

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN**  
**CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE MAIZ (*Zea mays*  
L.) CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE COBERTURA  
PLÁSTICA, EN CHALTURA – IMBABURA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

Kevin Andrés Terán Romo

**DIRECTORA:**

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

**Ibarra, 2024**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN**  
**CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE MAIZ (*Zea mays*  
L.) CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE COBERTURA  
PLÁSTICA EN CHALTURA – IMBABURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD

**DIRECTORA**



FIRMA

Ing. Marcelo Albuja, M.Sc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art.144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>Cédula de identidad:</b>	1004497770
<b>Apellidos y nombres:</b>	Terán Romo Kevin Andrés
<b>Dirección:</b>	Conjunto Parque Sol Los Ceibos – Ibarra
<b>Email:</b>	kateranr@utn.edu.ec
<b>Teléfono móvil:</b>	0998002019

DATOS DE LA OBRA	
<b>Título:</b>	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> L.) CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE COBERTURA PLÁSTICA EN CHALTURA – IMBABURA
<b>Autor:</b>	Terán Romo Kevin Andrés
<b>Fecha:</b>	9 de julio del 2024
<b>Solo para trabajos de grado</b>	
<b>Programa</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado
<b>Título por el que opta</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>Directora</b>	Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 9 días del mes de julio del 2024  
EL AUTOR

Kevin Andrés Terán Romo

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Terán Romo Kevin Andrés

Ibarra, a los 9 días del mes de julio de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Doris Salomé Chalampunte Flores', is written over a horizontal line.

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, 9 de julio de 2024

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

  
\_\_\_\_\_

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

C.C. 1002610531

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 9 días del mes de julio del 2024

**Kevin Andrés Terán Romo:** “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE COBERTURA PLÁSTICA EN CHALTURA – IMBABURA”

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 9 días del mes de julio del 2024, con 62 páginas.

**DIRECTOR (A):** Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el comportamiento agronómico del maíz con tres densidades de siembra bajo un sistema de cobertura plástica, Chaltura-Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

1. Comparar el comportamiento agronómico del maíz con acolchado plástico en el sector de Chaltura
2. Determinar la respuesta de las densidades de siembra del maíz en acolchado respecto al rendimiento
3. Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio para la producción de maíz en el sector de Chaltura



Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

**Directora de Trabajo de Grado**



Kevin Andrés Terán Romo

**Autor**

V

## **AGRADECIMIENTO**

*Primeramente, agradezco a la Universidad Técnica del Norte por ser mi centro de formación durante estos años de carrera donde he adquirido conocimientos y crecer como persona, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos día a día durante este proceso formación.*

*Además, agradezco a mi directora de Tesis la Ing. Doris Chalampunte, PhD, al Programa Coreano en Agricultura Internacional (KOPIA) y al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa de maíz. Por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus conocimientos y guiarme durante el desarrollo de la tesis.*

*Para finalizar, también agradezco a todos mis compañeros de clases con los que compartimos durante todos los niveles de carrera mostrándome su compañerismo, amistad y apoyo.*

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de grado a mi madre y mi hermana que me brindaron su apoyo incondicionalmente en la parte moral y económica durante toda mi carrera para llegar a ser un profesional.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT .....	XV
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. HIPÓTESIS .....	5
1.5.1. Hipótesis nula.....	5
1.5.2. Hipótesis alterna.....	5
CAPITULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Maíz ( <i>Zea mays</i> L.) .....	6
2.2. Descripción taxonómica.....	6
2.3. Descripción botánica .....	6
2.3.1. Raíz.....	6
2.3.2. Tallo.....	7
2.3.3. Hojas.....	7
2.3.4. Inflorescencia .....	7
2.3.5. Mazorca .....	7
2.4. Ciclo del cultivo de maíz.....	8
2.4.1. Vegetativa .....	8
2.4.2. Reproductiva.....	8
2.5. Zonas de cultivo del maíz en Ecuador .....	9
2.6. Variedad de maíz amarillo INIAP – 122 “CHAUCHO MEJORADO” .....	9
2.6.1. Origen.....	10

2.6.2.	<i>Características agronómicas y morfológicas</i> .....	10
2.7.	Densidades de siembra.....	10
2.8.	Plagas.....	11
2.9.	Enfermedades.....	11
2.10.	Acolchado plástico.....	12
2.11.	Costos de producción.....	12
2.12.	Indicadores financieros.....	12
2.13.	Marco legal.....	13
CAPITULO III.....		14
MARCO METODOLÓGICO.....		14
3.1.	Caracterización del área de estudio.....	14
3.1.1.	<i>Características de la ubicación de la investigación</i> .....	14
3.2.	Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	15
3.2.1.	<i>Insumos</i> .....	15
3.3.	Métodos.....	15
3.3.1.	<i>Factor en estudio</i> .....	15
3.3.2.	<i>Tratamientos</i> .....	16
3.3.3.	<i>Diseño experimental</i> .....	16
3.3.4.	<i>Características del experimento</i> .....	17
3.3.5.	<i>Análisis estadístico</i> .....	18
3.4.	Variables evaluadas.....	18
3.4.1.	<i>Humedad del suelo</i> .....	18
3.4.2.	<i>Temperatura del suelo</i> .....	18
3.4.3.	<i>Porcentaje de germinación</i> .....	19
3.4.4.	<i>Días a la floración femenina (emisión de estigmas)</i> .....	19
3.4.5.	<i>Altura de la planta</i> .....	19
3.4.6.	<i>Altura de inserción de mazorca</i> .....	19
3.4.7.	<i>Porcentaje de acame de tallo</i> .....	20
3.4.8.	<i>Porcentaje de acame de raíz</i> .....	20
3.4.9.	<i>Diámetro del tallo</i> .....	21
3.4.10.	<i>Longitud de la mazorca</i> .....	21
3.4.11.	<i>Ancho de la mazorca</i> .....	21
3.4.12.	<i>Número de mazorcas cosechadas</i> .....	22

3.4.13.	<i>Rendimiento por unidad experimental</i> .....	22
3.4.14.	<i>Análisis económico</i> .....	22
3.5.	Manejo específico del experimento.....	23
3.5.1.	<i>Preparación del suelo</i> .....	23
3.5.2.	<i>Fertilización</i> .....	23
3.5.3.	<i>Siembra</i> .....	24
3.5.4.	<i>Rascadillo y raleo</i> .....	24
3.5.5.	<i>Control de malezas</i> .....	25
3.5.6.	<i>Control de plagas</i> .....	25
3.5.7.	<i>Cosecha en fresco</i> .....	25
CAPÍTULO IV .....		26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		26
4.1.	Humedad del suelo .....	26
4.2.	Temperatura del suelo .....	27
4.3.	Porcentaje de germinación .....	28
4.4.	Días a la floración femenina (emisión de estigmas) .....	28
4.5.	Altura de la planta .....	29
4.6.	Altura de la mazorca .....	30
4.7.	Porcentaje de acame de tallo .....	31
4.8.	Porcentaje de acame de raíz .....	32
4.9.	Diámetro del tallo.....	32
4.10.	Longitud de la mazorca .....	33
4.11.	Ancho de la mazorca .....	34
4.12.	Número de mazorcas cosechadas.....	35
4.13.	Rendimiento por tratamiento.....	36
4.14.	Análisis económico .....	37
CAPÍTULO V .....		39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		39
5.1 CONCLUSIONES .....		39
5.2 RECOMENDACIONES .....		40
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....		41
ANEXOS.....		45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estados fenológicos del cultivo de maíz en la sierra del Ecuador</i> .....	8
Figura 2 <i>Ubicación de la investigación en el Campus La Pradera.</i> .....	14
Figura 3 <i>Croquis del ensayo Diseño de Bloques al azar</i> .....	17
Figura 4 <i>Medición de la temperatura del suelo con acolchado plástico</i> .....	18
Figura 5 <i>Medición de la altura de la planta</i> .....	19
Figura 6 <i>Acame de tallo en tratamientos de acolchado plástico</i> .....	20
Figura 7 <i>Acame de raíz en tratamientos de acolchado plástico</i> .....	20
Figura 8 <i>Medición del tallo de la planta</i> .....	21
Figura 9 <i>Medición de la longitud de la mazorca</i> .....	21
Figura 10 <i>Medición del ancho de la mazorca</i> .....	22
Figura 11 <i>Clasificación de mazorcas por unidad experimental</i> .....	22
Figura 12 <i>Preparación del suelo (A) y aplicación de la cobertura plástica (B)</i> .....	23
Figura 13 <i>Fertilización en drench (A) y aplicación con mochila de bomba(B)</i> .....	23
Figura 14 <i>Siembra convencional (A) y en acolchado plástico (B)</i> .....	24
Figura 15 <i>Raleo de plantas según el tratamiento</i> .....	24
Figura 16 <i>Control de gusano trozador (Agrotis ípsilon)</i> .....	25
Figura 17 <i>Contabilización de mazorcas después de la cosecha</i> .....	25
Figura 18 <i>Evaluación de la humedad del suelo en maíz con cobertura plástica y sin cobertura plástica, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	26
Figura 19 <i>Evaluación de la Temperatura del suelo en maíz bajos sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	27
Figura 20 <i>Evaluación de los días a la floración en maíz bajos sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	29
Figura 21 <i>Altura de las plantas de maíz bajos sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	29
Figura 22 <i>Porcentaje de acame en tallo en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	31
Figura 23 <i>Porcentaje de acame en raíz en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	32
Figura 24 <i>Diámetro del tallo en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	33
Figura 25 <i>Longitud de la mazorca en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	34
Figura 26 <i>Diámetro de las mazorcas en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	35
Figura 27 <i>Número de mazorcas cosechadas por tratamiento en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	36
Figura 28 <i>Rendimiento por ha en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura</i> .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Clasificación taxonómica del maíz.</i>	6
Tabla 2	<i>Estadios reproductivos del cultivo de maíz.</i>	9
Tabla 3	<i>Producción de maíz en Ecuador por provincias.</i>	9
Tabla 4	<i>Características de la variedad INIAP – 122 “Chaucho mejorado”.</i>	10
Tabla 5	<i>Principales plagas del cultivo de maíz de la sierra.</i>	11
Tabla 6	<i>Principales enfermedades del cultivo de maíz.</i>	11
Tabla 7	Los indicadores financieros básicos son:	12
Tabla 8	<i>Ubicación geográfica del área de estudio</i>	14
Tabla 9	<i>Materiales utilizados para el desarrollo de la investigación.</i>	15
Tabla 10	<i>Descripción de los tratamientos implementados en el proyecto.</i>	16
Tabla 11	<i>Características del experimento</i>	17
Tabla 12	<i>Características de la unidad experimental</i>	17
Tabla 13	<i>Clasificación del choclo por su tamaño</i>	22
Tabla 14	<i>Análisis de varianza para la variable humedad del suelo</i>	26
Tabla 15	<i>Análisis de varianza para la variable temperatura del suelo</i>	27
Tabla 16	<i>Porcentaje de germinación en los diferentes tratamientos.</i>	28
Tabla 17	<i>Análisis de varianza para la variable días a la floración femenina</i>	28
Tabla 18	<i>Altura de la mazorca en los diferentes tratamientos evaluados</i>	30
Tabla 19	<i>Rentabilidad de la evaluación de los distintos tratamientos de densidades de siembra en el cultivo de maíz</i>	38

## ANEXOS

<i>Anexo 1 Proyección de los costos de producción para una hectárea de choclo a diferentes densidades de siembra .....</i>	<i>45</i>
--	-----------

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)  
CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE COBERTURA  
PLÁSTICA, EN CHALTURA – IMBABURA”**

Terán Romo Kevin Andrés  
Universidad Técnica del Norte  
Correo: [kateranr@utn.edu.ec](mailto:kateranr@utn.edu.ec)

**RESUMEN**

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes en los pueblos andinos. En el Ecuador las pérdidas de superficie del cultivo de maíz son en un 29% por plagas y enfermedades, 56% sequías y heladas y el 16% por inundaciones. La cobertura plástica es utilizada con el fin de mantener la humedad del suelo y proteger el sistema radicular de la planta, siendo la densidad el factor más controlable, cuando es muy alta se incrementa la competencia por nutrientes, agua y luz que ocasionan la reducción de la calidad de grano, es así que a través de esta investigación se evaluó: el comportamiento agronómico del maíz con tres densidades de siembra bajo un sistema de cobertura plástica respecto al rendimiento y sus resultados económicos en Chaltura-Imbabura. Se evaluaron tres distancias de siembra (25-30-50 cm) con una y dos plantas por sitio además un testigo sin cobertura plástica con la distancia convencional de 50 cm, con dos plantas por sitio con la variedad INIAP 122. Los resultados en esta investigación demostraron que la densidad de 40 mil plantas/ha presentó un mejor rendimiento con la relación beneficio/costo de 1.92 en comparación con las otras densidades de maíz, se observó una reducción de 13 días del ciclo de producción con acolchado, además un incremento en la temperatura del suelo de 1.23 °C y un adelanto en la floración femenina en el acolchado plástico a bajas densidades. Con la cobertura plástica, la densidad óptima es de 40 mil plantas/ha, al tener una mayor rentabilidad.

