiera podido conseguir lo que, hasta ahora, gracias por todo su amor.

A mis hermanos, por ser mi compañía, mi apoyo y mi fuerza para seguir adelante

A mi compañero de vida, Gracias por tu apoyo y amor infinito.

A todos mis amigos de la universidad, quienes han compartido conmigo todos los sacrificios de esta vida universitaria.

A mis profesores, a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias por prepararnos para un futuro competitivo no solo como los mejores profesionales sino también como mejores personas.

DEDICATORIA

A Dios y a mis abuelitos, quienes desde el cielo guían mi camino. A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más. A mis queridos hermanos por ser mi apoyo incondicional. A mi gran amor por ser mi compañero inseparable de cada día.

A todos ustedes, con amor.

Resumen

El trabajo investigativo se desarrolló en las inmediaciones de la finca “La Victoria”, localizada en el km 32 vía al cantón Ventanas, provincia de Los Ríos y consistió en evaluar lotes experimentales de maíz, empleando un híbrido simple (Centella) a distintos distanciamientos de siembra. Se evaluaron tres tratamientos en estudio: T1 (60 x 20cm), T2 (70 x 20 cm) y T3 (80 x 20 cm), dispuestos en un DCA con cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hilera de mazorcas, longitud de la mazorca (cm), diámetro de la mazorca (cm), peso de 100 semillas (g), rendimiento del grano (kg/ha), fenología y análisis económico. En cuanto a altura de planta, diámetro de tallo y número de hileras de mazorcas, no se mostraron diferencias significativas entre tratamientos, mientras en las variables longitud y diámetro de la mazorca, peso de 100 semillas, rendimiento de grano y en los ingresos netos del análisis económico, destacó T1 por sobre los demás tratamientos. No obstante, en esta última variable, es importante destacar que T2 mostró una mejor relación beneficio/costo, llegando a registrar mayores ganancias por cada dólar de inversión. Finalmente, en cuanto a la fenología se lograron identificar seis de las etapas más relevantes estas son: VE, V2, Vn, Vt, R1 y R4.

Palabras claves: Maíz, híbrido simple, densidad, rendimiento.

Abstract

The research work was carried out in the vicinity of the "La Victoria" farm, located at km 32 on the road to Ventanas canton, province of Los Ríos, and consisted of evaluating experimental lots of corn, using a simple hybrid (Centella) at different planting distances. Three treatments were evaluated: T1 (60 x 20 cm), T2 (70 x 20 cm) and T3 (80 x 20 cm), arranged in an ACD with five replications. The variables evaluated were: plant height (cm), stem diameter (cm), ear row number, ear length (cm), ear diameter (cm), 100-seed weight (g), grain yield (kg/ha), phenology and economic analysis. In terms of plant height, stem diameter and number of ear rows, there were no significant differences between treatments, while in the variables ear length and diameter, 100-seed weight, grain yield and net income of the economic analysis, T1 stood out over the other treatments. However, in this last variable, it is important to note that T2 showed a better benefit/cost ratio, registering higher earnings per dollar of investment. Finally, in terms of phenology, six of the most relevant stages were identified, namely: VE, V2, Vn, Vt, R1 and R4.

Keywords: Corn, simple hybrid, density, yield.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo general.	5
1.2.2. Objetivos específicos.	6
1.3. Justificación.	6
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Importancia a nivel mundial.....	10
2.2.2. Producción del maíz en el Ecuador.	10
2.2.3. Usos y derivados del maíz.....	11
2.2.4. Cultivo de maíz.....	12
2.2.5. Origen y distribución del maíz.	12
2.2.6. Taxonomía del maíz.....	12
2.2.7. Características botánicas del maíz.	13
2.2.7.1. Sistema Radicular.	13
2.2.7.2. Tallo.....	13
2.2.7.3. Hojas.	14
2.2.7.4. Sistema Floral.....	14
2.2.7.5. Grano.....	15
2.2.8. Requerimientos del cultivo.....	15
2.2.8.1. Clima.....	15
2.2.8.2. Suelos.....	16

2.2.8.3.	Agua.....	16
2.2.9.	Labores culturales.....	16
2.2.9.1.	Análisis de suelo.....	16
2.2.9.2.	Preparación del suelo.....	16
2.2.9.3.	Siembra.....	17
2.2.9.4.	Control de maleza.....	17
2.2.9.5.	Raleo.....	17
2.2.9.6.	Aporque.....	18
2.2.9.7.	Fertilización.....	18
2.2.9.8.	Cosecha.....	18
2.2.9.9.	Postcosecha.....	18
2.2.10.	Plagas.....	19
2.2.10.1.	Ácaros.....	19
2.2.10.2.	Oruga taladro.....	19
2.2.10.3.	Gusano gris.....	19
2.2.10.4.	Gusano cogollero.....	19
2.2.10.5.	Barrenador del tallo.....	19
2.2.11.	Enfermedades.....	20
2.2.11.1.	Carbón del maíz.....	20
2.2.11.2.	La roya.....	20
2.2.11.3.	Antracnosis.....	20
2.2.11.4.	Helminthosporium turcicum.....	20
2.2.11.5.	Bacteriosis.....	20
2.2.12.	Etapas fenológicas del maíz.....	21
2.2.13.	Cultivares mejorados.....	22
2.2.14.	Híbrido.....	22
2.2.14.1.	Ventajas del uso de híbridos.....	23
2.2.15.	Descripción del híbrido Centella.....	23
2.2.16.	La densidad de siembra y su importancia.....	24
2.2.17.	Investigaciones relacionadas.....	25
CAPÍTULO III		27
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		27
3.1.	Localización y metodología.....	28
3.1.1.	Condiciones agroclimáticas.....	28

3.2.	Tipo de investigación.....	29
3.2.1.	De campo.	29
3.2.2.	Experimental.	29
3.3.	Método de investigación.	29
3.3.1.	Método analítico.	29
3.3.2.	Método de observación.	30
3.4.	Fuentes de recopilación de información.	30
3.5.	Diseño de la investigación.....	30
3.6.	Instrumentos de investigación.	32
3.6.1.	Variables a estudiar.....	32
3.6.1.1.	Altura de planta (cm).	32
3.6.1.2.	Diámetro del tallo (cm).	32
3.6.1.3.	Número de hileras de mazorcas.....	32
3.6.1.4.	Longitud de la mazorca (cm).	32
3.6.1.5.	Diámetro de la mazorca (cm).	33
3.6.1.6.	Peso de 100 semillas (g).....	33
3.6.1.7.	Rendimiento del grano (kg/ha).....	33
3.6.1.8.	Fenología.....	33
3.6.1.9.	Análisis económico.....	34
3.6.2.	Manejo del experimento.....	34
3.7.	Recursos humanos y materiales.....	35
3.7.1.	Material vegetativo.	35
3.7.2.	Materiales y equipos.	36
3.7.1.1.	Materiales y equipos de oficina.....	36
3.7.1.2.	Materiales y equipos de campo.	36
CAPÍTULO IV		38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		38
CAPÍTULO V.....		49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		49
5.1.	Conclusiones.....	50
5.1.	Recomendaciones.	51
CAPÍTULO VI		52
BIBLIOGRAFÍA		52
CAPÍTULO VII.....		63

ANEXOS.....	63
-------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de maíz.....	13
Tabla 2. Fenología del maíz.	21
Tabla 3. Características del híbrido Centella.....	23
Tabla 4. Condiciones agroclimáticas del cantón Ventanas-provincia de Los Ríos.....	29
Tabla 5. Descripción de los tratamientos	30
Tabla 6. Características del lote experimental.....	31
Tabla 7. ANOVA.....	31
Tabla 8. Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.	39
Tabla 9. Diámetro del tallo a los 15, 30 y 45 días (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.	40
Tabla 10. <i>Número de hilera de mazorcas. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.</i>	41
Tabla 11. Longitud de la mazorca (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.	42
Tabla 12. Diámetro de la mazorca (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.	43
Tabla 13. Peso de 100 semillas (g). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020. ..	44
Tabla 14. Rendimiento del grano (kg/ha). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.	45
Tabla 15. Grados días acumulados por etapa fenológica, Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.	46
Tabla 16. Costos de inversión total y de cada uno de los tratamientos en general. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.	47
Tabla 17. Ingresos totales por tratamiento. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.....	48
Tabla 18. Relación beneficio/costo por tratamiento. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2019.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Certificado Urkund	iv
Figura 2. Maíz híbrido Centella.....	24
Figura 3. Toma satelital de la finca “La Victoria”	28

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	31
Ecuación 2	33
Ecuación 3	33
Ecuación 4	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis del ensayo.....	64
Anexo 2. ANOVA	65
Anexo 3. Fotografías de la investigación	69

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) SOMETIDO A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ZONA DE VENTANAS, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”			
Autor:	Jennifer Yamali Villacis Seme			
Palabras clave:	Maíz	Híbrido simple.	Densidad	Rendimiento
Fecha de publicación:				
Editorial:				
Resumen:	El trabajo investigativo se desarrolló en las inmediaciones de la finca “La Victoria”, localizada en el km 32 vía al cantón Ventanas, provincia de Los Ríos y consistió en evaluar lotes experimentales de maíz, empleando un híbrido simple (Centella) a distintos distanciamientos de siembra. Se evaluaron tres tratamientos en estudio: T1 (60 x 20cm), T2 (70 x 20 cm) y T3 (80 x 20 cm), dispuestos en un DCA con cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hilera de mazorcas, longitud de la mazorca (cm), diámetro de la mazorca (cm), peso de 100 semillas (g), rendimiento del grano (kg/ha), fenología y análisis económico. En cuanto a altura de planta, diámetro de tallo y número de hileras de mazorcas, no se mostraron diferencias significativas entre tratamientos, mientras en las variables longitud y diámetro de la mazorca, peso de 100 semillas, rendimiento de grano y en los ingresos netos del análisis económico, destacó T1 por sobre los demás tratamientos. No obstante, en esta última variable, es importante destacar que T2 mostró una mejor relación beneficio/costo, llegando a registrar mayores ganancias por cada dólar de inversión. Finalmente, en cuanto a la fenología se lograron identificar seis de las etapas más relevantes estas son: VE, V2, Vn, Vt, R1 y R4.			

Abstract:	The research work was carried out in the vicinity of the "La Victoria" farm, located at km 32 on the road to Ventanas canton, province of Los Ríos, and consisted of evaluating experimental lots of corn, using a simple hybrid (Centella) at different planting distances. Three treatments were evaluated: T1 (60 x 20 cm), T2 (70 x 20 cm) and T3 (80 x 20 cm), arranged in an ACD with five replications. The variables evaluated were: plant height (cm), stem diameter (cm), ear row number, ear length (cm), ear diameter (cm), 100-seed weight (g), grain yield (kg/ha), phenology and economic analysis. In terms of plant height, stem diameter and number of ear rows, there were no significant differences between treatments, while in the variables ear length and diameter, 100-seed weight, grain yield and net income of the economic analysis, T1 stood out over the other treatments. However, in this last variable, it is important to note that T2 showed a better benefit/cost ratio, registering higher earnings per dollar of investment. Finally, in terms of phenology, six of the most relevant stages were identified, namely: VE, V2, Vn, Vt, R1 and R4.
Descripción:	110 hojas: dimensiones, 29 x 21cm + CD-ROM
Uri:	

Introducción.

El maíz es un cultivo de enorme importancia económica y alimenticia, siendo considerado uno de los cereales mayormente cultivados junto al arroz y el trigo (1). Presente en aproximadamente 135 países, siendo implementado mayormente como grano seco y en algunos otros países como grano tierno (2), además de poseer gran adaptabilidad y desarrollo frente a distintas condiciones agroclimáticas. Su uso como fuente alimenticia ha sido considerado en la alimentación humana, animal y piscícola, hasta su procesamiento en plantas industriales, las cuales elaboran a partir de este, almidón proteínas, aceites, edulcorantes alimenticios, bebidas alcohólicas y combustible; así también se usó como forraje para la alimentación de ganaderías de propósito cárnico y lechero (3).

En el medio nacional no es la excepción, puesto que su producción genera la materia prima necesaria para la alimentación de la población, así como para el sector agroindustrial, registrando un PIB agrícola del 3% (4),(5). De acuerdo a estadísticas recientes de la FAO, se han alcanzado producciones de 1 667.704 t en alrededor de 485.696 ha, lo cual en promedio da un rendimiento de 3,17 t/ha. Es importante resaltar que en la actualidad, los tipos duros y suaves amarillos son los que mayor predominancia poseen en el Ecuador, siendo la región costa y parte de la región interandina las mayores zonas de producción, destacando provincias como el Guayas, Bolívar, Manabí, El Oro y Los Ríos (6).

No obstante, en campañas recientes, los rendimientos del maíz han presentado mucha variabilidad, debido en gran parte al mal manejo y a las irregularidades del clima, sumado a otros aspectos que afectan el desarrollo y productividad del cultivo (7), lo cual incide de gran manera sobre el margen de utilidad que perciben los productores, tomando en cuenta el alto valor de la mano de obra y de los insumos convencionales (8).

Uno de los factores que más trascendencia tiene en la producción, es la definición del arreglo espacial y la densidad poblacional óptima para cada genotipo de maíz en cada zona maicera del país (9). Si bien un aumento de la densidad podría incrementar el rendimiento de grano cuadráticamente, este disminuiría si se llegase a sobrepasar, obteniendo un menor número granos por mazorca y menor peso de los mismos. A su vez, el efecto de la densidad sobre el rendimiento depende también del potencial del material genético (10),(11).