**Palabras claves:** Maíz, mulch plástico, densidades de siembra, INIAP 122, rendimiento

**EVALUATION OF THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF CORN (*Zea mays* L.)  
WITH THREE PLANTING DENSITIES UNDER A PLASTIC COVER SYSTEM IN  
CHALTURA – IMBABURA**

Terán Romo Kevin Andrés  
Universidad Técnica del Norte  
Email: [kateranr@utn.edu.ec](mailto:kateranr@utn.edu.ec)

**ABSTRACT**

Maize (*Zea mays* L.) is one of the most important crops in the Andean peoples. In Ecuador, 29% of maize crop losses are due to pests and diseases, 56% to droughts and frosts and 16% to floods. The plastic cover is used in order to maintain soil moisture and protect the root system of the plant, with density being the most controllable factor, when it is very high, competition for nutrients, water and light increases, which cause a reduction in grain quality, so through this research it was evaluated: the agronomic behaviour of maize with three planting densities under a plastic cover system with respect to yield and its economic results in Chaltura-Imbabura. Three planting distances (25-30-50 cm) were evaluated with one and two plants per site, in addition to a control without plastic cover with the conventional distance of 50 cm, with two plants per site with the INIAP 122 variety. The results of this research showed that the density of 40 thousand plants/ha presented a better yield with a benefit/cost ratio of 1.92 compared to the other densities of corn, a reduction of 13 days of the production cycle with mulching was observed, in addition to an increase in soil temperature of 1.23 °C and an advance in female flowering in plastic mulch at low densities. With plastic cover, the optimal density is 40 thousand plants/ha, as it has a greater profitability.

**Keywords:** Maize, plastic mulch, planting densities, INIAP 122, yield

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Antecedentes

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes en la alimentación de los pueblos andinos, al ser un componente básico en la dieta diaria. De acuerdo con el Instituto Nacional de estadísticas y Censos (INEC) – ESPAC (2022). La superficie cosechada de maíz suave choclo en Ecuador fue de 13 772 hectáreas, de las cuales tuvieron una producción de 44 400 toneladas, con un rendimiento de 3.22 t ha<sup>-1</sup>.

En el Ecuador existen variedades de maíz criollo o nativas que se cultivan en la sierra, las cuales reciben el nombre de cosmopolitas, entre ellas se encuentran: chazo, blanco de leche, cuzco ecuatoriano, racimo de uvas, chillos, entre otras, además de variedades mejoradas como: INIAP-124 “Mishca mejorado”, INIAP-102 “Blanco blandito mejorado”, INIAP-111 “Guagal mejorado” INIAP-122 “Chaucho mejorado” que es la variedad que más se adapta a la provincia de Imbabura (Zambrano et al., 2021).

En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba, se han realizado estudios en la densidad de siembra del maíz, donde se han encontrado diferencias significativas. El mejor tratamiento fue el de la densidad de siembra 0.90 x 0.25 m con dos granos por sitio, que en la cosecha hubo un total de 88 888 plantas con un rendimiento de grano y mazorca que osciló entre 3.1 y 4.1 t ha<sup>-1</sup> (Blanco y González, 2021).

En un ensayo realizado por Vallone (2010) en su estudio de densidades siembra de 50 mil, 65 mil, 80 mil, 95 mil y 110 mil plantas por hectárea, se alcanzó el máximo rendimiento con densidades de 65 mil y 80 mil plantas, observándose que en las densidades mayores decaía el rendimiento por abortos de granos y aumento de individuos estériles.

En el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en la estación experimental “Santa Catalina” durante las temporadas secas (junio – agosto) de 2019 y 2020 se evaluó dos variedades de maíz (INIAP 101 – INIAP 122) en cultivo tradicional y cultivo con cobertura plástica, donde la cobertura plástica tuvo un mayor rendimiento en 2019 de 4.73 a 6.5 t ha<sup>-1</sup> en 2020 en la variedad INIAP 122.

El uso de una cobertura plástica es una técnica utilizada para diferentes cultivos como: melón, sandía, fresa y hortalizas con la finalidad de proteger el sistema radicular de las plantas del frío, la sequía, exceso de humedad, malezas y plagas, que hacen cada vez más vulnerables a los cultivos (Steinmetz et al., 2016).

El color negro de la cobertura plástica influye en el crecimiento de la maleza por la opacidad con respecto a las radiaciones visibles (entre los 300 y 800 nanómetros), lo que impide una competencia con la planta por luz, agua y nutrientes (Ibarra y Rodríguez, 1991) esta cobertura causa en el suelo que durante el día se calienta y por la noche le aporta a la planta calor acumulado disminuyendo la exposición a los efectos de las heladas. Entre las propiedades con las que cuenta esta película plástica de color negro son: 3.5% de reflexión, 0.7% de transmisión y un 95.8% de absorción de la radiación solar (García, 1996).

En un estudio realizado en las zonas secas de China donde la disponibilidad de agua y nutrientes es limitada, se realizó un estudio de campo que tuvo como resultado que los tratamientos de mulching plástico tuvieron temperaturas diarias máximas y en promedio más altas en comparación con el tratamiento de cultivo tradicional, la temperatura disminuyó gradualmente a diferencia que el tratamiento con el mulching la temperatura máxima fue de 26,3°C y disminuyó a partir de la medianoche hasta las 08:00 h, lo que influyó en el rendimiento con un incremento de 13% en comparación a la siembra tradicional (Gaimei et al., 2018).

En campos de China se realizó un estudio agronómico y económico donde la aplicación de la cobertura plástica reportó beneficios económicos entre los 51 y 230 dólares más por hectárea que en conclusión la aplicación de esta técnica tuvo mayor rendimiento tanto económica como productiva que por el método convencional en zonas donde las precipitaciones son irregulares y limitadas (Zhang et al., 2017).

Durante el ciclo 2018-2019, en parcelas instaladas por el Centro KOPIA en la Estación Experimental Santa Catalina, el uso de cobertura plástica en el suelo mejoró el rendimiento del choclo en 6.3 t ha<sup>-1</sup> a diferencia del manejo tradicional con 2.5 t ha<sup>-1</sup>. El acolchado es una técnica emplea de manera convencional en Corea en la producción de maíz fresco (Zambrano y López, 2020).

## 1.2. Problema

La producción de maíz se ha visto afectada por la utilización de material genético no apropiado, ya que el 91% es semilla común, el 7% es mejorada y el 2% restantes comprende semilla certificada e híbrida nacional, otra de las causas de pérdidas de la superficie del cultivo de maíz es el 29% por plagas y enfermedades, 56% sequías y heladas y 16% por inundación y razones económicas con un rendimiento de 3.22 t ha<sup>-1</sup> (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2021).

La siembra tradicional en zonas que carecen de canales de riego y la no rotación cultivos lleva a poblaciones bajas y poco uniformes, además del movimiento continuo del suelo para las labores de siembra y control de malezas tienen como consecuencia la evaporación del agua del suelo, de aquí la importancia de mejorar el manejo del suelo y el cultivo buscando incrementar los rendimientos de este rubro importante en la economía de la agricultura familiar (Boada y Espinosa, 2016).

La densidad de siembra es considerada como el factor más controlable para obtener mayores rendimientos en el cultivo, pero se la puede incrementar hasta cierto punto; el agricultor a menudo modifica la densidad de siembra para incrementar el rendimiento, pero no siempre establece una densidad adecuada, cuando es muy alta se incrementa la competencia por nutrientes, agua y luz que en consecuencia ocasiona la reducción del volumen radical, calidad de grano y número de mazorcas; por el contrario, con densidades bajas de siembra provocan problemas con arvenses y desperdicio de suelo (Blanco y González, 2021).

El desconocimiento de nuevas técnicas de producción, densidad de siembra y el costo/beneficio que representa el cultivo de maíz en la sierra a nivel de los pequeños y medianos agricultores; además se ha visto afectada por las condiciones climáticas que vive en la actualidad como sequías y temperaturas extremas son condiciones que estresan a la planta, causando daño a su desarrollo, lo que representa pérdidas para el agricultor (Chaves y Gutiérrez, 2016).

### 1.3. Justificación

La presente investigación se realizó con la finalidad de resolver una problemática en el rendimiento de la producción en el cultivo de maíz, ya que Ecuador produce apenas  $1,85 \text{ t ha}^{-1}$  a diferencia de países vecinos como Perú y Bolivia que están por encima de las cuatro toneladas por hectárea (MAG, 2021), por esta razón se evaluó la utilización de la cobertura plástica y tres densidades de siembra que servirán para definir una distancia de siembra adecuada y obtener un mayor rendimiento con uso de la cobertura plástica, además de ser una tecnología no aplicada para la producción de maíz suave con su aplicación en zonas que carecen del recurso hídrico.

Es así que determinar la densidad es crucial en la producción del cultivo de maíz para mejorar los rendimientos. Por tal motivo, resulta deseable, por parte de los agrónomos y los agricultores, definir las relaciones entre la cantidad de plantas logradas por unidad de superficie en el cultivo de maíz y su rendimiento, para optimizar recursos como el fertilizante que es un rubro más alto para la producción de maíz (Aguilar et al., 2018).

Según la Red Latinoamericana de Maíz (2022), las prácticas agrícolas actuales se ven afectadas por elementos de origen biótico y/o abiótico que el agricultor tiene que controlar con nuevas estrategias, para lo cual el acolchado plástico o mulching es una buena opción para el cultivo de maíz. Su importancia consiste en incrementar el rendimiento de la producción entre el 35 a 200% esto dependiendo de las condiciones del suelo, el clima y manejo del cultivo, además un menor costo de mano de obra en el control de arvenses y el uso de herbicidas para su control. El empleo eficiente del acolchado también es una técnica mantener la temperatura en el cultivo, creando un microclima que protege al sistema radicular de la planta de las heladas (Montemayor et al., 2018).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el comportamiento agronómico de maíz con tres densidades de siembra bajo un sistema de cobertura plástica, Chaltura-Imbabura.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Comparar el comportamiento agronómico del maíz con acolchado plástico en el sector de Chaltura
- Determinar la respuesta de las densidades de siembra del maíz en acolchado respecto al rendimiento
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio para la producción de maíz en el sector de Chaltura

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. Hipótesis nula**

La densidad de siembra con el uso de una cobertura plástica en el suelo no afecta los rendimientos del cultivo de maíz.

### **1.5.2. Hipótesis alterna**

Al menos una densidad de siembra tiene efecto positivo en el rendimiento de maíz bajo sistema de acolchado plástico.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Maíz (*Zea mays* L.)

El maíz, palabra de origen prehispánico que significa “lo que sustenta la vida “es una forma doméstica de una cepa de teosinte (*Zea mays* ssp. *Parviglumis*), un “pasto” salvaje que pertenece a la familia de las gramíneas. Este cereal, junto con el trigo, la cebada y el arroz, son de los más importantes en el mundo. Su relevancia se debe a que suministra elementos nutritivos al hombre y a los animales, además de ser materia prima básica para la industria (Benítez, 2006).

En el Ecuador el maíz es considerado uno de los cultivos más relevantes por el rol que cumple en la seguridad alimentaria de su población, donde las principales provincias productoras son: Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay e Imbabura, en el cual el 80% de su producción se concentra en estas provincias, su producción es destinada al consumo humano, elaboración de alimentos y balanceados para los animales; el Ecuador en el año 2022, la superficie plantada del cultivo de maíz suave choclo fue de 15251 ha y su producción de 3.22 toneladas por hectárea (INEC, 2022).

#### 2.2. Descripción taxonómica

Según Saavedra y González (2014) la clasificación del maíz es:

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del maíz.*

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Angiosperma
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>mays</i>
Nombre científico	<i>Zea mays</i> L.

#### 2.3. Descripción botánica

##### 2.3.1. Raíz

Está compuesto por una raíz principal y fibrosa que tiene origen en la radícula y muy corta duración luego de la germinación para después configurar un sistema de raíces adventicias que

brota a nivel de la corona del tallo, este se entrelaza por debajo de la superficie terrestre, además de ser el principal sistema de fijación de la planta al suelo y absorción de nutrientes (Sánchez y Pérez, 2014).

### **2.3.2. Tallo**

Según Henríquez (2017) el tallo tiene aspecto físico similar al de la caña, los entrenudos se encuentran rellenos de una médula esponjosa, es un tallo derecho el cual es el eje central de sostén de la planta donde se adhieren las hojas en posición alterna y de elevada longitud con una altura promedio de 2.5 metros de altura promedio para la variedad INIAP-122 Chauco mejorado en el Ecuador (Silva et al., 1997).

### **2.3.3. Hojas**

Son paralelinervias, lanceoladas, alternadas con gran tamaño, estas se encuentran abrazando al tallo, en el haz tiene presencia de vellosidad y el envés es lisa, además los extremos son afilados y cortantes (Guacho, 2014). La hoja está compuesta por tres partes: la vaina, el limbo y la lígula; la vaina es la que envuelve al entrenudo y cubre a la yema floral; la lámina o limbo es de tamaño variable en largo y ancho, con una nervadura central bien definida y la lígula o lengüeta en la base de la hoja es membranosa y transparente (Ayala y Oñate, 2007).

### **2.3.4. Inflorescencia**

El maíz es una planta que presenta flores masculinas y femeninas por lo cual se la denomina como monoica, la flor masculina tiene una forma de panícula y se ubica en la parte superior de la planta la flor femenina, por el contrario, se encuentra a media altura de la planta que será la futura mazorca, la flor se compone por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas brácteas o espatas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso o tusa (Henríquez, 2017).