En consecuencia, existe una densidad de siembra óptima para maximizar la utilización de los recursos disponibles y lograr el máximo rendimiento por unidad de área mediante la coordinación de la población del cultivo y el desarrollo individual de la planta (12). Debido a estos factores mencionados, surge la necesidad de ajustar la densidad de siembra del maíz (13).

Además, en virtud de las modificaciones introducidas en los híbridos de maíz liberados en el Ecuador recientemente y el cambio sucesivo del clima, se considera oportuno replantear las recomendaciones de densidad y espaciamiento de siembra para implantar este cultivo. Por ello, el objetivo de la presente investigación será evaluar la incidencia del factor espaciamiento y la población de plantas, en la productividad y en los componentes fenológicos (14) del híbrido de maíz Centella en las condiciones de clima y suelo del cantón Ventanas - Los Ríos.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En los últimos 50 años, el rendimiento en grano del cultivo de maíz ha ido en incremento de forma sostenible a nivel global, estimándose una tasa anual de ganancia del 1,6%. Si bien esta cifra se podría apreciar alta entre los distintos cultivos extensivos productores de grano, la brecha respecto a la demanda mundial hacia el 2050 se podría ver en incremento, esto debido al crecimiento demográfico desmedido estimado para ese año. Es por tanto, que los aumentos requeridos a futuro deberán ir de la mano de un incremento significativo de la productividad por área de superficie⁽¹⁵⁾, lo cual se logrará mediante la optimización de distintos factores, como por ejemplo el distanciamiento de siembra idóneo para cada material vegetal frente a determinadas condiciones edafoclimáticas; todo ello, con la finalidad de aprovechar mejor el recurso suelo destinado a la agricultura en la actualidad, preservando aquellos ambientes con mucha fragilidad. Esta necesidad de tecnificación hacia este cultivo, no es ajena en zonas productoras del litoral ecuatoriano como el cantón Ventanas, donde innumerables familias subsisten directa o indirectamente de la producción del cultivo de maíz, y donde por falta de información o desconocimiento suelen emplear distanciamientos poco favorables que reducen hasta cierto punto el potencial productivo esperado en cada uno de los híbridos empleados. Por tal razón, esta investigación buscó determinar la densidad óptima de siembra del híbrido Centella, la cual garantizará a los productores de dicha zona, mejores rendimientos y por ende mayores utilidades.

Diagnóstico.

Por lo general los híbridos comerciales previo a su liberación al mercado son evaluados exhaustivamente tanto en condiciones controladas como en campo; por ende, sus respectivas casas comerciales recomiendan una densidad de siembra determinada. No obstante, en ocasiones estas no se acoplan a las condiciones agroclimáticas de las zonas de cultivo, no por falta de calidad en el material vegetal, sino por factores relacionados con el manejo antes y durante el establecimiento y desarrollo de los cultivares, entre estos factores se destaca el arreglo espacial o densidad poblacional del cultivo, el cual influye directamente sobre los parámetros productivos de las plantas.

Pronóstico.

Mediante la presente investigación se logrará determinar la densidad idónea para el cultivo de maíz híbrido Centella en las condiciones agroclimáticas del cantón Ventanas, provincia de Los Ríos, lo cual le permitirá al productor de la zona y sus alrededores adoptar el distanciamiento de siembra adecuado para el correcto establecimiento de este material en sus respectivos predios.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Podrá al menos una de las densidades a evaluarse, demostrar un mayor rendimiento en el cultivo de maíz con las condiciones agroclimáticas en la zona de Ventanas?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cómo influirán las 3 distintas densidades de siembra sobre las características agronómicas del híbrido Centella?

¿Cómo incidirán las diferentes densidades sobre el rendimiento del grano?

¿Cuáles serán las etapas fenológicas que se logren determinar durante el ensayo?

¿Será posible que las distintas densidades aplicadas al híbrido Centella muestren variabilidad en la relación beneficio/costo al momento de realizar un análisis económico?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar las características morfológicas y agronómicas del híbrido de maíz “Centella” sometido a tres densidades de siembra en la zona de Ventanas, provincia de Los Ríos.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Evaluar las características agronómicas del híbrido Centella, sometido a tres densidades de siembra.
- Establecer el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento del grano.
- Describir las etapas fenológicas del cultivo en las diferentes densidades de siembra.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación.

La utilización de híbridos de maíz para el establecimiento de cultivos alrededor del mundo ha ocasionado el incremento de los parámetros productivos por unidad de superficie en gran parte de los casos. Además de la elección del material genético, el uso de prácticas adecuadas de cultivo ha permitido aumentar el volumen de cosecha. Estos escenarios se vuelven válidos de acuerdo a cada región o país, debido a la trascendencia e incidencia que poseen las condiciones agroclimáticas sobre ellos, entre los que destacan elementos como la luz, agua y nutrientes, los cuales influyen positiva o negativamente dependiendo de la accesibilidad que tenga la planta sobre estos, para poder llevar a cabo procesos como la captura y uso de la radicación solar.

Es por esta razón que es de vital importancia realizar una adecuada selección del distanciamiento de siembra óptimo para cada híbrido con características adaptables (plasticidad) a cada piso de vida (16),(17), para que estos a su vez, respondan de la mejor manera a las condiciones presentes y puedan explotar correctamente su potencial de producción. En resumen, para explorar y aprovechar eficientemente la capacidad de dichos materiales, es necesario entender cómo interactúan las plantas morfológica y fisiológicamente e identificar mediante la evaluación de distancias de siembra, la idónea para el aprovechamiento de los recursos disponibles (18),(19).

De ahí surge la necesidad de realizar la presente investigación, la cual permitirá determinar el mejor distanciamiento de siembra del híbrido Centella en las condiciones agroclimáticas del cantón Ventanas, lo cual no solo permitirá optimizar el uso del área agrícola, sino también permitirá obtener mejores utilidades al pequeño y mediano productor, tomando en cuenta que la rentabilidad de este cultivo depende fundamentalmente de la productividad del mismo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Maíz.

Es una especie cultivada desde hace más de 7000 años atrás. Su centro de origen parece estar situado en la zona de México, lugar donde existen los registros más antiguos de presencia de esta planta (20).

Híbrido simple.

Material vegetal resultante del cruzamiento entre dos materiales homocigotos (21).

Densidad de siembra.

Cantidad de plantas sembradas en una determinada área (22).

Costa central.

Comprende la zona media lineal a partir del perfil costanero de un determinado territorio (23).

Rendimiento.

Corresponde a la cantidad de materia prima cultivada por unidad de superficie (24).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Importancia a nivel mundial.

El maíz es uno de los granos de mayor trascendencia y producción a nivel mundial. Entre sus principales virtudes se podría destacar: su facilidad para el establecimiento de cultivos, bajo coste de inversión y gran asequibilidad para el consumidor que, además posee una gran variedad genética a disposición del agricultor, producto de los avances investigativos, junto a la adecuación de nuevas técnicas han logrado ubicar al cultivo de maíz en posiciones invaluable tanto en países productores como en lugares distantes como: China, Rumania, Sudáfrica, Afganistán y Rusia (25).

Además de ser un alimento imprescindible para la dieta humana, es un alimento idóneo para el suministro a las ganaderías con propósito de carne y leche, como el ganado vacuno, porcino, así como producciones avícolas de pollos. Otro de sus importantes usos, yacen en la formulación de biocombustibles, a pesar de conformar un pequeño porcentaje de los mismos, su participación ha provocado un decrecimiento en la demanda alimenticia humano - animal, originando un notable riesgo en la seguridad alimentaria de este producto (25).

A nivel sudamericano, sobresalen países como Brasil y Argentina, con producciones de 64,14 y 39, 8 millones de toneladas respectivamente, cifras que sumadas suponen el 9,8% de la cosecha mundial de maíz. Así mismo, sobresale México, país que se sitúa en la quinta plaza de distribución a nivel mundial, con 25,25 millones de toneladas, le siguen Ucrania con 28,07 millones y demás países que hacen que el maíz sea un importante cultivo solventador de economía (26).

2.2.2. Producción del maíz en el Ecuador.

El cultivo de maíz es un importante referente agrícola en el Ecuador, su presencia consta de hace más de 6000 años, implementado como fuente primaria y básica en la alimentación de la cultura Valdivia, la cual fue una importante tribu asentada en la región costa, de la cual aún existen vestigios de viviendas, mismas que fueron edificadas con el follaje de esta planta (27).

Conforme fue transcurriendo los años y con ello sucesos de enorme trascendencia como la independencia del Ecuador a la gran Colombia, donde las técnicas de manejo agrícolas se mantuvieron intactas, así como la forma de comercializar los productos a través del “trueque”. No obstante, en contraste a los tiempos actuales, en la mayoría de las regiones, el maíz ha ganado una participación protagónica en las actividades socioeconómicas y culturales de los ecuatorianos, llegando a ser empleado hasta en rituales y festejos (27).

Tomando en cuenta la contextualización de la presente investigación y considerando la información emitida por el Banco Central del Ecuador (BCE) en 2018, extraída del III Censo Nacional Agropecuario en 2013, la superficie sembrada fue de 349000 ha (12%), mientras los años siguientes 2014 y 2015 decreció esta cifra, lo cual se podría atribuir a las adversidades climáticas presentes durante esos periodos, llegando inclusive a empeorar para el año 2016, donde la superficie llegó a decaer a -14%, cuya recuperación se evidenció levemente en 2017 con un 6.0%, volviendo a decaer en 2018 con el -2.0 (27).

Cabe destacar que, pese a que existió una reducción exponencial de maíz sembrado en aquellos años, la productividad de este cultivo en 2017 fue aproximado a los 1,2 millones de toneladas en alrededor de 200000 ha sembrados, según datos de la Tierra Fértil en 2018, destacando las provincias de Loja, Los Ríos y Santa Elena como los sectores de mayor producción (27).

2.2.3. Usos y derivados del maíz.

Por sus virtudes nutricionales es ampliamente demandado por el sector alimentario, siendo implementado en la dieta humana, en mazorca y granos, cocidas al vapor, carbón, aceite o agua. Sus granos poseen un alto contenido en almidón, lo cual es aprovechado en la industria para la fabricación de harinas. También es usado de forma artesanal, para la elaboración de bebidas fermentadas como la chicha (28).

Entre sus múltiples componentes extraíbles y aprovechables en el grano de maíz, se encuentra dextrina, el cual es implementado como adherente en las correspondencias enviadas por correo, glucosa o azúcar de maíz, así como aceite el cual es implementado en la fabricación de cauchos, pinturas, jabones y barnices. Las tucas no se quedan atrás, pues a

partir de ellas se elaboran insecticidas, resinas y disolventes. Finalmente, la pulpa obtenida a partir del tallo seco se emplea para la fabricación de papel (28).

2.2.4. Cultivo de maíz.

De gran adaptabilidad y variabilidad genética a nivel mundial, se cultiva a alturas de hasta 3800 metros sobre el nivel del mar, entre las latitudes 55° N a 40° S. Su cultivo en el Ecuador, se encuentra distribuido en todas las zonas ecológicas y pisos de vida presentes, con sus respectivas condiciones agroclimáticas, entre las que destacan factores como la temperatura, humedad relativa, precipitación, altitud y tipología de los suelos (29).

2.2.5. Origen y distribución del maíz.

Si bien el lugar de origen del cultivo de maíz ha sido motivo de discusión en la comunidad científica, existen un sinnúmero de investigaciones que avalan a México como el centro de origen de esta especie, como resultado de un proceso de mutación que tuvo lugar hace unos 7000 años aproximadamente, a partir de la especie denominada teocinte o teosinte *Zea mays ssp parviglumis*), que al día de hoy se sigue cultivando en México, con mayor presencia en las cuencas del río Balsas. Uno de los más grandes genetistas Nikolai Vavilov consolidó el concepto del centro de origen (30),(31).

Previo a la colonización española, el maíz se distribuía únicamente a lo largo y ancho de América, llegando hasta puntos más recónditos y con condiciones agroclimáticas adversas como Canadá, hasta llegar al sur del continente de Chile, pasando por Centroamérica. Con presencia en la costa del Atlántico, en el Caribe, llegó a extenderse a Brasil y Argentina, por medio de mazorcas amarillas y maíces Flint, coloradas y anaranjadas a mediados del siglo XVII. Esta gran riqueza genética ha llegado a dar origen a una gran variedad de maíces, que en la actualidad han llegado a reunir un total de 300 tipos (32).

2.2.6. Taxonomía del maíz.

Perteneciente a la familia de las gramíneas y a la tribu maideas. El maíz posee dos géneros de origen americano son: *Zea*, *Tipsacum* y *Euchlaena*, la importancia de estos últimos géneros reside en su relación filogenética con el género *Zea* (33).

En la tabla 1, se detalla la clasificación taxonómica de este cultivo.

Tabla 1. *Taxonomía del cultivo de maíz*

Taxonomía	Categoría
Reino:	Vegetal
División:	Tracheophyta
Clase:	Angiosperma
Orden:	Graminales
Familia:	Gramineae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Mays</i> L.

Elaborado: Autora.

Fuente: (34)

2.2.7. Características botánicas del maíz.

2.2.7.1. Sistema Radicular.

De raíces fibrosas se presenta en tres tipos: de anclaje, adventicias y seminales. Generalmente, se extiende en un radio de 1 m aproximadamente a los laterales y 2,20 m en profundidad. Las raíces seminales son las encargadas de nutrir a la planta en los primeros estadios, mientras a partir de la corona (nudos basales) se desarrollan raíces adventicias permanentes por debajo del nivel del suelo (35).

Al culminar el estadio de panojamiento, a partir de los primeros nudos situados por encima de la superficie del suelo sobresalen verticilos radicales que se anclan en el suelo y conforman el sistema radicular de anclaje (35).

2.2.7.2. Tallo.

Alrededor del tallo pueden existir pocas o muchas ramas, sin embargo, la producción siempre tendrá lugar en el tallo principal, el cual se muestra cilíndrico y leñoso, compuesto por nudos y entrenudos longitudinalmente, con una media de 14, mostrándose una hoja por

cada nudo y una yema basal por cada entrenudo (36). Con respecto a la altura, este órgano alcanza en promedio 55 cm, hasta 4,20 m. Existen también formas enanas (35).

2.2.7.3. Hojas.

De bordes lisos en su gran mayoría, suelen ser alargadas y anchas. Las hojas se encuentran predispuestas a manera de vainas foliares generalmente pronunciadas, cilíndricamente en su parte inferior y cuya función es cubrir los entrenudos del tallo, abrazando las aurículas, pero con los extremos descubiertos. Su color generalmente es verde, pero existen genotipos que presentan hojas verde y púrpura y blanco y verde, presentándose así mismo en los entrenudos (36).

Las hojas presentan varias modificaciones: cotiledón, coleóptilo, hojas de follaje, prófilos, chalas y brácteas de las inflorescencias (35). Y estas a su vez, están constituidas por: vaina, cuello y lámina. Esta última es una banda delgada y angosta de hasta 0,1 m de ancho y 1,5 m de largo, que termina en un ápice agudo. La nervadura central se encuentra bastante desarrollada, se muestra prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el haz (37).

2.2.7.4. Sistema Floral.

Las flores femeninas de maíz se ubican en la parte basal de los entrenudos desarrollados en el tallo, producen de 1 a 3 mazorcas, mismas que poseen ovarios los cuales una vez polinizados darán lugar a los granos. Cada ovario posee un largo estilo predispuesto a manera de cabellos, mismos que se asoman a través de las hojas que recubren la mazorca, el polen que resbalan hacia estos pelos, producen la germinación y el crecimiento a través de los estilos hasta alcanzar los ovarios y se genera la fecundación. La flor masculina (panoja) se desarrollan en el tallo principal, estos generan polen únicamente, y el cual es arrastrado por el viento hasta las plantas cercanas.

Las masculinas se aglomeran en una panícula terminal y las femeninas se agrupan en varias espigas (mazorcas o panojas) que sobresalen de las axilas foliares a partir del tercio medio del tallo. Las flores macho tienen una dimensión promedio de 7 mm, salen por parejas a lo largo y ancha de ramas finas ubicadas en la parte superior del tallo. Cada flor macho posee tres estambres filamentosos, mientras que las femeninas se reúnen en una ramificación

cubierta de brácteas foliares. Los estilos sobresalen de las brácteas, alcanzando una longitud de entre 12 a 20 cm formando una abundante cabellera que sale por el extremo de la mazorca (36),(38).

2.2.7.5. Grano.

Los granos, también conocidos como carióspside se encuentran distribuidos en cantidades de 600 hasta 1000 unidades por cada mazorca, predispuestos en hileras que alcanzan un promedio de 14 filas, estos pueden ser opacos u cristalinos, dentados y semidentados, dependiendo del material, en cuanto a sus tonalidades, sobresalen los maíces amarillos y blancos, los cuales son los más demandados por la industria (36).

Es importante destacar que el grano está conformado por 3 partes bien diferenciadas que son: la pared, el embrión y el endosperma, siendo el último el que mayor variabilidad presenta, debido a que es la estructura que brinda las características físicas propias de la variedad cultivada, precisamente la forma, tamaño y color (39).

2.2.8. Requerimientos del cultivo.

2.2.8.1. Clima.

Los genotipos de maíz adaptados a las condiciones climáticas tropicales y subtropicales generalmente requieren temperaturas que oscilen entre 25 y 30 °C para su correcto desarrollo, así como una abundante exposición a los rayos solares y climas que se ajusten a sus necesidades, siendo aquellos climas húmedos perjudiciales para los parámetros productivos (rendimiento) (40).

Para que la tasa de emergencia sea la óptima, se requieren temperaturas que oscilen entre 15 y 20°C. Como contrapunto, si las temperaturas llegan a registrar mínimos de hasta 8° C y máximos que superen los 30°C pueden generar incidencias en la absorción de recursos hídricos y nutricionales en el suelo. Para la fructificación las temperaturas idóneas deben rondar los 20 a 32 °C (40).

2.2.8.2. Suelos.

Si bien el maíz se adapta a diversos tipos de suelos, sin embargo, requiere de sustratos fértiles, siendo los preferibles aquellos suelos con pendientes bajas, buen drenaje, textura media, estructura granular fiable, buena fertilidad y pH entre 5,5 y 7 (34).

2.2.8.3. Agua.

Cuando se trata de una variedad de maíz tropical con un ciclo biológico de 120 días, posee un requerimiento hídrico promedio de 650 mm (41).

2.2.9. Labores culturales.

2.2.9.1. Análisis de suelo.

Una nutrición óptima para el maíz puede resultar en uno de los factores claves para la obtención de rendimientos abundantes. Para lograr que este solvente todas las necesidades del cultivar, es necesario realizar un análisis de suelo, el cual a priori permitirá determinar la composición edáfica, mismo que se desglosa en aspectos como: el contenido de materia orgánica, pH, salinidad, etc. Los cuales se muestran como elementos necesarios para calcular las respectivas dosis de fertilizantes a aplicarse. Es importante recalcar que este proceso es necesario realizarlo un mes y medio previo a la siembra (42).

2.2.9.2. Preparación del suelo.

La preparación del terreno es un procedimiento muy importante y necesario previo a la siembra, como recomendación se requiere realizarlo con un mes de anticipación para destruir terrones, depurar las malezas e incorporar los residuos, nivelar, etc. Todo ello, se consigue mediante un arado de rastra y cruza, si la preparación se realiza mecánicamente se deben realizar dos pasadas de forma perpendicular una de la otra, para evitar la formación de posas y charcos, los cuales llegan a alcanzar profundidades de entre 15 a 20 cm. En labranza cero se deben rozar el suelo y luego de las primeras lluvias se deberá aplicar el herbicida (43).

2.2.9.3. Siembra.

El calendario de siembra dependerá de la época climática de la zona de cultivo, tomando de referencia la época lluviosa, dado que, por lo general en zonas con condiciones particulares de altitud, que sobrepasan los 2200 msnm se siembra en fechas distintas que en zonas con condiciones distintas de la región y el país. Por lo general su densidad de siembra, cuando se siembra como monocultivo es de 0,25 cm entre plantas y 0,80 cm entre surcos; cuando se siembra a manera de cultivo asociado con especies como el frejol, se emplea un distanciamiento distinto, entre 0,50cm entre plantas y 0,80 entre surcos (43).

2.2.9.4. Control de maleza.

La competencia, por espacio, luz y nutrientes que existe con las malezas afecta de manera trascendental al desarrollo de las plántulas en los primeros estadios. Este efecto se considera contraproducente durante los 35 días posteriores al brote de las semillas de maíz. Por otra parte, respecto a las malezas que crecen posterior al aporque no influyen con tanta trascendencia sobre el rendimiento, sin embargo, estas no dejan de ser perjudiciales, ya que sirven de hospederas para plagas y enfermedades (44).

El control de malezas se puede aplicar de dos formas: convencional (herbicidas) y cultural (labores del cultivo). Este último se aplica cuando las malezas se encuentran en pequeña escala y en pocas proporciones mediante el aporque, labor muy eficiente para el control manual de malezas (44).

Entre las malezas más invasivas en la zona central de la región costa ecuatoriana se ubican la “Iechoza” (*Euphorbia sp.*), la “betilla” (*Ipomoea spp.*), la “caminadora” (*Rottboellia exaltata*), la piñita (*Murdania nudiflora*) y el “coquito” (*Cyperus rotundus*) (45).

2.2.9.5. Raleo.

Es una práctica cultural empleada, su finalidad es evitar la competencia entre plantas. Por lo general se realiza entre los 18 a 22 días post-siembra, la misma consiste en eliminar las plantas que se encuentren de más por cada uno de los hoyos de siembra (45).

2.2.9.6. Aporque.

Esta práctica se pone en práctica cuando la planta registra alturas próximas a los 40 cm, su finalidad es el aporte de materia orgánica a la planta, así como para fijar las plantas y evitar el acame (44).

2.2.9.7. Fertilización.

La fertilización como componente importante para el desarrollo del cultivo y factor de enorme incidencia sobre los parámetros productivos del cultivo de maíz, es el encargado de suministrar macronutrientes como el N, P, K, los cuales se aportan tomando en cuenta las necesidades del cultivo y los nutrientes disponibles en el suelo, esto para aplicar las cantidades específicas de elementos requeridos (44),(46).

2.2.9.8. Cosecha.

La última de las prácticas y uno de los momentos más decisivos en el cultivo de maíz es la cosecha, esta consiste en la recolección de mazorcas, las cuales se sustraen de las plantas, separándoles de las pancas. Este proceso se puede poner en práctica una vez el maíz alcance un porcentaje máximo de 30% de humedad. En algunas regiones se cosecha el maíz cortando la planta entera y dejando la mazorca para que se seque por medio de los rayos del sol, realizando posteriormente el respectivo despanque (44).

Lo anterior se debe a que en muchas ocasiones el productor prefiere obtener un producto con bajo contenido de humedad, ya que esto permite el crecimiento de hongos, los cuales sumados a las condiciones climáticas permiten su promulgación exponiéndole al ataque de insectos y enfermedades, perjudicando la calidad de los granos (47).

2.2.9.9. Postcosecha.

La postcosecha como parte del almacenamiento y preservación de las cosechas, se debe realizar en lugares secos y frescos (ventilados), con una humedad inferior al 13% en el grano, evitando el ataque de insectos y roedores (48).

2.2.10. Plagas.

2.2.10.1. Ácaros.

Existen algunas especies de ácaros que atacan el maíz, entre estas están *Tetranychus cinnabarinus*, *Oligonychus pratensis* y *Tetranychys urticae*, los cuales son los principales ácaros que atacan el cultivo, afectando grandemente el rendimiento del cultivo (49).

2.2.10.2. Oruga taladro.

Se trata de un lepidóptero muy conocido, de nombre científico *Sesamia nonagrioides*, provoca galerías en la parte interior del tallo de las plantas de maíz, mismas que llegan a alcanzar dimensiones de hasta 4 cm de longitud (49).

2.2.10.3. Gusano gris.

En su estado larvario este lepidóptero del género de *Agrotis*, posee una tonalidad grisácea. Los daños ocasionados se generan precisamente en este estado, estas ingresan en el tallo ocasionando orificios por donde ingresan patógenos generadores de enfermedades, así como demás insectos, todos estos factores ponen en riesgo el rendimiento si no se controlan debidamente (49).

2.2.10.4. Gusano cogollero.

El gusano cogollero también conocido como *Spodoptera frugiperda*, ataca principalmente el cogollo de las plantas, o meristemas apicales de la planta de maíz, esta plaga se alimenta del follaje tierno ocasionando el daño foliar, impidiendo la producción de nuevas hojas, desequilibrando la producción de alimento de la planta (49), (47).

2.2.10.5. Barrenador del tallo.

Este gusano de nombre científico *Ditraea saccharalis*, produce daños en el tallo del maíz, en la parte basal, generando un mayor número de plantas afectadas por acame, e impidiendo su correcto desarrollo. Esta plaga subsiste en la planta hasta alcanzar el estado fisiológico de adulto (49).

2.2.11. Enfermedades.

2.2.11.1. Carbón del maíz.

Originado por la especie *Ustilago maidis*, es un hongo que afecta negativamente las espigas, tallos, hojas y mazorcas. Estas se disponen a manera de agallas blanquinosas grandes que atacan individualmente los granos. Estas en un estado más avanzados dichas agallas se rompen, exponiendo una masa negracea que infectará a las siguientes cosechas. Esta enfermedad tiene mayor incidencia en las plantas jóvenes, en las cuales produce enanismo e incluso la muerte (50).

2.2.11.2. La roya.

El agente causal es *Puccinia sorghi*, el cual se distribuye en zonas con altas humedades y calidez; lo cual genera mayor daño si se presenta en estados fisiológicos iniciales, caso contrario ocurre en estados más avanzados. Para poder controlar este patógeno, es necesario realizar labores culturales como desmalezar con la finalidad de romper el ciclo biológico del cultivo (50).

2.2.11.3. Antracnosis.

Su agente causal es *Colletotrichum graminocolum*, esta se presenta a través de manchas marrones-rojizas en las hojas, provocando a marchitamiento en el limbo, destruyendo las hojas más antiguas (49).

2.2.11.4. *Helminthosporium turcicum*.

Esta enfermedad afecta la parte inferior de las hojas de la planta de maíz, se presenta a través de manchas pardeadas de color verde, de entre 3 a 15 cm (49).

2.2.11.5. Bacterosis.

El agente causal es *Xanthomonas stewartii*, esta enfermedad afecta la zona foliar de la planta de maíz, originando manchas con tonalidades que van del verde claro al amarillo insípido, en los tallos jóvenes se presentan como manchas descoloradas (49).