### **2.3.5. Mazorca**

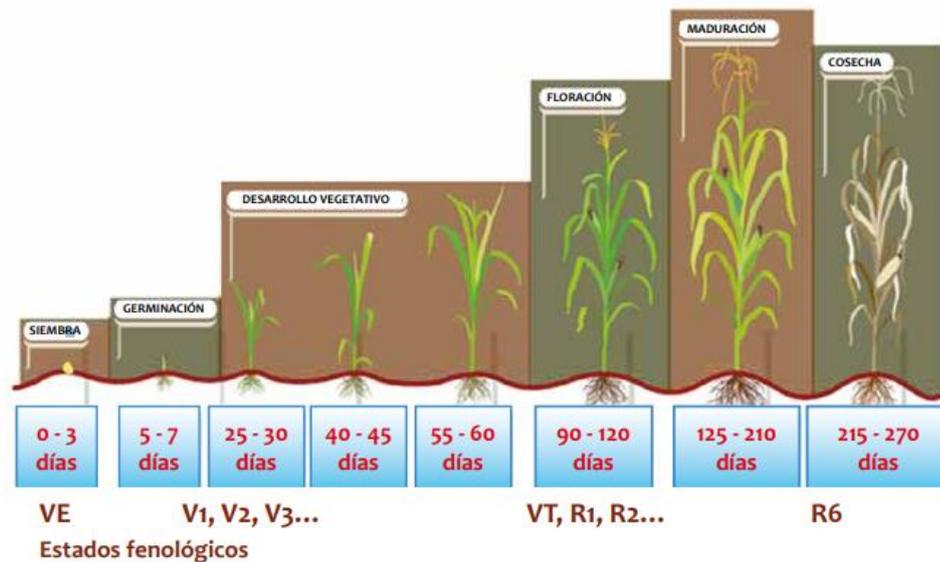
Es la infrutescencia o espiga cilíndrica formada por el grano, el raquis, el pedúnculo y la cubierta; en la mazorca hay amplia variación en forma, tamaño y número de hileras, la magnitud de la mazorca y su número son de mayor importancia por ser componentes correlativos con el rendimiento del grano, tales componentes son: longitud, número de hileras, peso del grano y número de mazorcas por planta (Reyes, 1985).

## 2.4. Ciclo del cultivo de maíz

El ciclo del cultivo de maíz está dividido en dos etapas la vegetativa y la reproductiva (Figura 1).

### Figura 1

*Estados fenológicos del cultivo de maíz en la sierra del Ecuador*



Fuente: Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana (Zambrano et al., 2021).

### 2.4.1. Vegetativa

El sistema convencional para definir los estados fenológicos del maíz se divide en estadios vegetativos y reproductivos. Las subdivisiones del estadio vegetativo (V) son designadas como: VE para la germinación y emergencia, V1 hasta V(n) para el crecimiento del cultivo, siendo (n) la última hoja extendida o abierta antes de la aparición de la panoja o inflorescencia masculina (VT) (Zambrano et al., 2021).

### 2.4.2. Reproductiva

Según el manual para la producción sustentable de maíz en la sierra ecuatoriana, las subdivisiones del estadio reproductivo especifican el estadio de la inflorescencia femenina o de los granos de la mazorca y se indican en la Tabla 2.

**Tabla 2***Estadios reproductivos del cultivo de maíz.*

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
R1	Aparición de los estigmas en la mazorca, llamados también pelitos del choclo. En esta etapa ocurre la polinización y es muy importante mantener la humedad en el suelo para una buena producción.
R2	La mazorca o inflorescencia femenina fue polinizada y los granos forman una pequeña protuberancia a manera de ampolla. Los pelitos del choclo comienzan a secarse.
R3	El grano se encuentra en estado lechoso; es decir, el grano contiene un líquido interno blanco lechoso. Es importante mantener la humedad en el suelo para obtener mazorcas con granos grandes
R4	El grano se encuentra en estado pastoso. El líquido interno del grano comienza a solidificarse, formando una contextura de tipo pasta
R5	El grano se encuentra seco con la corteza dura. Este estado es ideal para cosechar como forraje y realizar el ensilaje
R6	Los granos forman una capa marrón o negra en la zona de inserción del grano con la mazorca o elote. Este estadio se conoce como madurez fisiológica y es el tiempo ideal para cosecha de grano destinado para semilla.

Fuente: Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana (Zambrano et al., 2021).

## 2.5. Zonas de cultivo del maíz en Ecuador

La región de la costa es la mayor productora de maíz dura en Ecuador a nivel de la sierra la mayor producción se concentra en el maíz suave. Según (MAG, 2021) las zonas de producción de maíz suave choclo por provincia (Tabla 3).

**Tabla 3***Producción de maíz en Ecuador por provincias.*

<b>Provincia</b>	<b>Superficie(ha)</b>	<b>Rendimiento (t/ha)</b>
Nacional	69 124	1.85
Bolívar	24 271	2.67
Cotopaxi	9 099	1.12
Chimborazo	5 341	1.57
Pichincha	5 430	1.94
Otras	24 984	1.34

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021).

## 2.6. Variedad de maíz amarillo INIAP – 122 “CHAUCHO MEJORADO”

Esta variedad ha sido desarrollada con la participación de los agricultores y consumidores. Se caracteriza por su precocidad, porte bajo, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de mazorca y buena calidad de grano. Se adapta a altitudes entre los 2 200 y 2 800 metros en los

cantones antes mencionados y se asocia bien con variedades trepadoras de fréjol semi-precoz como INIAP- 412 TOA (Silva et al., 1997).

### 2.6.1. Origen

Se deriva de un cruzamiento entre 4 colecciones de maíces locales, provenientes de Chaltura (ECU-07203), La Florida (ECU-07297), Natabuela (ECU-07302), e Imantag (ECU-07310) en la provincia de Imbabura. Estas muestras presentaron buenas características agronómicas y de rendimiento durante 2 ciclos de cultivo, 1993-94 y 1994- 95. Luego se formó la población o compuesto y se sometió a 2 ciclos de selección en 3 localidades (Silva et al., 1997).

### 2.6.2. Características agronómicas y morfológicas

Las características de la variedad de maíz amarillo harinoso precoz para la provincia de Imbabura son (Tabla 4):

**Tabla 4**

*Características de la variedad INIAP – 122 “Chaucho mejorado”.*

<b>Agronómicas y morfológicas</b>	<b>Promedio</b>
Días a la floración femenina	102
Días a la cosecha en choclo	135
Días a la cosecha en seco	225
Altura de la planta	250 cm
Altura de la mazorca	140 cm
Longitud de la mazorca	18 cm
Forma de consumo	Choclo, tostado, harina, mote, humitas
Rendimiento comercial en choclo	190 sacos de 125 unidades/ha
No. De hileras por mazorca	10
Tipo de grano	Harinoso
Textura del grano	Suave

Fuente: Variedad de maíz amarillo harinoso precoz para la provincia de Imbabura (Silva et al., 1997).

## 2.7. Densidades de siembra

Según diferentes estudios se han evaluado distintas densidades de siembra en cuanto al rendimiento por hectárea en la cual su vez depende de la variedad o híbrido, características del suelo, clima y de las condiciones en las que siembra.

Para la variedad de maíz INIAP-122 Chaucho mejorado, la densidad de siembra sugerida en cultivo solo a 80 cm entre surcos y a 50 cm entre sitios con 2 semillas por sitio (50 000 plantas/ha) y si para la asociación de cultivos la distancia entre sitios cambia a 80 cm con tres

semillas de maíz y 2 de fréjol por sitio. La cantidad de semilla de maíz requerida para la siembra es de 30 kg/ha en un cultivo y 28 kg/ha en cultivo asociado (Silva et al., 1997).

## 2.8. Plagas

El cultivo de maíz en la zona presenta las siguientes plagas desde la siembra hasta la cosecha (tabla 5).

**Tabla 5**  
*Principales plagas del cultivo de maíz de la sierra.*

Nombre común	Nombre científico	Descripción
Gusanos cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Es una especie de lepidóptero muy conocido en el ámbito agrícola, el cual ataca al cultivo en estado de larva, son de color pardo grisáceo; se alimentan de hojas tiernas y el follaje del cogollo (Casmuz y Juárez, 2010).
mariposa de la mazorca	<i>Helicoverpa zea</i>	Pertenciente al orden de los lepidópteros, es una plaga de hábito nocturno y colocando sus huevos en los pelos del choclo. Estos gusanos en estado larvario se alimentan de los estigmas de la mazorca y los granos de maíz en estado lechoso (Peñaherrera et al., 2020).
Gusano trozador	<i>Agrotis ipsilon</i>	Este gusano ataca en la etapa de germinación trozando y perforando la planta, cuando las plantas están en desarrollo se alimentan en los tallos por debajo de la superficie del suelo (Yáñez et al., 2010).

Fuente: Casmuz y Juárez, (2010), Peñaherrera et al., (2020) y Yáñez et al., (2010).

## 2.9. Enfermedades

El cultivo de maíz presenta las siguientes enfermedades en la zona norte de la provincia (Tabla 6) estas se pueden presentar durante ciertas etapas fenológicas del cultivo. Se debe aplicar un control químico en caso de obtener entre 10 % a 15 % de plantas afectadas.

**Tabla 6**  
*Principales enfermedades del cultivo de maíz.*

Nombre común	Nombre científico	Descripción
Roya común	<i>Puccinia sorghi</i>	Son pústulas de color marrón que aparecen en el envés y haz de las hojas, llegan a romper la epidermis y contienen unos órganos fructíferos llamados teleosporas (Programa del Maíz del CIMMYT, 2004).
Carbón del maíz	<i>Ustilago maydis</i>	Este hongo ataca a las mazorcas con agallas de color blanco que con el tiempo liberan masas negras esporosas que infectaran a las plantas del próximo ciclo. (Programa Del Maiz Del CIMMYT., 2004)

Fuente: Programa del Maíz del CIMMYT, (2004).

## 2.10. Acolchado plástico

El uso generalizado en la agricultura y, más concretamente, en acolchados plásticos, se debe a su fácil producción, alta resistencia química, larga durabilidad, flexibilidad, y la ausencia de olor y de toxicidad en comparación con otros polímeros, son utilizados principalmente en coberturas es de baja densidad, que se produce por la polimerización de etileno en condiciones de muy alta presión (Guzmán, 2010).

## 2.11. Costos de producción

En el Ecuador los costos de producción de maíz en choclo en la siembra convencional según la Zambrano et al. (2021) para una hectárea están en los \$ 2520 dólares americanos en la provincia de Pichincha, la comercialización se la realiza en sacos de choclos con un costo estimado de \$ 9.51 dólares, teniendo en cuenta que los precios del mercado son muy variables dependiendo la temporada de producción.

Según Zambrano et al. (2022) los costos de producción del maíz en choclo con cobertura plástica están en \$3268 dólares, incrementando los costos de producción en 600 en comparación a la siembra tradicional, teniendo en cuenta que la vida útil del plástico puede durar hasta cuatro ciclos o dos años dependiendo.

## 2.12. Indicadores financieros

Para la evaluación del beneficio/ costo se tomaron como referencia los siguientes indicadores financieros que permiten determinar un estimado de las ganancias obtenidas al producir de manera tradicional y con una cobertura plástica.

### Tabla 7

Los indicadores financieros básicos son:

<b>Indicador financiero</b>	<b>Descripción</b>
Ingreso bruto (\$/ha)	Es el resultado de la suma de los valores de los productos y subproductos, que se multiplican por su precio unitario que se establecen según la localidad.
Ingreso neto (\$/ha)	Es la diferencia de la resta del ingreso bruto menos el costo total
Rentabilidad simple (%)	Es el resultante entre el ingreso neto dividido para el costo total y su multiplicación por cien
Beneficio/costo	Resultante de la división del ingreso bruto dividiendo para el costo total, si es mayor a uno, este indica que hay ganancia, si es menor hay perdida y si es igual a uno indica que no hay ganancia.

Fuente: Guía para la producción sustentable de maíz en la sierra ecuatoriana (Zambrano et al., 2021).

### **2.13. Marco legal**

Para desarrollar la presente investigación es importante resaltar la normativa vigente en la Constitución Política del Ecuador del 2008.

Donde el Art. 13 menciona que “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; que se han producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.” Por eso es importante generar estudios que mejoren el rendimiento de los cultivos para asegurar que más personas o colectivos se beneficien de esta producción y además adquieran nuevos conocimientos para que los apliquen en sus cultivos.

De igual forma, en el capítulo III, artículo 281 se establece que “La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente”. En el Ecuador se debe promover la producción de aquellos cultivos que tienen incidencia en la seguridad y soberanía alimentaria del país a través de la investigación científica e innovación tecnológica.

Por otra parte, el Art. 320 hace referencia a “En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente. La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social.” Este artículo hace énfasis a que todo lo que produzca debe cumplir condiciones necesarias para que se ha un producto de calidad y buen valor nutritivo que se vaya a consumir.

Según los objetivos de desarrollo sostenible del programa de las naciones su segundo objetivo plantea con proyección a 2030 garantizar sistemas de producción de alimentos sostenibles e implementar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, que ayuden a mantener los ecosistemas, que fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, condiciones climáticas extremas, sequías, inundaciones y otros desastres y que mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.

## CAPITULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

El lugar en el que se realizó la investigación es el Campus La Pradera, de la Universidad Técnica del Norte, que se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia San José de Chaltura (Figura 2).

**Figura 2**  
*Ubicación de la investigación en el Campus La Pradera.*



#### 3.1.1. Características de la ubicación de la investigación

El Campus La Pradera presenta (Tabla 8) las siguientes condiciones climáticas y geofísicas.

**Tabla 8**  
*Ubicación geográfica del área de estudio*

Ubicación/Característica	Descripción
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Antonio Ante
Parroquia:	San José de Chaltura
Lugar:	Campus La Pradera
Coordenadas:	X=811024-E Y=10039286-N
Altitud	2267 m s.n.m.
Precipitación	500 a 700 mm
Humedad relativa	10 a 40%
Temperatura	14 a 16 °C

Fuente: Plan de desarrollo de ordenamiento territorial de la parroquia San José de Chaltura (2019).

### 3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas

Para la investigación se utilizaron los siguientes materiales y herramientas (Tabla 9):

**Tabla 9**

*Materiales utilizados para el desarrollo de la investigación*

<b>De oficina</b>	<b>De campo</b>	
Computadora	Tractor	Pala
Libro de campo	Rastra	Tractor
Registros	Arado	Botas
Material bibliográfico	Cinta métrica	Rastrillo
Cámara fotográfica	Cobertura plástica (polietileno negro)	Bomba de mochila
Esferos	Azadón	

#### 3.2.1. Insumos

Dentro del campo se utilizó la semilla de maíz de la variedad INIAP-122 “Chaucho mejorado”, para prevenir la presencia de plagas o enfermedades se usaron insecticidas (Thiamethoxam, Deltametrina y Methomyl), fertilizantes sólidos (urea, 10-30-10, 12-08-16), fertilizantes foliares (ureamon) abonos con el fin de obtener una buena producción de maíz.

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Factor en estudio

Dentro de la presente investigación se evaluó, dos factores bajo acolchado plástico y un testigo absoluto con la densidad recomendada por INIAP que se presentan a continuación:

**Factor 1:** Distancia de siembra

**D1:** Distancia de siembra 25 cm

**D2:** Distancia de siembra 30 cm

**D3:** Distancia de siembra 50 cm

**Factor 2:** Número de plantas

**P1:** 1 plantas

**P2:** 2 plantas

Para la proyección de la densidad de siembra por tratamiento se realizó una adaptación a la fórmula propuesta por Esquivel (2019), siendo la fórmula en su adaptación:

$$\text{Densidad de plantación} = \frac{\text{Área total}}{\text{distancia entre hileras} * \text{distancia entre plantas}}$$

El valor obtenido es proyectado a una hectárea mediante una regla de tres:

$$\text{La densidad de siembra} = \frac{\text{hectárea} * \text{número de plantas}}{\text{área de la unidad experimental}}$$

### 3.3.2. *Tratamientos*

Los tratamientos aplicados son los que se presentan a continuación (Tabla 10). La densidad de plantas por hectárea se modificó por la distancia entre hileras que se presenta en el acolchado plástico.

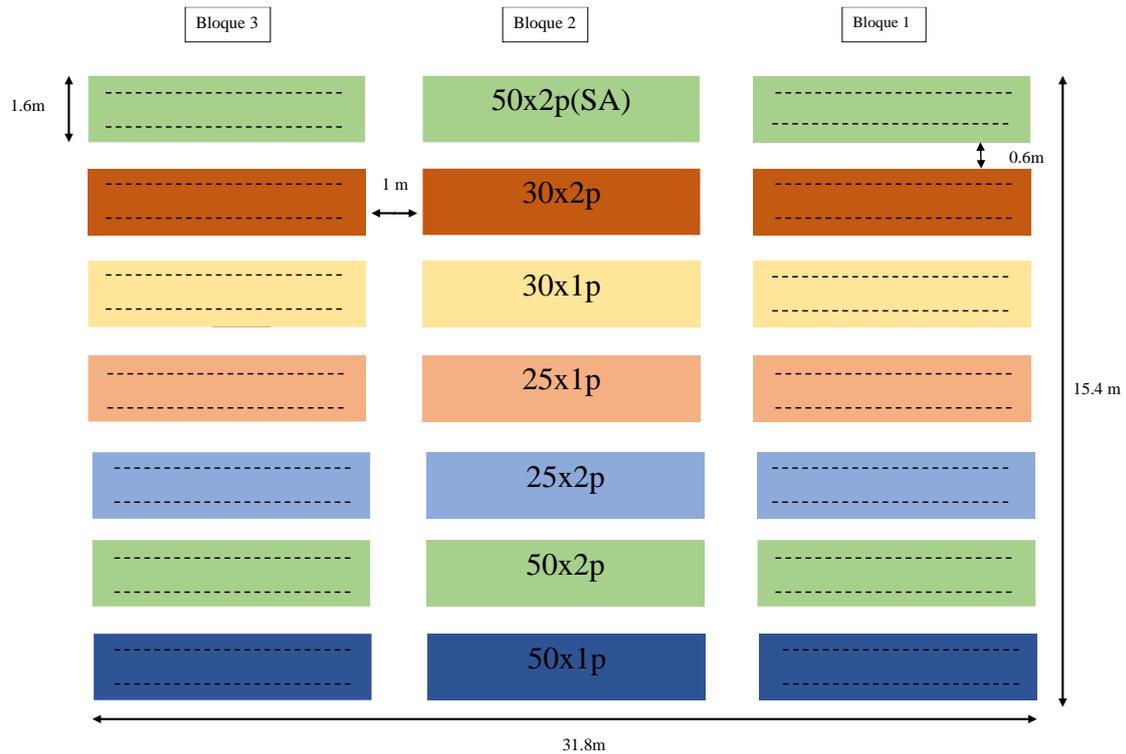
**Tabla 10**

*Descripción de los tratamientos implementados en el proyecto*

<b>Tratamientos</b>	<b>Interacción</b>	<b>Descripción</b>	<b>Entre hileras (cm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Código</b>
T0	TESTIGO	50 cm 2 plantas	80	50 000	50x2p (SA)
T1	D2+P2	30 cm 2 plantas	50	133 314	30x2p
T2	D2+P1	30 cm 1 planta	50	66 657	30x1p
T3	D1+P1	22 cm 1 planta	25	181 818	25x1p
T4	D1+P2	22 cm 2 plantas	25	363 636	25x2p
T5	D3+P2	50 cm 2 plantas	55	80 000	50x2p
T6	D3+P1	50 cm 1 planta	55	40 000	50x1p

### 3.3.3. *Diseño experimental*

En la evaluación de las distintas densidades de siembra en la producción de maíz con una cobertura plástica (mulching plástico) utilizamos un Diseño en bloques al azar con tres repeticiones y siete tratamientos (Figura 3). El modelo que se aplicó fue:  $Y = \mu + B + \lambda + \xi$ .

**Figura 3***Croquis del ensayo Diseño de Bloques al azar*

### 3.3.4. Características del experimento.

En la Tabla 11 se presenta las características del estudio en general

**Tabla 11***Características del experimento*

Descripción	Valor
Números de tratamientos	7
Número de unidades experimentales	21
Área total del ensayo	489.72 m <sup>2</sup> (31.8m x 15.4m)

A continuación, se presenta las características de la unidad experimental (Tabla 12) por tratamiento.

**Tabla 12***Características de la unidad experimental*

Característica	Valor
Largo de la unidad experimental (m)	10.6
Ancho de la unidad experimental (m)	2.2
Área de la unidad experimental (m <sup>2</sup> )	23.32
Número de hileras	2
Distancia entre unidades experimentales (m)	0.6
Separación entre surco (sin cobertura plástica) (m)	0.8

### **3.3.5. Análisis estadístico**

Para los análisis estadísticos de la base de datos se utilizó el software INFOSTAT la versión 2020 con modelos lineales generales y mixtos, donde el efecto fijo es factor y el efecto aleatorio es el bloque, además de la prueba de medias LSD-Fisher ( $\alpha=0.05$ ), cuando los datos no cumplen con los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianza se realiza un ajuste por heteroscedasticidad.

### **3.4. Variables evaluadas**

Las variables se las midió siguiendo los protocolos establecidos por el CIMMYT para el manejo de ensayos internacionales (CIMMYT,1995). Dentro de las variables agronómicas que se analizó están:

#### **3.4.1. Humedad del suelo**

Se la evaluó con la ayuda de un medidor de humedad del suelo (potenciómetro) los viernes a las 8 de la mañana en tres puntos por unidad experimental, desde la siembra (11-11-2022), hasta la cosecha (10-03-2023) con un registro de 18 semanas y un total de 1134 datos.

#### **3.4.2. Temperatura del suelo**

Esta variable se la registro con la ayuda de un termómetro digital (Figura 4) en un punto de cada unidad experimental más el testigo, tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes) a las 8 de la mañana a partir de la semana 14 (10/02/2023) de cultivo con tres registros a la semana y un total de 315 datos hasta la semana 18 (13/03/2023).

#### **Figura 4**

*Medición de la temperatura del suelo con acolchado plástico*



### ***3.4.3. Porcentaje de germinación***

Esta variable se la realizó contabilizando las plantas que germinaron en el transcurso de los días desde la siembra hasta que el 50% habían emergido los cuales fueron registrados en el libro de campo.

### ***3.4.4. Días a la floración femenina (emisión de estigmas)***

Para evaluar los días a la floración femenina se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra en cuatro registros (82-87-93-98 dds) hasta que el 50% de las plantas emitieron sus estigmas considerando a todas las plantas de la unidad experimental.

### ***3.4.5. Altura de la planta***

Se tomaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental y se midió desde el punto de inserción de las raíces (corona) hasta donde empieza la ramificación de la espiga con una cinta métrica esta variable se la mide en centímetros (cm), cuando las plantas alcanzaron la madurez de cosecha (figura 5).

#### **Figura 5**

*Medición de la altura de la planta*



### ***3.4.6. Altura de inserción de mazorca***

Al momento de la cosecha a los 126 dds, se tomó la altura de la inserción de la mazorca en 10 plantas al azar por unidad experimental, con la ayuda de una cita métrica desde el punto de inserción de las raíces (corona) hasta el brote de la mazorca, se los midió en centímetros (cm).

### ***3.4.7. Porcentaje de acame de tallo***

El porcentaje en el acame de tallo se lo registró contabilizando las plantas cuando el quiebre era por arriba de los 50 cm de los cuales se realizó dos registros, el primero (21/01/2023) y el segundo (15/03/2023) al momento de la cosecha (Figura 6).

#### **Figura 6**

*Acame de tallo en tratamientos de acolchado plástico*



### ***3.4.8. Porcentaje de acame de raíz***

El acame de raíz se lo registró cuando las plantas tenían un quiebre en el punto de unión de raíz-tallo contabilizando las plantas por unidad experimental con dos registros el primero a los 73 días después de la siembra (21/01/2023) y el segundo a los 126 dds (15/03/2023) al momento de la cosecha (Figura 7).

#### **Figura 7**

*Acame de raíz en tratamientos de acolchado plástico*



### ***3.4.9. Diámetro del tallo***

Se evaluó el diámetro del tallo de 10 plantas al azar por cada unidad experimental con un calibrador pie de rey, en el tercer nudo de cada planta en centímetros (cm), con un solo registro a los 114 dds (Figura 8).

#### **Figura 8**

*Medición del tallo de la planta*



### ***3.4.10. Longitud de la mazorca***

Para medir esta variable se la tomó en cuenta 10 mazorcas por unidad experimental, en centímetros (cm) con ayuda de una regla, desde la base hasta el ápice de la mazorca, el día de la cosecha (Figura 9).

#### **Figura 9**

*Medición de la longitud de la mazorca*



### ***3.4.11. Ancho de la mazorca***

Se evaluó el ancho de las mazorcas seleccionadas al azar por unidad experimental de las cuales se registró la longitud de 10 mazorcas, para lo cual se utilizó un calibrador pie de rey al momento de la cosecha (Figura 10).

**Figura 10**

*Medición del ancho de la mazorca*



### ***3.4.12. Número de mazorcas cosechadas***

El número de mazorcas se evaluó por unidad experimental (Figura 11) al momento de la cosecha registrando en número de mazorcas por clasificación en primera, segunda y tercera.

**Figura 11**

*Clasificación de mazorcas por unidad experimental*



### ***3.4.13. Rendimiento por unidad experimental***

Para evaluar esta variable se utilizó una balanza para pesar los choclos por unidad experimental en kilogramos al momento de la cosecha clasificando las mazorcas por categorías (Primera, segunda, tercera) establecida por el INEN (1999), registrando estos datos en el libro de campo para la proyección del rendimiento por hectárea (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Clasificación del choclo por su tamaño*

<b>Tipo</b>	<b>Categoría</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Longitud</b>
I Grande	Primera	Primera: $\geq 7$ cm	>20 cm
II Mediano	Segunda	Segunda: 4-6.9 cm	10- 20 cm
III Pequeño	Tercera	Tercera: $\leq 3.9$ cm	<10

### ***3.4.14. Análisis económico***

Se realizó el análisis económico de los costos de producción del maíz suave propuesto por INIAP, donde se incluyen los siguientes indicadores financieros básicos: ingreso bruto, ingreso neto, rentabilidad simple y el beneficio/costo. Para esto se registró en el libro de campo el tiempo y costo estimado de cada labor agrícola y los costos asociados a cada tratamiento.

### 3.5. Manejo específico del experimento

#### 3.5.1. Preparación del suelo

El suelo se preparó mediante labranza convencional (A) con un paso de arada, seguido de dos rastradas. La surcada se realizó con la surcadora una distancia de 80 cm. Las unidades experimentales con acolchado son de 140 cm donde el suelo estaba uniforme se procedió a tender el plástico de color negro con un grosor de 40 micras (B), los caminos son de 60 cm (Figura 12).