2.2.12. Etapas fenológicas del maíz.

La fenología correspondiente al ciclo del maíz se divide en dos etapas: La vegetativa (V), que corresponde a la acumulación de biomasa fresca (hojas) durante el desarrollo, y la reproductiva (R) que empieza con el surgimiento de estigmas (R1) y concluye con la madurez fisiológica presente en los granos de la mazorca (51). En la tabla 2, se detallan las distintas etapas fenológicas que atraviesa el cultivo de maíz:

Tabla 2. *Fenología del maíz.*

Etapas	Días	Características
VE	5	Emergencia del coleóptilo sobre la superficie del sustrato (suelo)
V1	9	Cuello de la primera hoja verdadera visible
V2	12	Cuello de la segunda hoja verdadera visible
Vn		Cuello de la hoja “n” visible (“n” equivale al número total de hojas en la planta, las cuales en promedio suelen encontrarse entre 16 y 22, no obstante, durante la floración se pierden las 4 o 5 hojas inferiores)
VT	55	La rama final de la panoja es completamente visible
R0	57	El polen se comienza a desprender durante la floración masculina
R1	59	Estigmas visibles
R2	71	Los granos de maíz poseen un líquido claro en su interior que permite divisar el embrión. Por esa razón se conoce como etapa de ampolla
R3	80	El líquido presente en el interior del grano tiende al blanco lechoso. Razón por la cual se denomina etapa lechosa
R4	90	Los granos están compuestos de una pasta de tonalidad blanca en su interior, mientras el embrión ocupa la mitad del ancho del mismo. A esta etapa se la conoce como manosa.
R5	102	Etapla conocida como dentada. En esta fase los granos se encuentran compuestos de un notable porcentaje de almidón en la parte superior, evento que permite que, aquellos genotipos de grano dentado,

adquieran dicha forma. Tanto en genotipos dentados como en cristalinos se puede apreciar la denominada “línea de leche” cuando se observa el grano lateralmente.

R6 112 Conocida como madurez fisiológica. Se puede apreciar una capa negra en la parte basal del grano. En este punto, se registran humedades que oscilan el 35%

Elaborado: Autora.

Fuente: (52)

2.2.13. Cultivares mejorados.

Representan los materiales vegetales más usados en la mayor parte de programas de mejoramiento genético del maíz. No obstante, estos abarcan exclusivamente una fracción diminuta de la diversidad genética. De cualquier forma, las utilidades inmediatas de los esfuerzos realizados durante el mejoramiento de cultivares de maíz para aumentar la productividad son mayores que la implementación de los mejores cultivares existentes. Por ello, hay que recalcar la importancia de los distintos genotipos a disposición para el mejoramiento genético de la especie, en especial si estos poseen características de enorme importancia (53).

2.2.14. Híbrido.

La hibridación de cultivos tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación F₁ (híbrido F₁), el cual es el resultado de la cruce de dos variedades progenitoras con distintas estructuras genéticas, estas pueden ser sintéticas de polinización libre, líneas parcial, familias, y totalmente endogámicas (54).

Por lo general se originan distintos tipos de híbridos como: los simples, triples, compuestos, producidos a partir de programas de mejoramiento genético, para combinar distintos caracteres de diferentes genotipos. Es importante destacar que para optimizar genéticamente el maíz es importante involucrar un requerimiento diferente y explícito (55).

Los híbridos llegan a producir alrededor del 20% más que en materiales con polinización abierta. Estos materiales alcanzan una mayor producción de grano a causa de una

fertilización idónea, y a una densidad de cultivo que se ajusta a las condiciones presentes en la finca (55).

Indican que los productores pueden llegar a percibir grandes utilidades con un buen material, implantación de la densidad de siembra, lo cual permitiría aumentar significativamente su productividad y por ende el rendimiento de las cosechas (55).

2.2.14.1. Ventajas del uso de híbridos.

En relación con materiales criollos y sintéticos los híbridos poseen ciertas ventajas como: mayor rentabilidad, floración uniforme, maduración y vigorosidad, una altura más corta que permiten una disminución del porcentaje de acame y una mejor cosecha, mayor sanidad del grano y la mazorca, mejor desarrollo inicial y mayor precocidad (56).

2.2.15. Descripción del híbrido Centella.

Híbrido simple recomendado para invierno. Sus principales características son:

Tabla 3. *Características del híbrido Centella.*

Categoría	Características
Días de floración	54 días
Días de cosecha	120 días
Altura de planta (cm)	220-235
Altura de mazorca (cm)	120-130
Tipo de grano	Semi-cristalino
Hileras por mazorca	12-14
Tolerancia a acame	Moderadamente resistente
Índice de desgrane	84%
Tolerancia a enfermedades foliares	Resistente
Tolerancia a enfermedades de la mazorca	Resistente
Distancia de siembra	1 semilla por sitio 80x20cm /2 semillas por sitio 80X40cm

Elaborado: Autora.

Fuente: (57).



Figura 2. Maíz híbrido Centella (57).

2.2.16. La densidad de siembra y su importancia.

La densidad poblacional o densidad de siembra es una de las labores culturales con mayor eficiencia para efectivizar la captura de los rayos solares en la plantación, y por ende para la obtención de mejores registros durante la cosecha de los mismos. La cantidad de plantas requeridas para obtener una mayor eficiencia en la captura de radiación solar está en relación del tipo morfológico de las hojas y del área foliar (58).

Una densidad pobre afecta enormemente la captura de luz y por consiguiente la productividad, debido a que gran porcentaje de los rayos solares no son captadas por las plantas lo cual deriva en un menor contenido de materia seca en el follaje. Plantas con menor cantidad de hojas y hojas erectas requieren de mayores densidades para así poder cubrir totalmente la superficie del suelo. Es por esto que los híbridos modernos de maíz, cuya arquitectura de plantas tiene tales características morfológicas, presentan una mejor respuesta al aumento de la densidad para una mayor producción de grano.

Como distancias recomendadas en términos generales para la siembra de maíz varían entre 70 a 80 cm cuando los cultivares se muestran de baja estatura, mientras que para aquellos con mayor área foliar y altura se recomienda 90 cm. Cabe recalcar que el rendimiento del cultivo está directamente relacionado con el número de granos presentes por unidad de superficie que por la cantidad de mazorcas presentes en cada una de las plantas (58).

El maíz al igual que demás cultivos, se ve fuertemente influenciado por la disponibilidad de recursos como el nitrógeno y el agua, los cuales modifican marcadamente la respuesta a la densidad de siembra. En condiciones de buena disponibilidad de recursos hídricos y nutrientes en el suelo, junto a densidades elevadas se puede llegar a obtener rendimientos considerablemente altos. Por otra parte, en ambientes de escasa disponibilidad de agua, la densidad idónea podría disminuir sensiblemente, esto debido a que, si los recursos disponibles en el ambiente se muestran limitantes, la tasa de crecimiento, floración y demás decrecen significativamente (58).

2.2.17. Investigaciones relacionadas.

- Montenegro (2010) indica que mayor rendimiento de grano registrado por el híbrido “Dekalb DK- 1040”, es consecuencia a que el híbrido mostró características superiores a los otros genotipos ensayados; obtuvo 7.649 y 5.684 t/ha, respectivamente, difiriendo significativamente. El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos, determino que todos los tratamientos produjeron utilidades económicas por hectárea, siendo mayor con el híbrido “DeKalb DK -1040” fertilizado con 180-120-4 kg/ha y una utilidad de \$1419,32 por hectárea, reflejándose la importancia de un balanceado programa nutricional (59).
- Ortiz (2014), en su estudio sobre evaluación de tres distanciamientos de siembra en dos híbridos de maíz, en el cantón Simón Bolívar provincia del Guayas. Concluye a) Se obtuvo mayor precocidad con la densidad de siembra de 0,90 m x 0,139 m (tres bolillo); b) No hubo diferencia en los efectos de interacción entre los híbridos (Agri 104 y Gladiador 688) con los tres distanciamientos de siembra; y c) Según el análisis económico, el híbrido Gladiador 688, cultivado bajo un distanciamiento de siembra de 0,80 m x 0,20 m, presentó la mayor tasa de retorno marginal (60).
- Santillán (2008) estudio el comportamiento agronómico de los híbridos de maíz 2B – 710 y Trueno, sembrados con diferentes densidades poblacionales en condiciones de secano en la zona de Quevedo, obteniéndose resultados de 9.70 y 9.38 t/ha, superando al testigo Iniap H 551 en un 27.33 %, respectivamente; con las densidades de 100.000 y

83.000 plantas/ha, se obtuvieron los mayores rendimientos de grano (9.54 y 9.24 t/ha respectivamente) (59).

- Moya (2016), en un estudio de densidades poblacionales (41667, 50000 y 62500 plantas/ha) con tres híbridos de maíz en la localidad de El Triunfo, encontró que el rendimiento, peso de mil semillas, la relación grano tusa, el diámetro y longitud de la mazorca fueron superiores a las cultivadas con las otras densidades de población (60).
- Yance (2004) estableció un ensayo con altas densidades poblacionales en el maíz híbrido Dekalb 5005 en la zona de Pueblo viejo obteniéndose con las poblaciones de 90909 y 100000 pl/ha los mayores rendimientos de grano de 10838 y 10191 t/ha, respectivamente y por ende las mayores utilidades económicas por hectárea. Se observó que el rendimiento de grano se incrementó conforme aumentaban las densidades poblacionales (59).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y metodología.

El trabajo investigativo se desarrolló en las inmediaciones de la finca “La Victoria”, localizada en el km 32 vía al cantón Ventanas, provincia de Los Ríos, con coordenadas $79^{\circ} 25' 35''$ longitud oeste y $01^{\circ} 17' 12''$ latitud sur, a una altitud de 107 msnm.

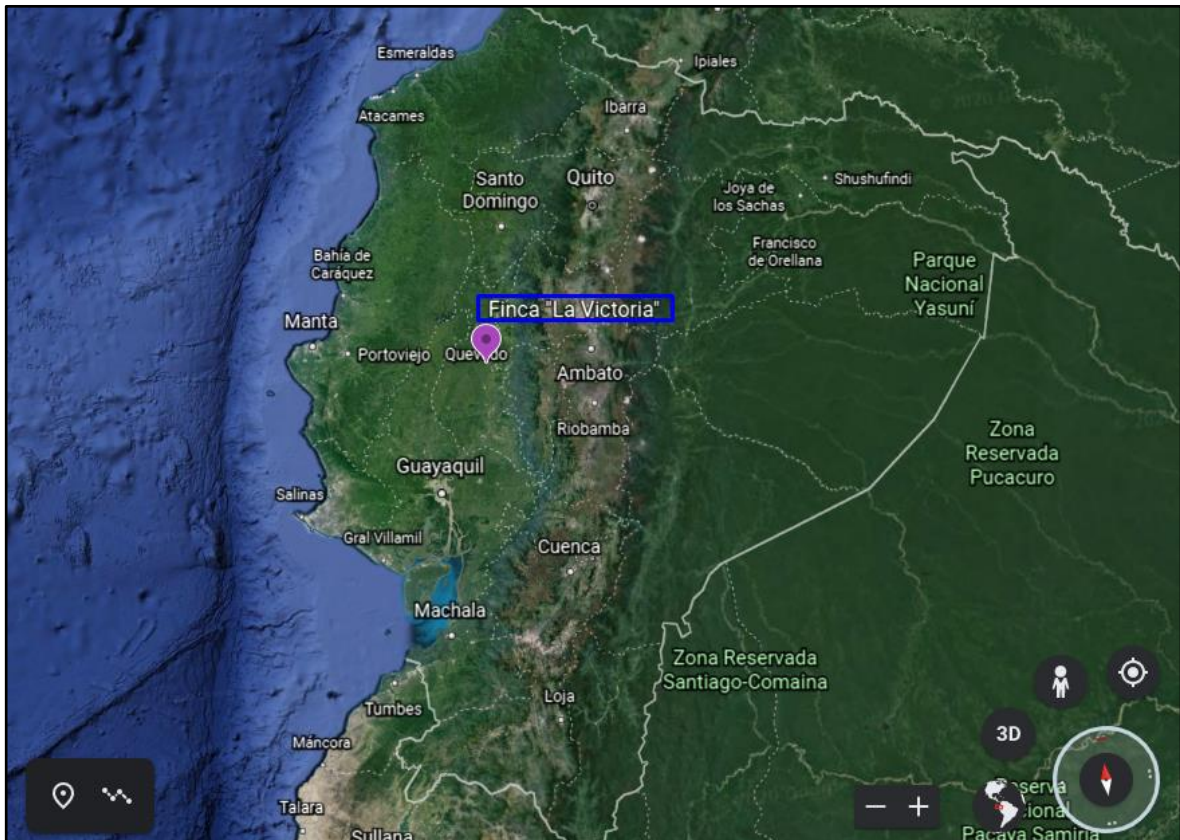


Figura 3. Toma satelital de la finca “La Victoria” (61) (Google Earth, 2021).

3.1.1. Condiciones agroclimáticas.

En la tabla 4 se describen las condiciones climáticas y de suelos presentes en el lugar donde se estableció el lote y desarrollo la investigación:

Tabla 4. *Condiciones agroclimáticas del cantón Ventanas-provincia de Los Ríos*

Datos agroclimáticos	Promedios
Temperatura (°C)	24
Humedad relativa (%)	81
Precipitación (mm/año)	2094,5
Heliofanía (horas luz/año)	800
Zona ecológica	Bosque Tropical Seco (BST)
Topografía	Regular

Elaborado: Autora

Fuente: (62), (63)

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. De campo.