**Figura 12**

*Preparación del suelo (A) y aplicación de la cobertura plástica (B)*



#### 3.5.2. Fertilización

El fertilizante compuesto se aplicó a la siembra a chorro continuo al fondo del surco en el testigo, para los diferentes tratamientos con cobertura plástica se aplicó en la línea de siembra 2 kg de urea y 1 kg de 10-30-10 antes de cubrir con el plástico. La segunda aplicación se la realizó en drench disolviendo los fertilizantes (1 kg de 12-08-16, 2 kg de urea y un foliar a base de microelementos Ureamon 500cc) en un tanque de 100 litros con su aplicación en cada sitio de siembra con bomba de mochila, mientras que en los surcos se realizó por planta sin disolverlos (Figura 13).

**Figura 13**

*Fertilización en drench (A) y aplicación con mochila de bomba(B)*



### 3.5.3. Siembra

En los tratamientos del manejo convencional, la siembra se realizó manualmente a una distancia de 50 cm entre plantas y 80 cm entre surcos, dando una densidad de 50 000 semillas por hectárea. En las camas cubiertas con plástico, se realizó la siembra a doble hilera, separadas a 80 cm, colocando dos semillas por sitio a 25, 30 y 50 cm entre planta según el tratamiento que le correspondía a cada parcela.

La semilla utilizada se obtuvo de la cosecha durante el ciclo anterior (2019-2020). Como material genético se utilizó la variedad INIAP-122 “Chaucho mejorado”. La época de siembra fue en el mes de noviembre con el inicio de la temporada de lluvias. La semilla fue desinfectada con un insecticida Crucier para evitar el daño del gusano trozador y vectores de enfermedades que exista en el suelo (Figura 14).

#### Figura 14

*Siembra convencional (A) y en acolchado plástico (B)*



### 3.5.4. Rascadillo y raleo

Esta labor se realizó en las parcelas sembradas de la manera convencional y consistió en realizar una limpieza de las malezas (Figura 15) cuando estas se presentaron sobre todo en la época crítica de competencia y en los tratamientos con acolchado se raleo a una o dos plantas por sitio según el tratamiento que le correspondía a cada parcela (45 días después de la siembra).

#### Figura 15

*Raleo de plantas según el tratamiento*



### 3.5.5. Control de malezas

Se realizaron una limpieza de los caminos a los 60 días después de la siembra entre los tratamientos de acolchado plástico. En el tratamiento testigo se realizó el deshierbe y aporque en una sola labor. No se aplicó ningún herbicida selectivo en el maíz.

### 3.5.6. Control de plagas

Se realizó el control del gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), gusano cogollero (*Spodoptera* spp.), gusano de la mazorca (*Heliothis zea*) y mosca de mazorca (*Euxesta eluta*), con aplicaciones de insecticidas: Deltametrina (Dinastía) 10cc y methomyl (Endgusamyl) 10g por bomba de 20 lt con dos aplicaciones a los 41 y 98 dds según la incidencia de estos (Figura 16), de acuerdo con lo establecido en la guía de cultivo de maíz para la sierra del Ecuador (Yáñez et al., 2013).

#### Figura 16

Control de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*)



### 3.5.7. Cosecha en fresco

La cosecha (Figura 17) se realizó el 13 de marzo de 2023 en estado de choclo, contado y pesando el número de mazorcas cosechadas en cada unidad experimental, agrupándolos según su clasificación.

#### Figura 17

Contabilización de mazorcas después de la cosecha



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del presente capítulo se presentan los resultados obtenidos en el estudio de las densidades de siembra bajo la evaluación de 14 variables cuantitativas, mediante el uso de parámetros estadísticos con un valor de significancia para cada variable (valor p), con el cual se determina la fiabilidad de la investigación.

#### 4.1. Humedad del suelo

En la tabla 14 se puede apreciar que una vez realizado el análisis de varianza en la variable humedad del suelo existe una interacción entre las semanas y los tratamientos con y sin cobertura plástica ( $F=2.52$ ;  $gl=17, 1096$ ;  $p= 0.0006$ ).

**Tabla 14**

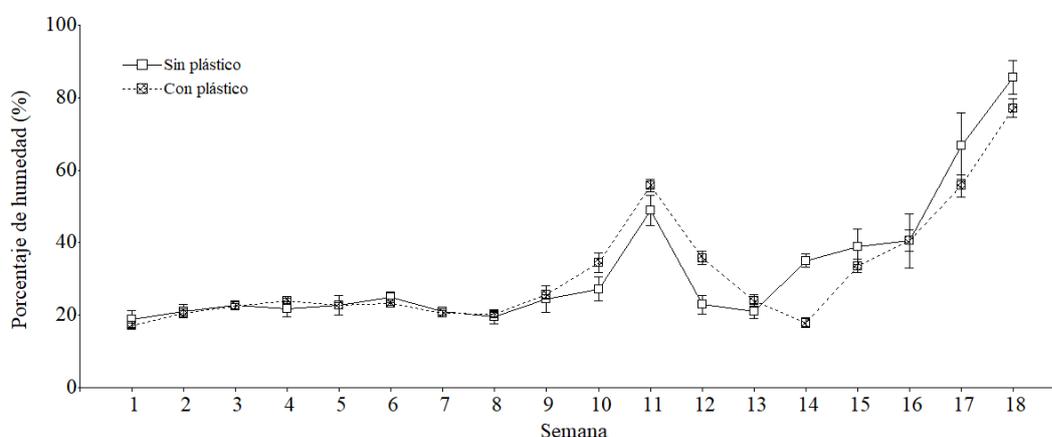
*Análisis de varianza para la variable humedad del suelo*

Fuente de variación	glfv	gl EE	F	p
Semana	17	1096	85,90	<0.0001
Cobertura	1	1096	0.79	0.3735
semana: cobertura	17	1096	2.52	0.0006

En la figura 18 se detalla cómo en todo el ciclo de producción del cultivo la humedad del suelo con y sin cobertura plástica fueron similares hasta la semana 9, donde tenemos una media de 24.44% en la siembra tradicional sin acolchado plástico (T0) y en los tratamientos con acolchado (T1) de 25.74%, a la semana 10 se observó que la humedad fue menor en T0 a la de T1 teniendo una mayor humedad (22.89% y 35.74%), desde los 92 dds la humedad en T1 supera a la humedad que T0 (66.67% y 55.65%).

**Figura 18**

*Evaluación de la humedad del suelo en maíz con cobertura plástica y sin cobertura plástica, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura*



Por las altas precipitaciones registradas, el plástico ayuda a no tener una humedad excesiva cuando las precipitaciones son altas, en T0 al tener una humedad excesiva las plantas presentaron acame en las plantas del tratamiento testigo. El acolchado aumenta significativamente la humedad del suelo en la capa superficial (0 - 5 cm) en comparación con el suelo desnudo, evitando la evaporización de agua en el suelo (Zhang et al., 2017).

#### 4.2. Temperatura del suelo

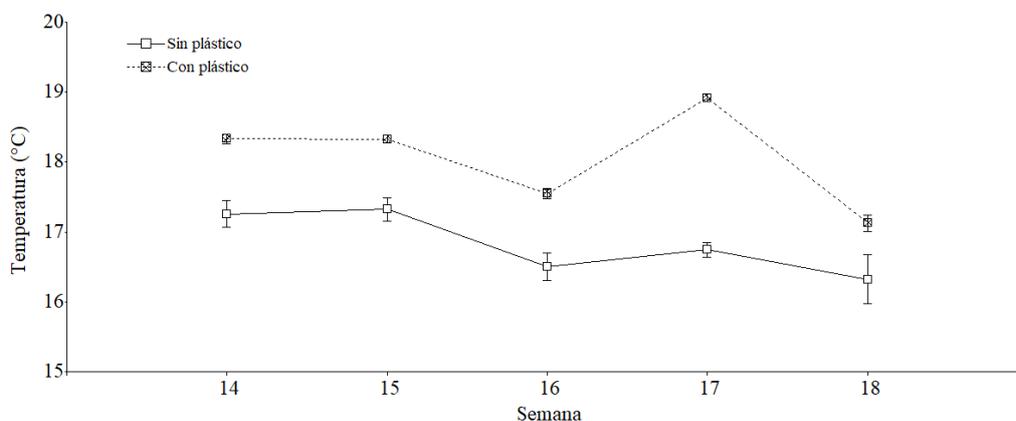
En la tabla 15 detalla que una vez realizado el análisis de varianza en la variable temperatura del suelo existe una interacción entre los factores semana y la cobertura ( $F=7.33$ ;  $gl= 4, 303$ ;  $p= <0.0001$ ).

**Tabla 15**  
*Análisis de varianza para la variable temperatura del suelo*

Fuente de variación	glfv	gl EE	F	p
Semana	4	303	86.20	<0.0001
Cobertura	1	303	184.99	<0.0001
Semana:cobertura	4	303	7.33	<0.0001

En la figura 19, se observa que la temperatura en todo el ciclo es mayor desde cuando se registró la variable desde la semana 14 (17.2 y 18.3 °C), hasta las semana 18 (121 dds) donde en promedio la temperatura se incrementa (16.3 y 17.1 °C) en un grado con la cobertura plástica a excepción de la semana 17 (114 dds) donde la temperatura (16.7 y 18.9 °C) en el acolchado se incrementó en 2.2 grados, lo cual concuerda con los estudios realizados por (Gaimei et al., 2018) que al evaluar la temperatura a una profundidad de 10 cm los incrementos que obtuvo son de 1.11 grados en los tratamientos con acolchado plástico en comparación a la siembra tradicional.

**Figura 19**  
*Evaluación de la Temperatura del suelo en maíz bajos sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura*



### 4.3. Porcentaje de germinación

Una vez realizados los análisis estadísticos de varianza para la variable germinación, se idéntico que no existe una diferencia significativa ( $F=0.34$ ;  $gl=6, 12$ ;  $p= 0.9003$ ) en la germinación en sus diferentes tratamientos evaluados (Tabla 16).

**Tabla 16**

*Porcentaje de germinación en los diferentes tratamientos*

Tratamiento	Media $\pm$ E. E.
T0	78.37 $\pm$ 10.64
T1	76.70 $\pm$ 4.37
T2	77.23 $\pm$ 3.79
T3	81.07 $\pm$ 2.97
T4	84.07 $\pm$ 3.24
T5	78.90 $\pm$ 2.46
T6	80.57 $\pm$ 6.50

Con lo que se corrobora con Calero (2006) al manifestar que, al tener las mismas condiciones ambientales para todos los tratamientos, el porcentaje de emergencia depende exclusivamente del vigor genético de la variedad evaluada.

### 4.4. Días a la floración femenina (emisión de estigmas)

En la tabla 17 una vez realizado el análisis de varianza en la variable días a la floración femenina existe una interacción entre los factores días y tratamientos ( $F=12.25$ ;  $gl=18, 54$ ;  $p= <0.0001$ ).

**Tabla 17**

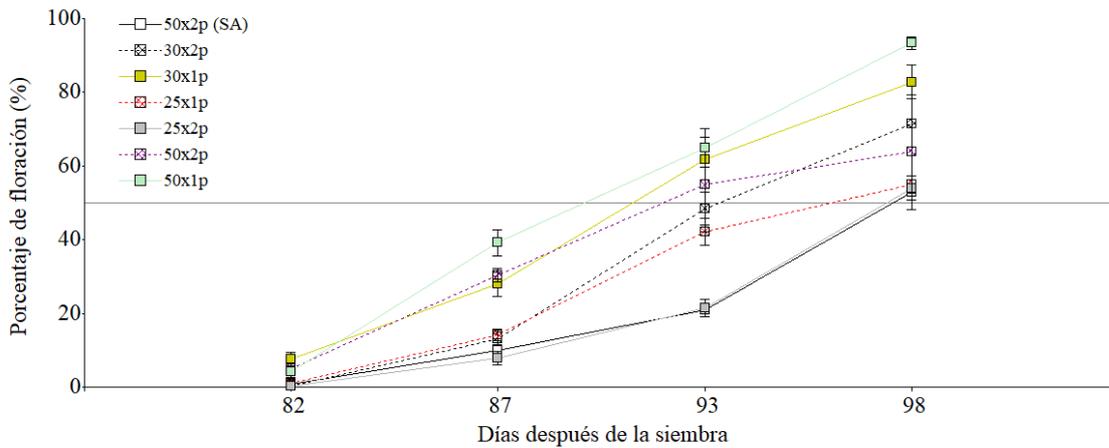
*Análisis de varianza para la variable días a la floración femenina*

Fuente de variación	glfv	gl EE	F	P
Días	3	54	1072.88	<0.0001
Tratamiento	6	54	80.07	<0.0001
Días:Tratamiento	18	54	12.25	<0.0001

En la figura 20 se puede analizar que el tratamiento 50x1p el porcentaje de floración fue mayor en los diferentes días evaluados respectivamente alcanzado el 50 % de floración a los 90 dds, los tratamientos que tuvieron una menor floración hasta los 93 dds fue el testigo 50x2p(SA) seguidos por los tratamientos 25xp2, 25xp1 estos tratamientos alcanzaron el 50% a los 98 dds con esto se observó que a mayores densidades de siembra el cultivo de maíz se demora más en la emisión de estigmas en comparación a densidades menores lo cual concuerda con (Cervantes et al., 2013), por la competencia de nutrientes entre plantas. Lo cual difiere con (Pérez et al., 2010), donde la densidad de siembra en maíz no presento diferencias en los días a la floración.

### Figura 20

Evaluación de los días a la floración en maíz bajos sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura



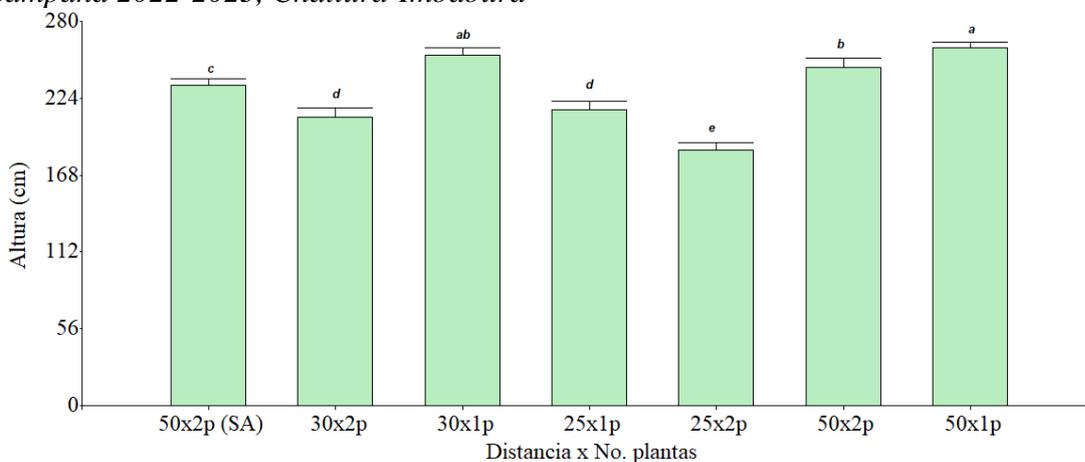
### 4.5. Altura de la planta

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable altura de la planta se evidencia que existe una diferencia significativa en los diferentes tratamientos evaluados ( $F=25.27$ ;  $gl=6, 201$ ;  $p= <0.0001$ ).

En la figura 21 se detalla que el tratamiento 50x1p (40 mil plantas/ha) obtuvo una mayor altura con una media de 260 cm de las 10 plantas evaluadas en cada tratamiento y la que tuvo la menor altura fue la del tratamiento 25x2p (363 mil plantas/ha) con un resultado de 186 cm, es así que a una mayor densidad de siembra con acolchado plástico la estatura de planta va a ser menor, ya que en promedio de la variedad según (Silva et al., 1997) es de 250 cm que está por debajo de la media de 50x2p (SA) con 233 cm que es nuestro testigo de siembra convencional (50 mil plantas/ha).

### Figura 21

Altura de las plantas de maíz bajos sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura



En la figura 21 se detalla que el tratamiento 50x1p (40 mil plantas/ha) obtuvo una mayor altura con una media de 260 cm de las 10 plantas evaluadas en cada tratamiento y la que tuvo la menor altura fue la del tratamiento 25x2p (363 mil plantas/ha) con un resultado de 186 cm, es así que a una mayor densidad de siembra con acolchado plástico la estatura de planta va a ser menor, ya que en promedio de la variedad según (Silva et al., 1997) es de 250 cm que está por debajo de la media de 50x2p (SA) con 233 cm que es nuestro testigo de siembra convencional (50 mil plantas/ha).

Montemayor et al. (2018) en su estudio de igual forma los tratamientos con acolchado plástico de color negro tiene una altura mayor que en la siembra convencional sin cobertura plástica lo cual corrobora los resultados obtenidos en el estudio de evaluación de densidades de siembra, pero en los en los tratamientos con una mayor densidad la altura fue menor a la del testigo en los tratamientos (30x2p, 25x1p, 25x2p).

#### 4.6. Altura de la mazorca

Respecto a la altura de la mazorca, una vez realizado el análisis de varianza se evidencia que no existe una diferencia significativa en los tratamientos evaluados ( $F=1.71$ ;  $gl=6, 201$ ;  $p=0.1207$ ).

**Tabla 18**

*Altura de la mazorca en los diferentes tratamientos evaluados*

Tratamiento	Media $\pm$ E.E.
T0	134.23 $\pm$ 4.04
T1	135.40 $\pm$ 3.01
T2	130.73 $\pm$ 3.59
T3	130.47 $\pm$ 6.38
T4	120.53 $\pm$ 3.72
T5	131.07 $\pm$ 3.89
T6	137.50 $\pm$ 4.57

En la tabla 18 los resultados de las medias en base a la altura de la primera mazorca van desde 120 cm en tratamiento T4, que presento una menor estatura de la planta. Al tener una mayor densidad, las mazorcas se desarrollan a una menor altura a diferencia que en el tratamiento T6, que presentan la mayor altura con 137 cm y presento mejor calidad de mazorcas.

Esto en contraste con lo indicado por Silva (1997), que se refiere a la altura promedio de la primera mazorca para esta variedad es de 140 cm que está por encima de la altura de nuestros tratamientos con 6 cm de diferencia.

#### 4.7. Porcentaje de acame de tallo

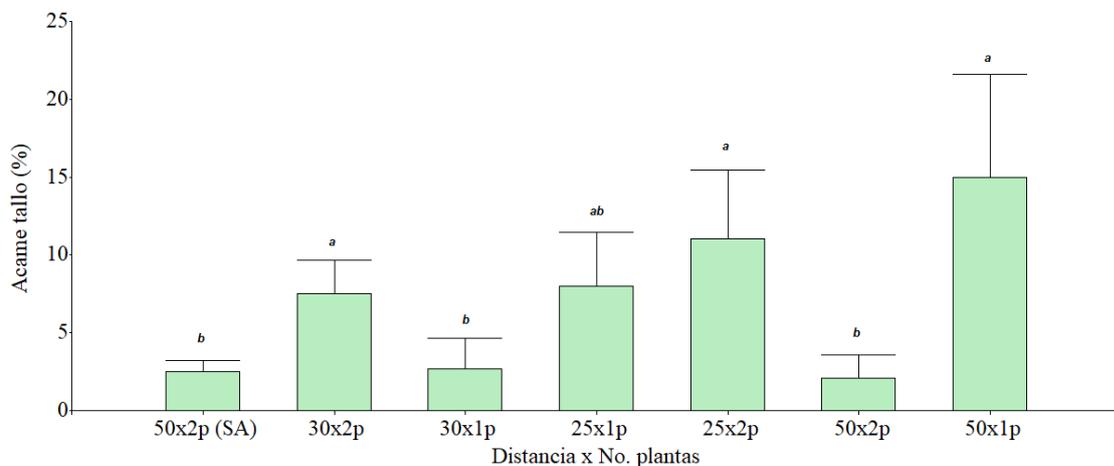
Una vez realizado el análisis de varianza para la variable porcentaje de acame de tallo se pudo evidenciar que existe una diferencia significativa en los tratamientos evaluados ( $F=1.96$ ;  $gl=6, 12$ ;  $p= 0.0416$ ).

En la figura 22 podemos observar que el tratamiento 50x1p (40 mil plantas/ha) presenta un mayor porcentaje de acame (15%) esto se debe a que las plantas de este tratamiento son las más altas con una media de 260 cm, lo cual concuerda con Bastidas et al. (2015) que afirma que a alturas mayores (240 cm) tuvieron un mayor incremento de acame, en el tratamiento 25x2p presentaba un porcentaje de (11%) con tallos de 1.41 cm de diámetro con tallos delgados, estos dos son superiores a los del tratamiento testigo con 12.5% y 8.55% esto se debe a que en el acolchado plástico no se realizan aporques a las plantas siendo más propensas al acame.

En el estudio realizado por Maya y Ramírez (2002) donde a mayores densidades (100 mil plantas/ha) existe una tendencia a incrementar el acame de tallo lo cual concuerda con los resultados obtenidos en los tratamientos.

#### Figura 22

Porcentaje de acame en tallo en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura



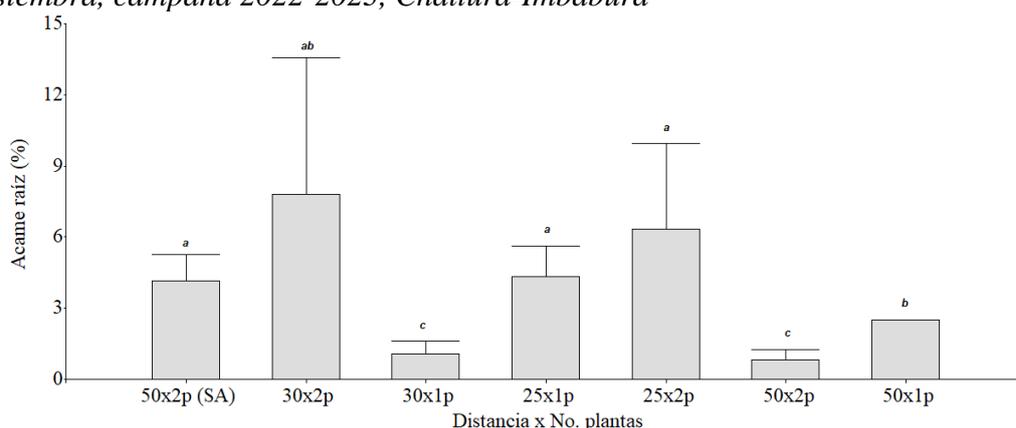
#### 4.8. Porcentaje de acame de raíz

En el porcentaje de acame de raíz, una vez aplicado el análisis de varianza con la prueba de Friedman muestra una diferencia significativa ( $p= 0.01$ ) entre los tratamientos evaluados.

En la figura 23 se observa que el tratamiento 30x2p (133 mil plantas/ha) presento un mayor acame de 5.7% con una media de 7.8 seguido por el tratamiento 25x2p con un porcentaje de 3.6% y una media de 6.3 estos dos tratamientos presentaban un diámetro de tallo 1.6 y 1.4 cm respectivamente. Además, presentaron una altura de 209 cm y 186 cm al tener una cobertura plástica no se realiza el aporque lo cual influye en que las plantas se han más susceptibles al acame, pero en el tratamiento 50x2p (SA) tenemos un porcentaje de acame en raíz 4.1 por la humedad a los 93 dds de 35 %. El acame de las plantas se produjo por las precipitaciones que se presentaron el 10 de febrero de 2023.

#### Figura 23

*Porcentaje de acame en raíz en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura*



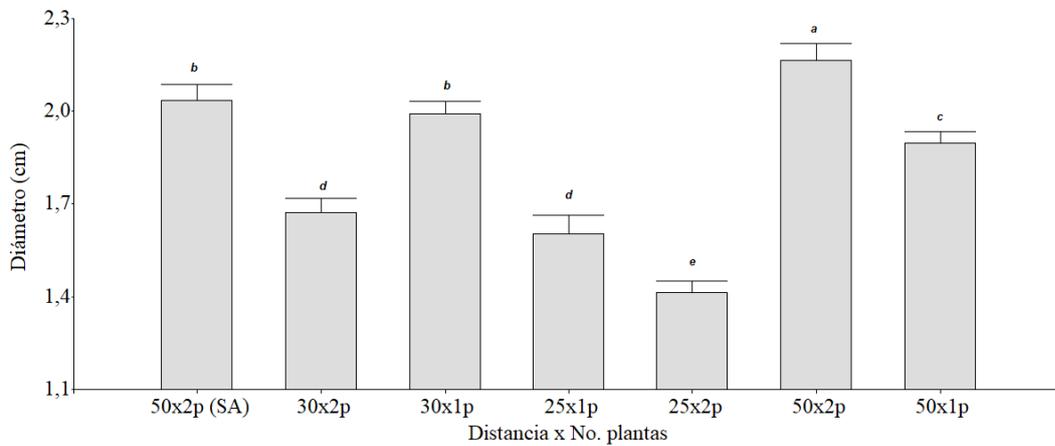
#### 4.9. Diámetro del tallo

A través de la evaluación de los tallos en los diferentes tratamientos con el análisis de varianza presenta diferencias significativas en las diferentes densidades de siembra ( $F=32.83$ ;  $gl=6, 201$ ;  $p= 0.0001$ ).

En la figura 24 el tratamiento 50x2p (80 mil plantas/ha) presento el mayor diámetro de tallo con una media de 2.1 cm y a diferencia del tratamiento con el menor diámetro de tallo y la densidad más alta de siembra fue 25x2p con 1.41 cm esto afecto con tallos débiles propensos al acame del tallo y raíz, además de su altura en comparación a los otros tratamientos.

**Figura 24**

*Diámetro del tallo en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura*



Cruz (2017) en su evaluación de cuatro densidades de siembra observó que a medida que aumenta la densidad de 50 mil plantas/ha a 126 mil plantas/ha, el diámetro del tallo de maíz fue disminuyendo de 3 cm a 2.5 cm respectivamente, lo cual concuerda con las densidades evaluadas de 40 mil plantas/ha a densidades mayores a 100 mil plantas/ha su diámetro se redujo en 0.7 cm.