En campo se logró contrastar el efecto de distintas densidades de siembra del cultivo del híbrido de Maíz Centella, con las condiciones agroclimáticas presentes en la finca “La Victoria” del cantón Ventanas.

3.2.2. Experimental.

El ensayo experimental permitió determinar la densidad de siembra idónea para mejorar los parámetros productivos del híbrido Centella en las condiciones agroclimáticas del cantón Ventanas.

3.3. Método de investigación.

3.3.1. Método analítico.

El método analítico permitió comparar el desempeño del híbrido Centella, mediante el análisis de los resultados de los tratamientos obtenidos mediante la aplicación de un diseño experimental.

3.3.2. Método de observación.

A través de la observación se pudo registrar diferencias en la acumulación de biomasa entre tratamientos debido a la interacción genotipo-ambiente, sumado a las distintas densidades poblacionales.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

La información primaria se obtuvo durante el desarrollo de la investigación. En tanto a la información secundaria recopilada y puntualizada en los marcos conceptual y referencial, correspondieron a una búsqueda no sistemática en las principales bases de datos científicas y académicas, donde se extrajo información de fuentes secundarias como artículos científicos, libros, tesis (doctorales, postgrado y pregrado), folletos, informes, reportes, boletines, sitios web oficiales, etc.

3.5. Diseño de la investigación.

El experimento correspondió a un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 5 repeticiones. Para la comparación de medias entre tratamientos se implementó el test de Tukey ($p \leq 0,05$). En la tabla 5 se muestra la descripción de los tratamientos estudiados y, en la tabla 6 se observan las características que tuvo el lote experimental de maíz.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos

Nº	Tratamientos	Distancia entre hileras	Distancia entre plantas	Plantas por hectárea	Repeticiones
1	Híbrido (Centella)	60 cm	20 cm	83333.33	5
2	Híbrido (Centella)	70 cm	20 cm	71428.57	5
3	Híbrido (Centella)	80 cm	20 cm	62.500	5

Elaborado: Autora

Tabla 6. *Características del lote experimental*

Características	Cantidad
Unidades experimentales	15
Tratamientos	3
Repeticiones	5
Parcelas	15
Dimensión de las parcelas	25 m ² (5 m x 5m)
Área total del ensayo	966 m ²
Distancia entre plantas	0,20 m
Distancia entre hileras	0,60 m – 0,70 m – 0,80 m
Separación entre parcelas	2 m
Área total del lote experimental	966 m ²

Elaborado: Autora

El esquema del análisis de la varianza se presentó en la tabla 7:

Tabla 7. *ANOVA*

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamiento	t-1	2
Error experimental	t (r-1)	12
Total	t*r-1	14

Elaborado: Autora.

Modelo matemático:

Ecuación 1

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Total de la observación

μ = Promedio de la muestra

T_i = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Error experimental (64).

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Variables a estudiar.

3.6.1.1. Altura de planta (cm).

Para extraer los datos correspondientes a la altura de la planta, se procedió a registrar los valores obtenidos a partir de los 15 días posterior a la siembra hasta el inicio de la floración con intervalos de 15 días, para lo cual se seleccionaron al azar 6 plantas por cada tratamiento y procedieron a medir con un flexómetro desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja de mayor altura.

3.6.1.2. Diámetro del tallo (cm).

El diámetro del tallo se registró en la parte media del mismo con la ayuda de un calibrador. Los datos se tomaron desde los 15 días post-siembra hasta el inicio de la floración, con intervalos de 15 días.

3.6.1.3. Número de hileras de mazorcas.

Se contabilizaron las hileras presentes en 10 mazorcas seleccionadas aleatoriamente por cada unidad experimental (repetición y tratamiento).

3.6.1.4. Longitud de la mazorca (cm).

Se extrajeron 10 mazorcas aleatoriamente por cada una de las parcelas, y con la ayuda de la cinta métrica se midió la longitud de las mazorcas de la parte basal de la inserción con el pedúnculo hasta el ápice de las mazorcas.

3.6.1.5. Diámetro de la mazorca (cm).

Para determinar el diámetro de la mazorca, se procedió a implementar un calibrador y se procedió a registrar los valores existentes en la parte media de las mismas.

3.6.1.6. Peso de 100 semillas (g).

Se tomaron 100 semillas al azar por cada unidad experimental y se pesaron con una balanza de precisión.

3.6.1.7. Rendimiento del grano (kg/ha).

El rendimiento del grano se obtuvo por medio del peso total de la parcela (unidad experimental), para lo cual se implementó la Ecuación 2:

Ecuación 2

$$kg/ha = \frac{Rendimiento\ por\ parcela\ útil\ (kg) * 10000\ m^2}{Área\ de\ parcela\ útil\ (m^2)}$$

3.6.1.8. Fenología.

Para determinar las unidades de calor diario (UC) o grados útiles diarios, se procedió a establecer como temperatura umbral inferior 10 °C y como temperatura umbral superior 30 °C (65), los cuales en conjunto con la temperatura media diaria permitieron establecer las UC. Para ello fue necesario emplear la siguiente ecuación:

Ecuación 3

$$UC = \left(\frac{T_{máx} - T_{mín}}{2} \right) - T_{base}$$

3.6.1.9. Análisis económico.

El análisis económico se realizó a partir del rendimiento del grano, costos totales de producción e ingresos netos que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos, para lo cual fue necesario aplicar la siguiente formula:

Ecuación 4

$$Relación \frac{B}{C} = \frac{Ingresos \text{ netos}}{Costos \text{ totales}}$$

3.6.2. Manejo del experimento.

Se procedió a delimitar el terreno en una superficie de 966 m², para ello fue necesario realizar una desmalezada y arado del mismo. Posterior a ello se distribuyeron las parcelas de manera aleatoria, el orden en el que se encuentran se puede observar en el Anexo 1.

Previo a la siembra, las semillas fueron curadas con Semeprid en tres distintas dosis: 350 ml/ha para las semillas empleadas en T1, 400 ml/ha en T2 y 450 ml/ha en T3, para posteriormente, el 6 de enero del 2020 proceder a realizar la siembra. Esta se desarrolló de forma manual y directamente en campo con la ayuda de una sembradora, la cual permitió realizar esta labor de forma conjunta con una fertilización a base de muriato de potasio, la cual se suministró a razón de 150 kg/ha en T1 y T2, mientras en T3 se suministró 100 kg/ha. Un punto importante a resaltar, fueron las distancias de siembra, los cuales correspondieron a los distintos tratamientos en estudio, tal y como se muestra a continuación:

- T1 (60 cm x 20 cm)
- T2 (70 cm x 20 cm)
- T3 (80 cm x 20 cm)

Respecto al manejo fitosanitario, como base esencial para el desarrollo óptimo del cultivo, se procedió a realizar un total de ocho aplicaciones, la primera tuvo lugar posterior a la siembra donde se procedió a suministrar a todos los tratamientos y con la ayuda de una bomba manual de 20 litros, herbicidas como: Gesaprim en una dosis de 500 g/ha, Prol-

Omega (2 L/ha) y King (2 L/ha) junto al insecticida Solaris (250 cc/ha) el cual estuvo acompañado de un coadyuvante (Arpon 60 cc/ha).

Más adelante se procedió a realizar fumigaciones dentro de las parcelas distribuidas dentro del lote, así como en las calles de los mismos, empezando a los 12 días después de la siembra donde a través de una bombada en toda la parcela se aplicó Radiant en una dosis de 250 cc/ha en todos los tratamientos. Poco después a los 15 días, se aplicó Nostoc a razón de 32 g/ha y Gesaprim a 500 g/ha. A los 22 días se procedió a aplicar Metralla en dosis de 150 g/ha, Topgun en dosis de 500 cc/ha, Siapton y Complex en dosis de 1 L/ha y Urea a razón de 300 kg/ha en T1, 250 kg/ha en T2 y 200 kg/ha en T3.

Pasado los 32 días después de la siembra, se aplicó en una sola bombada a todo el lote productos como: Radiant en dosis de 250 cc/ha, así como Siapton y Complex en dosis de 1L/ha respectivamente. A los 40 días se aplicó 300 g/ha de Agry-Gentoplis junto a 1 L/ha de Optiwater. Posteriormente a los 42 días se aplicó dos bombadas a toda la parcela de Cerillo en una dosis de 1 ½ L/ha. Cumplido los 48 y 53 días posterior a la siembra, se volvió a aplicar Agry-Gentoplus en una dosis de 300 g/ha junto a Optiwater 1 L/ha, mediante dos bombadas al lote respectivamente.

Por último, en cuanto a la labor de cosecha se llevó a cabo de forma manual, una vez las distintas parcelas alcanzaron la madurez fisiológica.

3.7. Recursos humanos y materiales.

Talento humano que contribuyo a la realización del presente proyecto de investigación:

- Director del proyecto de investigación Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas.
- Estudiante y autora del proyecto de investigación Jennifer Yamali Villacis Seme.
- Personal colaborador de la empresa INTEROC S.A.

3.7.1. Material vegetativo.

- Semilla certificada de maíz-híbrido Centella (1 kg).

3.7.2. Materiales y equipos.

3.7.1.1. Materiales y equipos de oficina.

- Bolígrafos
- Ordenador HP
- Cámara digital
- Ristra de hojas formato A4
- Carpeta
- Libreta de apunte
- Impresora Cannon

3.7.1.2. Materiales y equipos de campo.

Materiales.

- Cinta adhesiva
- Mascarilla
- Piola
- Guantes
- Estacas de madera

Equipos.

- Pala
- Flexómetro
- Calibrador
- Balanza
- Machete
- Rastrillo
- Espeque
- Bomba manual de 20 lts
- Bomba a motor
- Sembradora

Fertilizantes.

- Muriato de potasio
- Urea (17 kg)
- Abono 10-30-10
- Siapton (50 ml)
- Complex (50 ml)

Insecticidas.

- Solaris (40 g)
- Semeprid (17 cc)
- Radiant (50 cc)
- Metralla (30 g)

Herbicidas.

- Gesaprim (150 g)
- Prol-Omega (200 g)
- King (150 g)
- Nostoc (32 g)
- Cerillo (170 cc)

Fungicidas.

- Topgun (50 ml)

Bactericidas.

- Agry-Gentoplus (25 gr)

Regulador de pH.

- Optiwater (50 ml)

Coadyuvante.

- Arpon 10 cc

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta (cm).

En la variable altura de la planta a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, se logró constatar mediante el ANOVA que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$). Referente a la altura a los 15 días post-siembra, se presentó un coeficiente de variación del 7,49, además se mostraron valores estadísticamente similares en los tratamientos T1, T2 y T3 de 17,40, 17,16 y 16,84 cm respectivamente. De igual manera ocurrió a los 30 días con 72,48, 72,92 y 70,64 cm en los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Por último, se mantuvo el patrón estadístico a los 45 días, donde pese a obtener valores para los tratamientos T1, T2 y T3 de 197, 194 y 198 cm respectivamente tampoco fue la excepción (tabla 8).

Estos datos discrepan con lo determinado por Martínez Mayorga y Pérez Medina (2004)(66), quienes encontraron que la altura de la planta se ve afectada significativamente al aumentar la densidad poblacional. Aquello guarda una estrecha relación con lo concluido por Mera (2015) (39), quien indica que cuando se incrementa el número de plantas por hectárea, se da un aumento en la altura de la planta y en el punto de inserción de la mazorca principal. No obstante, si bien la altura de la planta puede ser capaz de aumentar a mayor densidad del cultivo, el crecimiento y expansión foliar de la planta puede verse afectada al reducir su capacidad de captación de la radiación fotosintéticamente activa, causando reducciones severas en la biomasa fresca en ausencia de una síntesis efectiva de proteínas y por ende problemas en la actividad metabólica según Torres (2015) (30).

Tabla 8. *Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.*

Tratamientos	Altura					
	15 días		30 días		45 días	
T1 (60 cm x 20 cm)	17,40	a	72,48	a	197 a	a
T2 (70 cm x 20 cm)	17,16	a	72,92	a	194 a	a
T3 (80 cm x 20 cm)	16,84	a	70,64	a	198 a	a
C.V. (%)	7,49		13,13		8,14	

Letras iguales no son significativas según el test de Tukey ($P>0.05$).

4.2. Diámetro del tallo (cm).

En cuanto a la variable diámetro del tallo a los 15, 30 y 45 días y de acuerdo al ANOVA no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$). Registrando valores a los 15 días de 0,40, 0,38 y 0,40 mm para T1, T2 y T3 respectivamente. Conforme transcurrió el tiempo, a los 30 días la altura de la planta registró valores en T1, T2 y T3 con 2,08, 2,03 y 2,06 cm respectivamente. Finalmente, a los 45 días, con un coeficiente de variación de 8,77%, se registraron valores para los tratamientos T1, T2 y T3 de 2,54, 2,44 y 2,56 cm (tabla 9).

Los datos obtenidos difieren de los obtenidos por López citado por Chumpitaz (2018) (67), ya que en este trabajo el autor menciona que el diámetro del tallo es afectado por las densidades, teniéndose un mayor diámetro cuando la distancia entre golpes es mayor. Lo cual concuerda con Chumpitaz, debido a que en los resultados obtenidos en su investigación se mostró que en todos los casos existió una disminución del diámetro del tallo conforme se aumentó la densidad de siembra (67). Aquello es respaldado por diversos autores como Demétrio *et al.*, (2008) y Farinelli *et al.*, (2012) citados por Chura (2019) (1), quienes también verificaron la reducción del diámetro de tallo cuando se aumentó la población de plantas. Este hecho puede ser debido a que las plantas que crecieron en una baja densidad poblacional no sufrieron de forma expresiva con la competencia intraespecífica, aprovechando de mejor manera los recursos disponibles en el medio (agua luz y nutrientes) para la producción de materia seca y su adecuada distribución en todas las partes de la planta, incluido el tallo.

Tabla 9. Diámetro del tallo a los 15, 30 y 45 días (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.

Tratamientos	Diámetro del tallo					
	15 días		30 días		45 días	
T1 (60 cm x 20 cm)	0,40	a	2,08	a	2,54	a
T2 (70 cm x 20 cm)	0,38	a	2,03	a	2,44	a
T3 (80 cm x 20 cm)	0,40	a	2,06	a	2,56	a
C.V. (%)	28,98		12,31		8,77	

Letras iguales no son significativas según el test de Tukey ($P>0.05$).

4.3. Números de hilera de mazorcas.

Según la prueba de Tukey ($\leq 0,05$), no se visualizaron diferencias significativas ($P > 0.05$) para la variable número de hilera de mazorcas entre los tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 5,66%, registrando los mismos promedios en T1, T2 y T3 con 13 hileras por mazorca (tabla 10).

Endicott (2015) (65) indica que la mayoría de los híbridos de madurez media promedian 14, 16 o 18 hileras de granos, pero pueden ser menos o más. Los números de hileras inferiores están muy relacionados con los híbridos de madurez temprana. Las situaciones estresantes metabólicas severas durante estas etapas, como el momento adecuado de las aplicaciones de algunos herbicidas, pueden reducir el número de hileras de granos producidas. Sin embargo es importante tomar en cuenta lo mencionado por Quiro (2017) (68), quien indica que el número de hileras de mazorca no se ve afectado por la densidad de plantas ya que está se encuentra determinada genéticamente.

Tabla 10. Número de hilera de mazorcas. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.

Tratamientos	Número de hilera de mazorca	
T1 (60 cm x 20 cm)	13	a
T2 (70 cm x 20 cm)	13	a
T3 (80 cm x 20 cm)	13	a
C.V.(%)	5,66	

Letras iguales no son significativas según el test de Tukey ($P > 0.05$).

4.4. Longitud de la mazorca (cm).

Respecto a la variable longitud de la mazorca, el ANOVA puso en manifiesto la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, obteniendo T3 (19,19 cm) como T1 (19,14 cm) valores distintos a los registrados por T2 con 18,51 cm (tabla 11).

Los datos obtenidos discrepan con lo concluido por Lashkari *et al.*, (2011) y Cervantes *et al.*, (2015) citados por Quiro (2017) (68), quienes encontraron que la longitud y el diámetro de mazorca disminuyen a medida que la densidad de población aumenta, lo cual no aplica en la presente investigación, puesto que tanto en distanciamientos entre hileras de 60 cm como en los de 80 cm se registraron valores estadísticamente iguales.

Tabla 11. Longitud de la mazorca (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.

Tratamientos	Longitud de la mazorca	
T1 (60 cm x 20 cm)	19,14	a
T2 (70 cm x 20 cm)	18,51	b
T3 (80 cm x 20 cm)	19,19	a
C.V.(%)	3,74	

Letras iguales no son significativas según el test de Tukey ($P < 0.05$).

4.5. Diámetro de la mazorca (cm).

Según el ANOVA existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) en la variable diámetro de la mazorca, registrando valores en T1 con 5,03 cm, T3 con 5 cm, y finalmente por parte de T2 un valor de 4,92 cm (tabla 12).

Mera (2015) indica que en su investigación las altas densidades de siembra tuvieron un efecto inversamente proporcional en otras variables como fue el caso de la longitud y el diámetro de mazorca, pues se pudo observar que tanto la longitud y el diámetro de mazorca disminuyeron conforme aumentó la densidad de siembra (39). Aquel efecto, no tuvo lugar en el presente ensayo, puesto que tanto T3, que fue el tratamiento con menor densidad, como el T1, que fue el tratamiento con mayor densidad, registraron valores estadísticamente iguales.

Tabla 12. *Diámetro de la mazorca (cm). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.*

Tratamientos	Diámetro de la mazorca	
T1 (60 cm x 20 cm)	5,03	a
T2 (70 cm x 20 cm)	4,92	b
T3 (80 cm x 20 cm)	5,00	ab
C.V.(%)	3,04	

Letras distintas son significativamente distintas según el test de Tukey ($P < 0.05$).

4.6. Peso de 100 semillas (g).

En la variable peso de 100 semillas (g), como se demuestra en la tabla 13, con un coeficiente de variación de 6,78%, y según muestra el ANOVA existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), registrando valores de 42,12 g en el caso de T1 y de 40,78 g en T2, mientras T3 alcanzó un registro de 40,04 g.

Reddy y Daynard (1983) citados por Rossatto (2018) (69) manifiestan que las diferencias en el peso de los granos pueden ser explicadas mediante variaciones en la duración de llenado efectivo, o modificaciones en la tasa de acumulación de materia seca durante esta etapa. Los genotipos o híbridos de alto peso de granos presentan altas tasas de llenado durante la fase de llenado efectivo y alto número de gránulos de almidón formados, lo cual sugeriría que en el presente estudio, el distanciamiento utilizado por T1 (60 cm x 20 cm) promueve más la tasa de llenado en granos en comparación a los demás tratamientos. Dicho comportamiento también es mencionado por Cordido (2013)(70), quien observó una tendencia de aumento del peso de los granos ante menor distanciamiento de plantas.

Tabla 13. *Peso de 100 semillas (g). Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.*

Tratamientos	Peso de 100 semillas	
T1 (60 cm x 20 cm)	42,12	a
T2 (70 cm x 20 cm)	40,78	ab
T3 (80 cm x 20 cm)	40,04	b
C.V.(%)	6,78	

Letras distintas son significativamente distintas según el test de Tukey ($P < 0.05$).

4.7. Rendimiento del grano (kg/ha).

En la tabla 14, en la variable rendimiento del grano (kg/ha), el ANOVA evidencia que existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), alcanzando un registro notable en el caso de T1 con 10931,76 kg/ha, seguido de T2 con 9933,84 kg/ha y T3 con 7847,28 kg/ha.

Los cambios en el rendimiento al aumentar densidad de plantas, alto al inicio y posteriormente bajo, forman una parábola; además, los rendimientos bajos al disminuir la densidad de siembra, son debidos a la escasez de plantas, pero con densidades altas se provoca esterilidad. Estas afirmaciones de Ajamnouroozi y Bohrani (1998) citado por Cervantes (2014) (71) son válidas para cada región, dada la competencia por agua, luz y nutrientes. El rendimiento se incrementa con el aumento de la densidad de siembra. Aquello coincide con Sangoi (2000) citado por Rodríguez (2015) (19), quien indica que la densidad de población es una de las prácticas culturales más importantes que influyen en el rendimiento de grano y otros componentes del rendimiento, y éstos últimos dependen estrechamente del ambiente, del genotipo, del manejo agronómico y de sus interacciones. Es importante destacar, que para promover el impacto de la densidad sobre el rendimiento es necesario acompañarlo de un adecuado nivel de fertilización, así lo afirma Ogando (2017)(17). Por último, Ortas (2008)(20) recomienda que para conseguir un óptimo rendimiento, es importante que el maíz nazca uniformemente (las plantas tardías actúan como malas hierbas, compitiendo con las vecinas y sin llegar a producir grano).

Tabla 14. *Rendimiento del grano (kg/ha).* Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.

Tratamientos	Rendimiento del grano (kg/ha)	
T1 (60 cm x 20 cm)	10931,76	a
T2 (70 cm x 20 cm)	9933,84	b
T3 (80 cm x 20 cm)	7847,28	c
C.V.(%)	3,46	

Letras distintas son significativamente distintas según el test de Tukey ($P < 0.05$).

Elaborado: Autora.

4.8. Fenología.

Según la integral térmica determinada por la sumatoria de las unidades de calor diaria demostraron que el híbrido Centella, con las condiciones agroclimáticas del cantón Ventanas-provincia de Los Ríos, y el manejo agronómico recibido, la duración de las etapas vegetativas evaluadas, no existen diferencias con respecto a las densidades de siembra evaluadas. Iniciando la etapa VE (emergencia) a los 4 días con 93,84 ° unidades de calor acumuladas, luego al llegar los 11 días empezó la etapa V2 correspondiente a la salida del primer par de hojas verdaderas, continuo su crecimiento hasta llegar a los 27 días, donde inicio la etapa Vn la cual se encuentra definida por la acumulación de biomasa. Posteriormente, al llegar los 39 días el lote alcanzó la etapa de Vt (visible la última rama de la panoja), mientras a los 58 días se dio inicio a la etapa de floración (R1). Finalmente, el híbrido alcanzo la madurez de las mazorcas a los 89 días (R4).

Oñate (2016)(52) menciona que la fenología establece las distintas fases del desarrollo por las que atraviesa un cultivo, tiene en cuenta los cambios morfológicos y fisiológicos que se producen a medida que transcurre el tiempo. Dado que los componentes del rendimiento (número y peso de granos) quedan definidos en determinadas fases del desarrollo, un manejo adecuado para el logro de elevados rendimientos dependerá del conocimiento riguroso de cada una de ellas y de los factores ambientales que las afectan. Aquello se llevó a cabo en la presente investigación donde se pudo identificar las etapas fenológicas de más relevancia.

Tabla 15. Grados días acumulados por etapa fenológica, Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.

Fecha	Día	°C promedio	°C base	°C suma diaria	sumatoria	Etapas fenológicas
10/01/2020	4	31,17	10	21,17	93,84	VE
17/01/2020	11	27,25	10	17,25	220,98	V2
02/02/2020	27	29,77	10	19,77	512,83	Vn
14/02/2020	39	26,71	10	16,71	721,35	Vt
04/03/2020	58	28,2	10	18,2	1052,79	R1
04/04/2020	89	27,4	10	17,4	1596,79	R4

Elaborado: Autora.

4.9. Análisis económico.

4.9.1. Costos de inversión.

En la tabla 16 se aprecian el costo de los tres tratamientos evaluados en el ensayo.

Tabla 16. Costos de inversión total y de cada uno de los tratamientos en general. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.

Nombre	Costo por ha (T1)	Costo por ha (T2)	Costo por ha (T3)
Hibrido Centella	193,75	174,38	155
Muriato de potasio	66	66	44
Gesaprim	18	18	9
Omega/Prol	10,5	10,5	6,5
King	8	8	4
Solaris	16	16	16
Radiant	16	16	16
Nos Toc	24	24	12
Metralla	30	15	15
Topgun	45	45	45
Siapton	15	15	15
Complex	16	16	16
Urea	114	95	76
10-30-10	132	110	88
Cerillo	8,5	8,5	5,5
Agry-Gentoplus	11	11	11
optiwater	8	8	8
Semeprid	27	27	18
Arpon	7	7	3,5
Total	772	690,38	563,5

4.9.2. Ingresos totales por tratamiento.

Tomando como referencia el precio oficial del quintal de maíz (45.36 kg) estipulado para el año 2020, que fue \$14.60 de maíz al 13% de humedad y 1% de impurezas. Se logró determinar los ingresos obtenidos por cada uno de los tratamientos, tanto del precio total percibido por kg, como los ingresos totales en cada uno de los casos. En la tabla 17 se puede

observar los rubros correspondientes al ingreso total de los tratamientos por hectárea, donde en primera instancia se puede observar que el tratamiento con un mejor ingreso fue T1 con un total de \$ 2623,62, seguido de T2 con \$ 2384,12. De forma opuesta ocurrió con T3 el cual obtuvo un registro de \$ 1883,34

Tabla 17. *Ingresos totales por tratamiento. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2020.*

Tratamientos	Rendimientos (kg/ha)	Precio por kg	Ingresos totales
T1 (60 cm x 20 cm)	10931,76	\$ 0.32	\$ 3498,16
T2 (70 cm x 20 cm)	9933,84	\$ 0.32	\$ 3178,82
T3 (80 cm x 20 cm)	7847,28	\$ 0.32	\$ 2511,13

4.9.3. Relación beneficio/costo.

Por último, en cuanto a la relación beneficio/costo, se puede apreciar en la tabla 18 el valor obtenido por cada tratamiento evaluado. Donde se puede constatar una ligera ventaja por parte de T2 con una relación B/C de 3,60, le siguió T1 con un registro de 3.53, dejando en última plaza a T3 con una rentabilidad promedio de 3,45.

Tabla 18. *Relación beneficio/costo por tratamiento. Ventanas provincia de Los Ríos, invierno del 2019.*

Tratamientos	Ingresos totales	Costos totales	Ingresos netos	Relación B/C
T1 (60 cm x 20 cm)	\$ 3498,16	\$ 772,00	\$ 2726,16	3,53
T2 (70 cm x 20 cm)	\$ 3178,82	\$ 690,38	\$ 2488,44	3,60
T3 (80 cm x 20 cm)	\$ 2511,13	\$ 563,50	\$ 1947,63	3,45

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones.