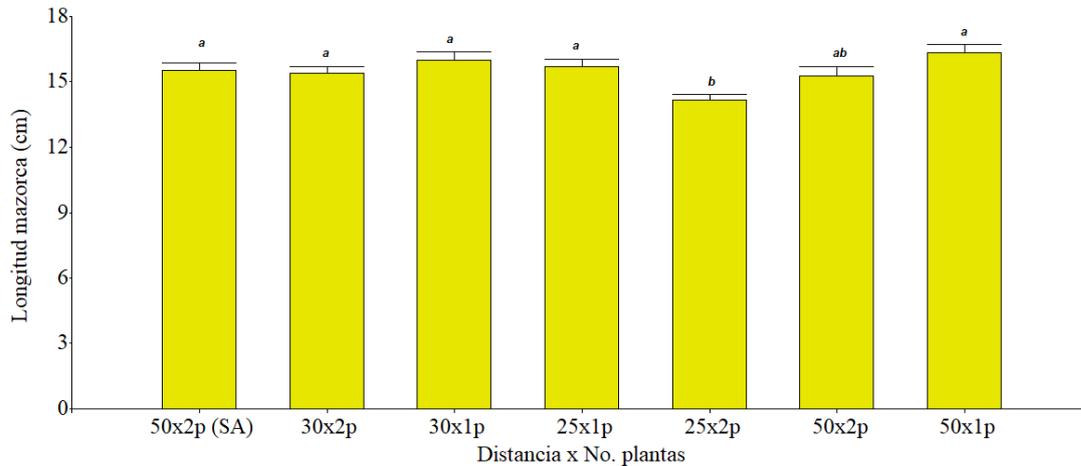
#### **4.10. Longitud de la mazorca**

A través de la evaluación de la longitud de la mazorca con la prueba LSD Fisher misma que dio como resultado una diferencia significativa en los tratamientos evaluados ( $F=4.33$ ;  $g1=6$ , 405;  $p= 0.0003$ ).

En la figura 25 detalla que las mazorcas con mayor longitud se presentan en el tratamiento 50x1p con una media de 16.3 cm, la menor longitud de la mazorca la tuvo el tratamiento 25x2p con 14.1 cm en esta variable la diferencia entre los dos tratamientos es de 2.2 cm aquí algunas mazorcas presentaban un llenado de grano incompleto o mazorcas sin grano a densidades mayores.

## Figura 25

Longitud de la mazorca en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura



Cruz (2017) en su evaluación de densidades siembra a partir de las 100 mil plantas/ha la longitud de la mazorca va disminuyendo las cuales presentaban un llenado de grano incompleto lo con cuerda con los tratamientos estudiados en este ensayo.

Por el contrario Montemayor (2018) en su estudio de acolchados plásticos el color blanco y sin acolchado plástico tuvieron las mazorcas de mayor longitud por igual a diferencia del plástico negro que tuvo mazorcas de menor longitud que en comparación a nuestro estudio difieren con sus resultados ya que el plástico negro tuvo similar longitud que el testigo sin cobertura plástica.

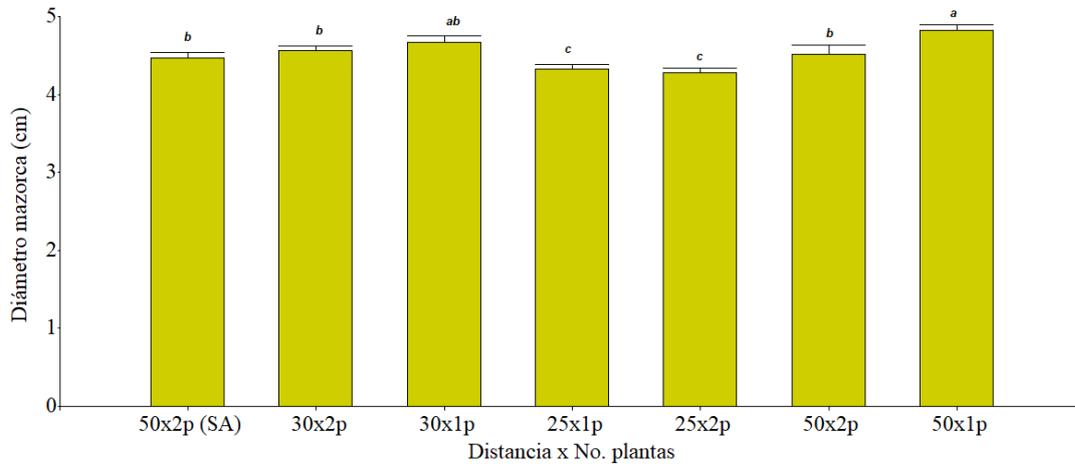
### 4.11. Ancho de la mazorca

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable ancho de la mazorca se pudo evidenciar que existe una diferencia significativa en los tratamientos evaluados ( $F=4.70$ ;  $gl=6$ ,  $385$ ;  $p= 0.0001$ ).

En la figura 26 el tratamiento que presento un mayor ancho de la mazorca fue el tratamiento 50xp1 con una media de 4.82 cm al igual que en la longitud de la mazorca este tratamiento tuvo el mayor rendimiento, el menor diámetro de la mazorca la obtuvo el tratamiento 25xp1 y 25xp2 con una media de 4.3 cm con esto al tener una cobertura plástica en el suelo con una alta densidad de plantas y no tener riego estos tratamientos estaban expuestos a un estrés hídrico lo que provocó que presenten las mazorcas más pequeñas de los tratamientos evaluados.

## Figura 26

*Diámetro de las mazorcas en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura*



Montemayor (2018) al evaluar colores de coberturas plásticas el color negro tuvo un diámetro (4.8 cm) y al tratamiento sin acolchado (4.82 cm), sin embargo, la longitud de la mazorca fue mayor en el tratamiento sin acolchado plástico.

### 4.12. Número de mazorcas cosechadas

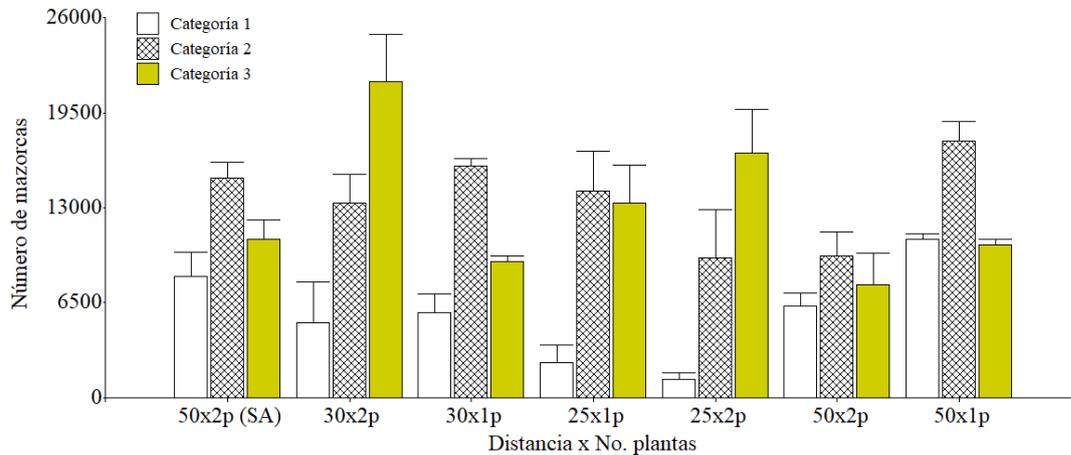
Una vez realizado el análisis de varianza para la variable número de mazorcas cosechadas se pudo evidenciar que existe una diferencia significativa en los tratamientos evaluados ( $F=4.70$ ;  $gl=6, 385$ ;  $p= 0.0381$ ).

En la figura 27 el tratamiento 50xp1 tuvo un mayor de mazorcas de primera y segunda categoría respecto a los demás tratamientos con 10 872 y 17 596 mazorcas por ha. Seguido por el tratamiento testigo con 8 297 mazorcas de primera y 15 021 de segunda categoría tomando en cuenta que el tratamiento testigo tuvo dos en su ciclo a diferencia de los tratamientos con acolchado plástico que no tuvieron riego.

Los tratamientos 25x1p y 25x2p fueron los que menor número de mazorcas de primera categoría 2432 y 1284 por hectárea, pero son las que más mazorcas de tercera categoría tienen 13 304 y 16 738 respectivamente siendo esta categoría de mazorcas las menos deseadas en el mercado para su comercialización.

## Figura 27

Número de mazorcas cosechadas por tratamiento en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura



Según (Mina, 2010) en su estudio realizado en densidades de siembra, el mayor número de mazorcas cosechadas fue para la densidad de 50 mil plantas/ha y el menor número de mazorcas con la densidad de 54 mil plantas/ha estas plantas tenían muchas hojas que recubrían a la mazorca, pero poco grano lo cual se presentó en nuestra investigación con densidades mayores a 100 mil plantas/ha. De igual forma García y Hernández (2023) en su estudio de altas densidades de siembra obtuvieron como resultado que una mayor densidad de siembra no asegura un mayor número de mazorcas por el contrario en densidades mayores a 80 mil plantas el rendimiento se redujo en  $6 \text{ t ha}^{-1}$  con una menor calidad de la mazorca.

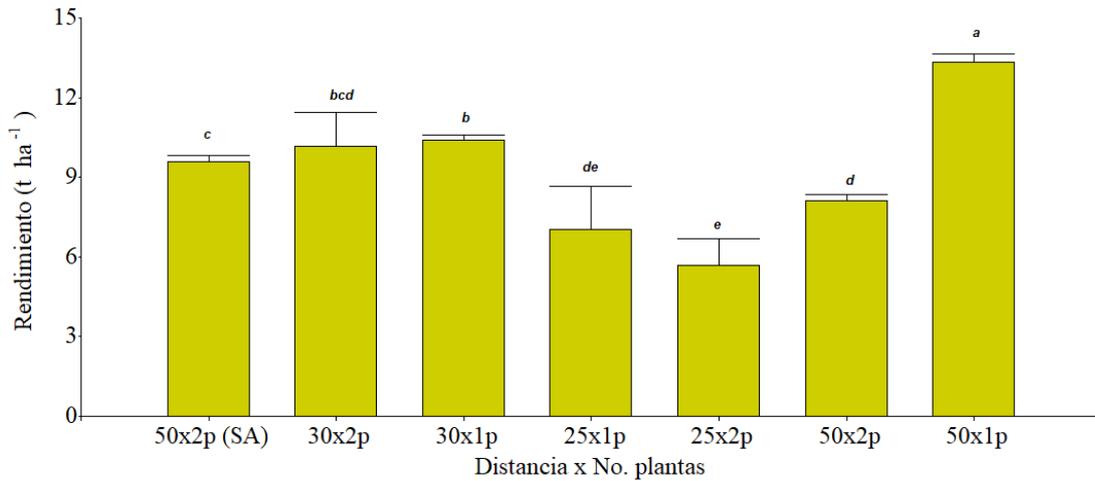
### 4.13. Rendimiento por tratamiento

A través de la comparación del rendimiento entre tratamiento se identificó que existe diferencias estadísticas significativas entre las densidades evaluadas ( $F=10.64$ ;  $gl=6, 12$ ;  $p=0.0003$ ).

En la figura 28 se evidencia que el tratamiento 50x1p (40 mil plantas/ha), fue la que tuvo el mayor rendimiento con  $13.3 \text{ t ha}^{-1}$  seguida por el tratamiento 30x1p (66 mil plantas/ha) con  $10.3 \text{ t ha}^{-1}$ . Mientras que los tratamientos que tuvieron un menor rendimiento fueron 25x1p y 25x2p con un rendimiento de  $7.0$  y  $5.6 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente. El testigo 50x2p (SA) tuvo un rendimiento de  $9.5 \text{ t ha}^{-1}$  con 50 mil plantas por  $\text{ha}^{-1}$ , en sacos tenemos un promedio de 273 sacos de choclos (con 125 unidades) en comparación con lo que presenta Silva (1997) con rendimiento de 190 sacos de choclo con 125 unidades. Se realiza la comparativa en base a sacos de choclo puesto que no se encuentra el rendimiento en medidas de peso.

## Figura 28

Rendimiento por ha en maíz bajo sistema de acolchado y diferentes distancias de siembra, campaña 2022-2023, Chaltura-Imbabura



En una investigación realizada en la Estación Experimental Santa Catalina en el cantón Mejía con una densidad de 50 mil plantas por hectárea, obtuvieron un rendimiento con cobertura plástica de 12.9 t ha<sup>-1</sup> y el testigo de 8.53 t ha<sup>-1</sup> (Zambrano et al., 2022) obteniendo un rendimiento superior al obtenido en el presente estudio con la misma variedad (INIAP- 122).

Guerrero (2023), en su evaluación de tecnologías de producción de maíz obtuvo un rendimiento de 12.9 t ha<sup>-1</sup> similar al obtenido por Zambrano en el manejo convencional de INIAP obtuvo 7.6 t ha<sup>-1</sup> en comparación a nuestro estudio los rendimientos en la cobertura plástica son superiores pero inferiores al tratamiento T6 con una densidad de 25 mil plantas /ha<sup>-1</sup> como se observa en la figura 28.

### 4.14. Análisis económico

Para realizar el análisis económico se tomaron en cuenta los rendimientos de los tratamientos evaluados, los cuales fueron proyectados a toneladas por hectárea, los ingresos y egresos fueron expresados en dólares/hectárea (USD/ha). Para los ingresos se tomó en cuenta el número de mazorcas clasificando por categorías y el precio de venta fijado a fecha 14 de marzo de 2023 de \$15 dólares americanos para el choclo de primera categoría, \$10 para choclo de segunda categoría y \$7 para los choclos de tercera categoría, los egresos fueron: el plástico, las labores de preparación de suelo, la siembra y fertilización, las labores culturales, los gastos de cosecha y transporte, además se tomó en cuenta los costos fijos (administración, uso de suelo, costo de oportunidad del capital e imprevistos) que se detallan en el Anexo 1.