- A través de la evaluación de las características agronómicas del híbrido Centella, en las condiciones agroclimáticas durante la época lluviosa en el cantón Ventanas provincia de los Ríos, en las distintas distancias de siembra en estudio, el híbrido no muestra susceptibilidad al modificar las densidades.
- En cuanto al de rendimiento del grano, el tratamiento que obtuvo valores superiores fue T1 (60 cm x 20 cm) con 10931,76 kg/ha.
- La duración de las etapas vegetativas evaluadas, no presenta diferencias con respecto a las densidades de siembra evaluadas.
- Finalmente, por medio del análisis económico se pudo determinar que el tratamiento que presentó la mejor relación beneficio/costo fue el T2.

5.1.Recomendaciones.

- El distanciamiento de siembra 60 cm x 20 cm correspondiente al T1 permitió contrarrestar notablemente la presencia de malezas posterior a los primeros estadios fenológicos del cultivo, en comparación a los otros tratamientos, por lo cual su implementación para el establecimiento de parcelas de maíz comerciales podría reducir el uso de herbicidas selectivos durante el ciclo productivo del cultivo.
- En términos de productividad y con miras a obtener mayores volúmenes de cosecha, se recomienda el uso de T1 (60 cm x 20 cm) para el establecimiento de parcelas de maíz híbrido Centella en las condiciones de clima y suelo presentes en el cantón Ventanas.
- Por último, con la finalidad de obtener una mayor relación beneficio/costo por hectárea se recomienda emplear el distanciamiento del T2 (70 cm x 20 cm).

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.

1. Chura J, Mendoza J, de la Cruz J. Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. Sci Agropecu [Internet]. 2019;10(2):241-8. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000200010&script=sci_arttext
2. Chang A, Rodríguez A, Pile E. Evaluación productiva de cinco híbridos de maíz en estado tierno en Villa Darién, Darién. Rev Colón Ciencias, Tecnol y Negocios [Internet]. 2018;5(2):48-54. Disponible en: https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/351/306
3. Chamba M, Cordero F, Ramiro E. Implicaciones sociales, técnicas y económicas de la comercialización de Zea mays L. en el cantón Espíndola, provincia de Loja. Bosques Latid Cero [Internet]. 2017;7(2):55-70. Disponible en: <http://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/321>
4. Caviedes M. Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. Av en Ciencias e Ing [Internet]. 2019;11(17):116-23. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1100>
5. Villafuerte A, Flor J, Santana F, Pico J, Trueba S, Bravo R. Crecimiento y producción del maíz, Zea mays L. en huertos biointensivos y convencionales en Lodana, Manabí, Ecuador. Rev Cienc e Investig [Internet]. 2018;3(4):3-7. Disponible en: <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/604>
6. León R, Torres A, Ardisana E, Fosado O, Véliz F, Pin W. Comportamiento productivo del maíz híbrido Agri-104 en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado. Rev Espamciencia [Internet]. 2018;8(2):124-30. Disponible en: http://190.15.136.171/index.php/Revista_espamciencia/article/view/163
7. Choriego R. Impacto del cambio climático en el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays) en El Salvador [Internet]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; 2018. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6363/1/iad-2018-t007.pdf>
8. Medina J, Alejo G, Soto J, Hernández M. Rendimiento de maíz grano con y sin fertilización en el estado de Campeche. Rev Mex Ciencias Agrícolas [Internet].

- 2018;21:4306-16. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9nspe21/2007-0934-remexca-9-spe21-4306.pdf>
9. Quevedo A, Barragan E, Beltran J. Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) impacto. *Rev Sci Agroaliment* [Internet]. 2015;2:18-24. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/741>
 10. Quiroz J, Pérez D, González A, Rubí M, Gutiérrez F, Franco J, et al. Respuesta de 10 cultivares de maíz a la densidad de población en tres localidades del centro mexicano*. *Rev Mex Ciencias Agrícolas* [Internet]. 2017;8(7):1521-35. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n7/2007-0934-remexca-8-07-1521.pdf>
 11. Van der H, Golicher J, Caudillo S, Vargas M. Densidades de siembra, rendimientos y área requerida para maíz en la agricultura de roza, tumba y quema en la Chinantla, México. *Agrociencia* [Internet]. 2006;40:449-60. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/28117429_Densidades_de_siembra_rendimientos_y_area_requerida_para_maiz_en_la_agricultura_de_roza_Tumba_y_Quema_en_la_Chinantla_Mexico
 12. Jiang X, Tong L, Kang S, Li F, Li D, Qin Y, et al. Planting density affected biomass and grain yield of maize for seed production in an arid region of Northwest China. *J Arid Land* [Internet]. 2018;10(2):292-303. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40333-018-0098-7>
 13. Ortiz A. Evaluación de la respuesta del maíz (*Zea mays* L.) ante cambios en la densidad de siembra y dosis de nitrógeno. *Rev sobre Estud e Investig del Saber Académico* [Internet]. 2016;10(10):82-5. Disponible en: <http://publicaciones.uni.edu.py/index.php/eisa/article/view/118>
 14. Martínez R, Kölln O, de Castro G. Evaluación de la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz. *Idesia* [Internet]. 2017;35(3):23-30. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v35n3/0718-3429-idesia-00401.pdf>
 15. Reyes C, Cantú M, Gill H, García J, Mayek N. Interacción genotipo*ambiente en maíz cultivado en Tamaulipas, México *. *Rev Mex Ciencias Agric*. 2017;8(3):571-82.

16. Borroel V, Salas L, Ramírez M, López J, Luna J. Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. Terra Latinoam [Internet]. 2018;36(4):423-9. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n4/2395-8030-tl-36-04-423.pdf>
17. Ogando F, Raspa F, Pita M, Alvarez C, Vega C. Influencia de la interacción entre la densidad poblacional y la disponibilidad de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz sembrado en verano. III Work Int Ecofisiología Cultiv [Internet]. 2017;1-2. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/4747/INTA_CR_Cordoba_EEA_Manfredi_Ogando_f_influencia_de_la_interacción_entre.pdf?sequence=2&isallowed=y
18. Vasco A, Saenz C, Vasco S, Vasco D. Comportamiento agronómico y evaluación económica de híbridos de maíz cristalino duro (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoriano. Siembra [Internet]. 2017;4(1):66-75. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6220177>
19. Rodríguez I, González A, de Jesús D, Rubí M. Efecto de cinco densidades de población en ocho cultivares de maíz sembrados en tres localidades del Valle de Toluca, México. Rev Mex Ciencias Agrícolas [Internet]. 2015;6(8):1943-55. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n8/2007-0934-remexca-6-08-01943.pdf>
20. Ortas L. El cultivo de maíz: fisiología y aspectos generales [Internet]. Vol. 7. AGRIGAN, S.A.; 2008. p. 1-4. Disponible en: https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan_boletín_7.pdf?sequence=1&isAllowed=y
21. SAGARPA. Regla para la calificación de semilla de Maíz (*Zea Mays* L.) [Internet]. CONACYT. CONACYT; 2019. p. 36. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/SAGARPA/Maiz.pdf>
22. Hernández F. La densidad de siembra de los cultivos [Internet]. Agrotecnología tropical. 2018. Disponible en: <http://www.agro-tecnologia->

tropical.com/densidad_de_siembra.html

23. Ecuador explorer. La Costa central de Ecuador [Internet]. 2018. Disponible en: <http://www.ecuadorexplorer.com/es/html/la-costa-central.html>
24. Chapingo. Los rendimientos y la productividad en la agricultura* [Internet]. 1944. p. 160-73. Disponible en: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rga-1769.pdf>
25. Contreras C. Evaluación de la percepción de los agricultores maiceros sobre los daños observados en el cultivo de maíz, ocasionados por insectos plaga en la zona de Mocache [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3628>
26. López B. Análisis de la producción de maíz en la provincia de Manabí y su aporte al desarrollo local. Periodo 2012-2017 [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34266/1/lopezmarcillo.pdf>
27. García J. Análisis de los principales factores de riesgo en la producción y comercialización del maíz del cantón Baba, periodo 2013-2017 [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2019. Disponible en: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1750/1/Niveles de cadmio y plomo en el exoesqueleto del cangrejo rojo \(Ucides occidentalis\)... Feys, Johanna.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1750/1/Niveles%20de%20cadmio%20y%20plomo%20en%20el%20exoesqueleto%20del%20cangrejo%20rojo%20(Ucides%20occidentalis)...Feys,%20Johanna.pdf)
28. Villao G. Comercialización de maíz (Zea mays L.) en el cantón Ventanas, provincia de Los Ríos [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27064>
29. Cifuentes E. Características agronómicas y rendimiento de once híbridos de maíz, Retalhuleu, Retalhuleu [Internet]. Universidad Rafael Landívar; 2014. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Cifuentes-Erick.pdf>
30. Chérrez V. Evaluación de dos distancias de siembra y tres niveles de fertilización con N, P, K, en el cultivo de maíz (Zea mays L.) [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2015. Disponible en: [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4262/1/13T0806 .pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4262/1/13T0806.pdf)
31. Loza A. Evaluación de híbridos de maíz dulce (Zea mays L.) var Saccharata, bajo dos

- distancias de siembra para grano enlatado [Internet]. Universidad Central del Ecuador; 2017. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13353>
32. Dávila G. Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en lotes comerciales en la zona de Mata de Cacao, provincia de Los Ríos [Internet]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5404/1/t-ucsg-pre-tec-agro-69.pdf>
 33. Anchundia C. Efecto de diferentes dosis de fertilizantes yara en el comportamiento agronómico del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Pionner 30F35 en el cantón Balzar, provincia del Guayas [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2015. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8152>
 34. Pérez P. Comportamiento agronómico de nuevos materiales de maíz (*Zea mays* L.) comparados con testigos comerciales, sembrados durante la época lluviosa del 2014 en Fumisa [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/487>
 35. Corcuera V. Desarrollo y evaluación de nuevo germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) para uso especial en argentina [Internet]. Universidad Politécnica de Valencia; 2012. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=73125>
 36. Adrián J. Evaluación del efecto de dos dosis de fertilizantes foliares en dos distancias de siembra en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2017. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/15587>
 37. De la Cruz J. Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la localidad de La Molina [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/unalm/1961>
 38. Criollo V. Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a la fertilización por sitio específico en suelos de la sabana de Bogotá [Internet]. Universidad Nacional de Colombia; 2009. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8730/>
 39. Mera A, Montaña C. Evaluación de arreglos espaciales y densidades poblacionales en híbridos de maíz comercial en zonas de bosque tropical seco durante la época lluviosa [Internet]. Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2015. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89284/D-88081.pdf>

40. Sandal M. Comportamiento agronómico de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón pueblo viejo provincia de Los Ríos [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2014. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/478>
41. Velez M. Efecto de tres distancias de siembra en tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2019. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/38350>
42. Toledo B. Evaluación agronómica de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en condición de siembras comerciales, en la granja experimental «Limoncito», en época lluviosa [Internet]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2017. Disponible en: <http://192.188.52.94:8080/handle/3317/9114>
43. Ayala J. Evaluación de valor neto, eficiencia, biodiversidad y características físicas químicas del suelo, de tres sistemas de siembra utilizados en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la parroquia Turi, cantón Cuenca, Ecuador [Internet]. Universidad de Cuenca; 2017. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/27414>
44. Lozano L. Evaluación del comportamiento del maíz blanco urubamba (*Zea mays*) bajo tres densidades y tres niveles de abonamiento en el Cipa Allpa Rumi- Marcara-Carhuaz- Ancash [Internet]. Universidad Nacional «Santiago Antúñez de Mayolo»; 2017. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/unasam/2002>
45. Chila J. Efecto de distancia de siembra en el comportamiento agronómico del maíz (*Zea mays* L.) híbrido 2B 604 en época de invierno en la zona de Quevedo [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015. Disponible en: <http://190.15.134.12/handle/43000/504>
46. Sánchez J. Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vines-Ecuador [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2017. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20056>
47. Molina R. Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro; INIAP H-601, INIAP H 553, HZCA 315, HZCA 317, HZCA 318, Austro 1, frente a dos testigos, AGRI 104 Y DEKALB DK 7088, sembrados por el agricultor local, en San Juan - Cantón Pindal - Provincia de Loja [Internet]. Universidad Politécnica Salesiana; 2010. Disponible

en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4746/1/UPS-CT001978.pdf>

48. Masaquiza J. Valoración del rendimiento de maíz (*Zea mays*) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector La Isla, cantón Cumandá [Internet]. Universidad Técnica de Ambato; 2016. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
49. Moreira B. Evaluación agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays* l.), en la época lluviosa en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3689/1/t-uteq-0180.pdf>
50. Sigcha G. Evaluación del rendimiento de cuatro híbridos de maíz duro a tres distancias de siembra (*Zea mays* L.) en el cantón Loreto, provincia de Orellana [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6580>
51. Segura M, Andrade L. Efecto de las condiciones agrometeorológicas sobre un cultivar criollo y dos híbridos de maíz en cuatro fechas de siembra [Internet]. Escuela Politécnica del Ejército; 2011. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3827/1/t-espe-iasa ii-002348.pdf>
52. Oñate L. Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo , bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos [Internet]. Universidad Técnica de Ambato; 2016. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116> Ingeniería Agronómica -CD 371.pdf
53. Saenz C. Potencial agronómico y variación económica de híbridos de maíz cristalino duro (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015. Disponible en: <http://190.15.134.12/handle/43000/1268>
54. Salazar A. Evaluación de veinte híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en cinco localidades de Nicaragua [Internet]. Universidad Nacional Agraria; 2006. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30s161.pdf>
55. Quijije M. Análisis económico del rendimiento de los híbridos de maíz INIAP H-551

- y TRUENO NB 7443 mediante sistemas de labranza convencional y mínima y su impacto ambiental en el cantón Mocache [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019. Disponible en: <http://190.15.134.12/handle/43000/3616>
56. Quimi D. Interacción genotipo-ambiente de híbridos triples experimentales de maíz (*Zea mays* L.), en dos zonas del litoral ecuatoriano [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/20/1/t-uteq-0005.pdf>
 57. Interoc. Centella [Internet]. Interoc. p. 2019. Disponible en: <http://interoc-custer.com/shop/ecuador/centella/>
 58. Rodríguez L. Efecto del número de plantas por golpe, a diferentes distanciamientos entre golpes, en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro *Zea mays* L. (Poaceae) [Internet]. Universidad Privada Antenor Orrego; 2018. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3663>
 59. Sisalema K. Efectos de población y fertilización en dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos [Internet]. Universidad Técnica de Babahoyo; 2019. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6102>
 60. Riofrío N. Respuesta de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) cultivos con tres densidades poblacionales a la fertilización con N, P, K [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2018. Disponible en: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28986/1/Riofrío Correa Nervo Ramiro.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28986/1/Riofrío%20Correa%20Nervo%20Ramiro.pdf)
 61. Google Earth. Ubicación del cantón La Maná [Internet]. 2020. Disponible en: <https://earth.google.com/web/@-0.93636529,-79.23623722,195.95085977a,10652.78957387d,35y,-0h,0t,0r>
 62. Feijoo A. Comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Ventanas, provincia de Los Ríos [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2018. Disponible en: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28438/1/Feijoo Durazno Anibal Eduardo.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28438/1/Feijoo%20Durazno%20Anibal%20Eduardo.pdf)
 63. Robelli C. Evaluación comparativa entre cultivares de soya (*glycine max* (l) merril) introducidos y locales sembradas en la zona de Ventanas, provincia de Los Ríos

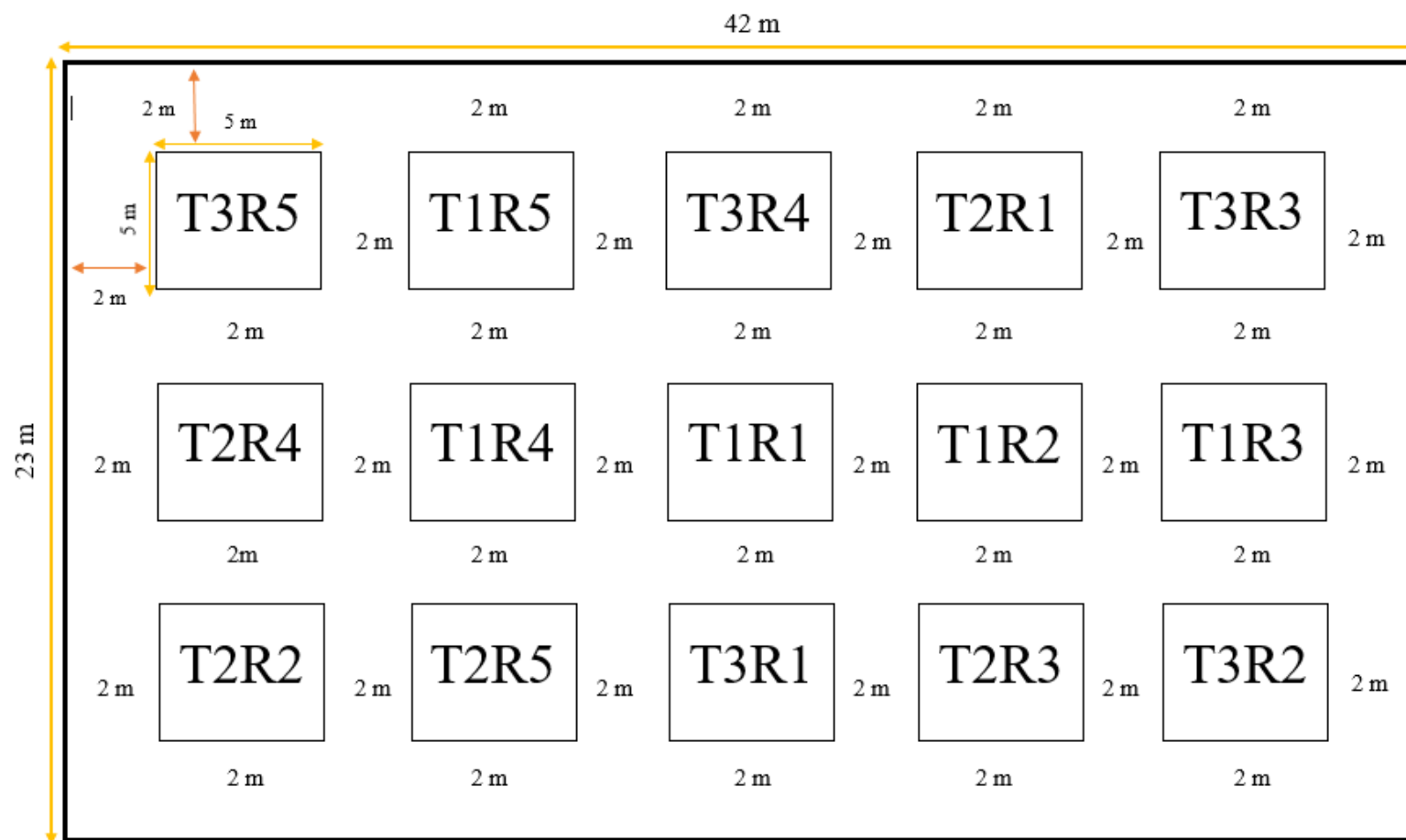
- [Internet]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2014. Disponible en: <http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/1617/3/t-ucsg-pre-tec-arra-3.pdf>
64. Conceptos básicos de Inferencia Estadística. Modelo matemático del diseño completamente aleatorizado [Internet]. Conceptos básicos de Inferencia Estadística. 2018. Disponible en: http://dm.udc.es/asignaturas/estadistica2/sec3_2.html
 65. Endicott S, Brueland B, Keith R, Schon R, Bremer C, Farnham D, et al. Maíz crecimiento y desarrollo [Internet]. Iowa, Estados Unidos: Pioneer; 2015. p. 20. Disponible en: https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf
 66. Intriago D, Torres J. Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) [Internet]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; 2018. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6323/1/CPA-2018-T047.pdf>
 67. Chumpitaz D. Densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) con abono foliar en la localidad de La Molina [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2018. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/unalm/3561>
 68. Quiro J. Componentes del rendimiento de grano bajo diferentes densidades de siembra en maíz en los valles altos del Estado de México [Internet]. Universidad Autónoma del Estado de México; 2017. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/68219>
 69. Rossatto X. Densidad óptima de siembra en cultivos de maíz tardío, en Villa Mercedes (San Luis) [Internet]. Universidad Nacional de San Luis; 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330263089_densidad_optima_de_siembra_en_cultivos_de_maiz_tardio_en_villa_mercedes_san_luis
 70. Cordido L. Efecto de densidad de siembra y ambiente, sobre el rendimiento de tres híbridos de maíz de siembra tardía en el oeste arenoso, Provincia de Buenos Aires [Internet]. Pontificia Universidad Católica Argentina; 2013. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/289/1/doc.pdf>
 71. Cervantes F, Gasca M, Andrio E, Mendoza M, Guevara L, Vázquez F, et al. Densidad

de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. Cienc y Tecnol Agropecu México [Internet]. 2014;2(1):9-16. Disponible en: <http://uncos.edu.mx/investigacion/2>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Croquis del ensayo.



Área total del ensayo = 966 m²

Anexo 2. ANOVA

Análisis de la varianza

DIAMETRO 15 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO 15 DIAS	75	0,01	0,00	28,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	0,01	0,44	0,6449
TRATAMIENTO	0,01	2	0,01	0,44	0,6449
Error	0,94	72	0,01		
Total	0,95	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07714

Error: 0,0130 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	0,40	25	0,02 A
T3	0,40	25	0,02 A
T2	0,38	25	0,02 A

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

DIAMETRO 30 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO 30 DIAS	75	0,01	0,00	12,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	2	0,02	0,31	0,7318
TRATAMIENTO	0,04	2	0,02	0,31	0,7318
Error	4,62	72	0,06		
Total	4,66	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17149

Error: 0,0642 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	2,08	25	0,05 A
T3	2,06	25	0,05 A
T2	2,03	25	0,05 A

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

DIAMETRO 45 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO 45 DIAS	75	0,06	0,04	8,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,23	2	0,12	2,38	0,0994
TRATAMIENTO	0,23	2	0,12	2,38	0,0994
Error	3,50	72	0,05		

Total 3,73 74

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14914

Error: 0,0485 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	2,56	25	0,04 A
T1	2,54	25	0,04 A
T2	2,44	25	0,04 A

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

ALTURA 15 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA 15 DIAS	75	0,03	0,01	7,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,95	2	1,97	1,20	0,3081
TRATAMIENTO	3,95	2	1,97	1,20	0,3081
Error	118,72	72	1,65		
Total	122,67	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,86917

Error: 1,6489 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	17,40	25	0,26 A
T2	17,16	25	0,26 A
T3	16,84	25	0,26 A

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

ALTURA 30 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA 30 DIAS	75	0,01	0,00	13,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	73,15	2	36,57	0,41	0,6659
TRATAMIENTO	73,15	2	36,57	0,41	0,6659
Error	6439,84	72	89,44		
Total	6512,99	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,40150

Error: 89,4422 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	72,92	25	1,89 A
T1	72,48	25	1,89 A
T3	70,64	25	1,89 A

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

ALTURA 45 DIAS (M)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA 45 DIAS (M)	75	0,01	0,00	8,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	2	0,01	0,47	0,6288
TRATAMIENTO	0,02	2	0,01	0,47	0,6288
Error	1,84	72	0,03		
Total	1,86	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10817

Error: 0,0255 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	1,98	25	0,03	A
T1	1,97	25	0,03	A
T2	1,94	25	0,03	A

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

DIAMETRO DE LA MAZORCA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO DE LA MAZORCA	75	0,08	0,05	3,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	2	0,07	3,15	0,0489
TRATAMIENTO	0,14	2	0,07	3,15	0,0489
Error	1,66	72	0,02		
Total	1,80	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10265

Error: 0,0230 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	5,03	25	0,03	A
T3	5,00	25	0,03	A B
T2	4,92	25	0,03	B

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

NUMERO DE HILERAS DE MAZORCA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE HILERAS DE MAZOR...	75	0,03	0,00	5,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,04	2	0,52	0,96	0,3874
TRATAMIENTO	1,04	2	0,52	0,96	0,3874
Error	38,96	72	0,54		
Total	40,00	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49791

Error: 0,5411 gl: 72

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	13,16	25	0,15	A
T2	12,96	25	0,15	A
T3	12,88	25	0,15	A

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

LONGITUD DE LA MAZORCA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE LA MAZORCA	75	0,17	0,14	3,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,27	2	3,63	7,23	0,0014
TRATAMIENTO	7,27	2	3,63	7,23	0,0014
Error	36,20	72	0,50		
Total	43,47	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47996

Error: 0,5028 gl: 72

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	19,19	25	0,14	A
T1	19,14	25	0,14	A
T2	18,51	25	0,14	B

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

PESO DE 100 SEMILLAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE 100 SEMILLAS	75	0,09	0,07	6,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,55	2	27,77	3,60	0,0324
TRATAMIENTO	55,55	2	27,77	3,60	0,0324
Error	555,80	72	7,72		
Total	611,34	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,88063

Error: 7,7194 gl: 72

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1	42,12	25	0,56	A
T2	40,78	25	0,56	A B
T3	40,04	25	0,56	B

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

RENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	75	1,00	1,00	0,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	123862968,03	2	61931484,01	276773,09	<0,0001
TRATAMIENTO	123862968,03	2	61931484,01	276773,09	<0,0001
Error	16110,91	72	223,76		
Total	123879078,94	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,12521

Error: 223,7627 gl: 72

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1	10931,76	25	2,99	A
T2	9933,84	25	2,99	B
T3	7847,28	25	2,99	C

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

Anexo 3. Fotografías de la investigación



Fotografía 1. *Balización del terreno*



Fotografía 2. *Preparación de la sembradora*



Fotografía 3. *Siembra del material y fertilización*



Fotografía 4. *Plántula de maíz*



Fotografía 5. *Registro de la altura a los 15 días*



Fotografía 6. *Lote a los 30 días*



Fotografía 7. Registro de datos de altura a los 45 días



Fotografía 8. Registro del diámetro del tallo a los 30 días



Fotografía 9. Lote a los 58 días post-siembra



Fotografía 10. Lote a los 90 días



Fotografía 11. Recolección de mazorcas



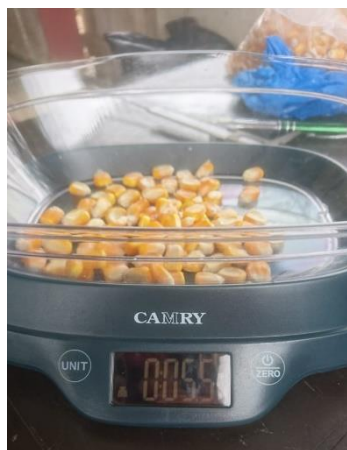
Fotografía 12. Registro de datos de longitud de mazorca



Fotografía 13. *Determinación del diámetro de mazorca*



Fotografía 14. *Mazorcas por tratamientos*



Fotografía 15. *Registro del peso de 100 semillas*



Fotografía 16. *Rendimiento*