**Tabla 19**

*Rentabilidad de la evaluación de los distintos tratamientos de densidades de siembra en el cultivo de maíz*

<b>Descripción</b>	<b>50x2p(SA)</b>	<b>30x2p</b>	<b>30x1p</b>	<b>25x1p</b>	<b>25x2p</b>	<b>50x2p</b>	<b>50x1p</b>
Costo plástico (USD)	0	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0
Costos variables (USD)	1692.7	1880.1	1775.1	1967.9	2275.1	1763.5	1792.3
Costos Fijos (USD)	269.3	288.0	277.5	296.8	327.5	276.4	279.2
Costo total (USD)	1962.0	2168.1	2052.6	2264.7	2602.6	2039.9	2071.5
Ingreso bruto (USD)	3333.8	3231.0	2921.8	2409.2	1987.1	2349.3	3974.0
Ingreso neto (USD)	1371.8	1062.9	869.2	144.6	-615.5	309.5	1902.4
Rentabilidad simple (%)	69.9	49.0	42.3	6.4	-23.6	15.2	91.8
Beneficio /costo	1.7	1.5	1.4	1.1	0.8	1.2	1.92

Con el análisis económico realizado, se observa que en el periodo de 4 meses que tuvo la duración del cultivo genero ingresos de mayores a los 3000 dólares en los mejores tratamientos (50x2p(SA) y 50x1p) permitiendo recuperar la inversión inicial y tener un redito mayor en el tratamiento con acolchado de 530 dólares en comparación al cultivo tradicional.

Al analizar los costos de producción se determina que (tabla 17) en el tratamiento 363 mil plantas por hectárea no generaron réditos económicos, teniendo una perdida mayor a la inversión inicial. Los tratamientos que destacan fueron 50 mil plantas/ha (sin cobertura plástica), 40 mil plantas/ha con la relación beneficio costo de 1.70 y 1.92.

Los costos de producción con cobertura plástica se incrementan por el valor del plástico, que es un limitante para los agricultores ya que el rollo de 500 metros se lo consigue alrededor de 150 \$. Para una hectárea se necesitará 10 rollos de 500 metros lo cual tiene un costo de 1500 \$ en la preparación del suelo, este valor se lo prorroga para los cuatro ciclos que lleva el plástico en el terreno tomando un valor de \$375 dólares por ciclo.

La rentabilidad fue mayor en choclo (35.91%) y mejor beneficio costo (1.36) en la Estación Experimental Santa Catalina (Zambrano et al., 2022), lo concuerda con los resultados del estudio ya que el mayor rendimiento fue del acolchado plástico una densidad de 40 mil plantas/ha con una relación beneficio/costo de 1.92 en comparación al tratamiento de 50 mil plantas/ha sin cobertura plástica que tuvo el mejor beneficio costo 1.61, el beneficio fue mayor por los cuatro ciclos que duro el plástico a diferencia que en el estudio realizado por (Zambrano et al., 2022) se lo prorroga para dos años y no por ciclos.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- Con la evaluación de las densidades de siembra y el uso de acolchado plástico en la variedad INIAP- 122, en el sector de Chaltura, se observó una reducción de 13 días del ciclo de producción hasta la cosecha del cultivo de maíz con acolchado y la siembra tradicional sin acolchado plástico, además de un incremento en la temperatura del suelo de 1.23 °C, y una conservación de la humedad. Se observó un adelanto en la floración femenina con los tratamientos de cobertura plástica con bajas densidades de siembra; las labores culturales (aporque y deshierbe) se redujeron en los tratamientos con cobertura plástica.
- La densidad de 40 mil plantas/ha presentó un mejor rendimiento en comparación con las otras densidades de siembra del maíz con acolchado; la densidad de 363 mil plantas/ha presentó el menor rendimiento por su alta densidad de siembra. Esto en comparación con el cultivo tradicional del maíz con acolchado plástico.
- El beneficio económico fue mayor en el cultivo con cobertura plástica teniendo una rentabilidad (91%) y el mayor beneficio costo (1.92) en comparación a la densidad de 40 mil plantas/ha en el cultivo de maíz con acolchado plástico, siendo un factor determinante que la inversión del plástico para el acolchado es alta, pero con la densidad adecuada y en épocas de sequía, se puede obtener un redito económico. Tomando en cuenta que para los tratamientos realizados en este estudio con cobertura plástica no se aplicó riegos durante el ciclo del cultivo.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Es necesario evaluar otras variedades que se adapten a la zona para determinar si los beneficios aumentan en comparación a la variedad evaluada en el ensayo.
- Realizar estudios con la implementación de plásticos biodegradables y diferentes colores de cobertura plástica para reducir la contaminación por desechos plásticos.
- Elaborar un plan de fertilización en base a la densidad manejada por cada tratamiento y no tratar por igual a todos los tratamientos.
- Implementar la rotación de cultivos con el sistema de acolchado plástico en los diferentes ciclos de siembra

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, L., Torres, A., Ardisana, E., Fosado, O., Mantuano, V., y Quimis, P. (2018). *Yield behavior of hybrid maize agri-104 on different sowing systems, densities and localized irrigation*. [http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/163](http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/163)
- Ayala, D., y Oñate, J. (2007). *Evaluación y caracterización morfoagronómica de 117 líneas de maíz negro y 42 líneas de maíz dulce provenientes del CIMMYT (México)*. Escuela Politécnica del Ejército.
- Bastidas, Y., Chassaigne, A., Alezones, J., y Hernández, A. (2015). *Comportamiento agronómico y fitopatológico de variedades de maíz (Zea mays L.) en los estados Yaracuy Y Guárico, Venezuela*.
- Benitez, C. (2006, julio). *El maíz: origen, composición química y morfología*.
- Blanco, Y., y González, D. (2021). *Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (Zea mays)*.
- Boada, R., y Espinosa, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *Siembra*, 3(1), 67-82. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.262>
- Casmuz, A., y Juarez, L. (2010). Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). En *Rev. Soc. Entomol. Argent* (Vol. 69, Número 4). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322028487010>
- Cervantes-Ortíz, F., Covarrubias-Prieto, J., Rangel-Lucio, J. A., Terrón-Ibarra, A. D., Mendoza-Elos, M., y Preciado-Ortiz, R. E. (2013). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 101-110. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212013000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Chaves, N., y Gutiérrez, M. (2016). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 255. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21904>
- Cruz, M. (2017). *Efecto de cuatro densidades de siembra y cuatro dosis de fertilizante N-P-K en el desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)*.

- Esquivel, J. (2019). *Cálculo de la densidad de plantación en configuraciones silvopastoriles*. <https://crea.org.py/wp-content/uploads/2020/12/CF-Calculo-de-la-densidad-de-plantacion-en-configuraciones-silvopastoriles.pdf>
- Gaimei, L., Yuguo, W., Baoliang, C., Nana, L., Wenliang, C., y Wei, Q. (2018). Exploring optimal soil mulching to enhance maize yield and water use efficiency in dryland areas in China. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil y Plant Science*, 68(3), 273-282. <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1394486>
- García, D., y Hernández, M. (2023). Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido. *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6427>
- García, J. (1996, abril 4). Manual de Acolchados. *Revista Productores de Hortalizas*.
- Guacho, E. (2014). *"Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad San José De Chazo*.
- Guerrero, R. (2023). *Evaluación de tres tecnologías en la producción de maíz negro (zea mays l.) iniap 199 racimo de uva en el campus Ceasa, Cotopaxi 2023*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10955>
- Guzmán, L. (2010). *Factores que influyen en el rendimiento de cucurbitáceas (melón, sandía, calabacita y pepino) con acolchado plástico*.
- Henríquez, M. (2017). *EL CULTIVO DEL MAÍZ FISIOLÓGÍA Y ASPECTOS GENERALES - PDF Descargar libre*.
- Ibarra, L., y Rodríguez, A. (1991). *Acolchado de suelo con películas plásticas (LIMUSA)*. INEC. (2022). *Información productiva territorial*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Maya, J., y Ramírez, J. (2002). Response of maize hybrids to potassium application at different population densities. En *Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex* (Vol. 25, Número 4). <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2002.4.333>
- Mina, J. (2010). *Efecto de varias densidades de siembra en el rendimiento del maíz chococito (Zea mays) en el municipio de Buenaventura – Valle del Cauca*. <https://repositorio.unipacifico.edu.co/bitstream/handle/unipacifico/95/TRABAJO%20DE%20GRADO%20BALTAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2021). *Boletín Situacional Maíz Suave 2021 - Páginas de Flipbook 1-7 | FlipHTML5*. <https://fliphtml5.com/ijia/wumz/basic>

- Montemayor, J., Segura, M., Woo, J., Mendoza, R., y Munguía, J. (2018). *Acolchados plásticos para la producción de maíz (Zea mays L.) forrajero en la Comarca Lagunera*.
- Montemayor, J., Suárez, E., Munguía, J., Segura, M., Mendoza, R., y Woo, J. (2018). Acolchados plásticos para la producción de maíz (Zea mays L.) forrajero en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 20. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.982>
- Peñaherrera, D., Merchán, M., Yáñez, C., Zambrano, J. L., Racines, M., y Sangoquiza, C. (2020). *Guía para facilitar el aprendizaje sobre manejo integrado de maíz de altura (Zea mays L.)*.
- Pérez, D. de J., González, A., Rubí, M., Gutiérrez Rodríguez, F., Franco Martínez, J. R. P., Ramírez Dávila, J. F., Quiroz Mercado, J., Pérez López, D. de J., González Huerta, A., Rubí Arriaga, M., Gutiérrez Rodríguez, F., Franco Martínez, J. R. P., y Ramírez Dávila, J. F. (2010). Respuesta de 10 cultivares de maíz a la densidad de población en tres localidades del centro mexiquens. En *Revista mexicana de ciencias agrícolas* (Vol. 8, Número 7). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000701521&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701521&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Programa Del Maiz Del Cimmyt. (2004). *Enfermedades del maíz una guía para su identificación en el campo*. CIMMYT.
- Red Latinoamericana de Maíz. (2022, enero 8). *Se investiga el uso de acolchado plástico para la producción de maíz*.
- Reyes, P. (1985). *Fitogenotecnia Básica y Aplicada* (AGT editor S.A., Ed.).
- Saavedra, G., y González, M. (2014). *El cultivo del maíz choclero y dulce*. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7802>
- Sánchez, I., y Pérez, E. (2014). Maíz I (Zea mays). En *Reduca (Biología)*. Serie Botánica (Vol. 7, Número 2, pp. 151-171). <https://hdl.handle.net/20.500.14352/33739>
- Silva, E., Dobronsky, J., y Heredia, J. (1997). *INIAP-122 Chaucho Mejorado: Variedad de maíz amarillo harinoso semi-precoz para la provincia de Imbabura*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2578>
- Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Tröger, J., Muñoz, K., Frör, O., y Schaumann, G. E. (2016). Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? *Science of The Total*

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.153>

- Vallone, P., Gudelj, V., Galarza, C., Maseiro, B., Vranicich, C., y Nebreda, J. (2010). *Ensayo de densidad y distancia de siembra de maíz*.
- Yáñez, C., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Zambrano, José, Caicedo, M., y Heredia, J. (2010). *Guía de producción de maíz de altura*. 96. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2440>
- Zambrano, J., Cartagena, Y., Sangoquiza, C., y Victoria, L. (2022). *Evaluación del acolchado plástico en la producción de maíz harinoso (Zea mays L. var. amylacea St.) en la Sierra del Ecuador*.
- Zambrano, J., y Lopez, V. (2020). *Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Santa Catalina Protocolo De Investigación Y Desarrollo*.
- Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., Ortíz, R., León, J., Campaña, D., López, V., Asaquibay, C., Nieto, M., Sanmartín, G., Pintado, P., Yáñez, C., y Racines, M. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana Quito-Ecuador*.
- Zhang, P., Wei, T., Cai, T., Ali, S., Han, Q., Ren, X., y Jia, Z. (2017). Plastic-Film Mulching for Enhanced Water-Use Efficiency and Economic Returns from Maize Fields in Semiarid China. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00512>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Proyección de los costos de producción para una hectárea de choclo a diferentes densidades de siembra*

Fases y Actividades	Insumo, producto, material, equipo	50x2p(SA)	30x2p	30x1p	25x1p	25x2p	50x2p	50x1p
<b>Preparación del suelo y labores de presiembra</b>								
Análisis del suelo	Servicio de laboratorio	30	30	30	30	30	30	30
Arado	Tractor	40	60	60	60	60	60	60
Rastrado	Tractor	80	80	80	80	80	80	80
Surcado	Tractor	40	0	0	0	0	0	0
Plástico		0	375	375	375	375	375	375
alquiler maquinaria			20	20	20	20	20	20
<b>Siembra y Fertilización inicial</b>								
Semilla	Variedad	105	210	105	315	630	105	105
Fertilizantes	10-30-10	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2
	Urea	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1
	12-08-16	32.3	32.3	32.3	32.3	32.3	32.3	32.3
Mano de obra	Jornal	144	144	144	144	144	144	144
<b>Labores culturales y manejo del cultivo</b>								
Rascadillo	Jornal	54	18	18	18	18	18	18
Raleo	Jornal	144	72	72	72	72	72	72
Aporque	caballo	50	0	0	0	0	0	0
	Urea	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2
Riego	Jornal	144.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	Fertilizante foliar	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8
	Jornal	72	60	60	60	60	60	60
	Plaguicidas deltametrina	10.05	10.1	10.05	10.1	10.1	10.1	10.1
Control de mariposa del choclo	Methomyl	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	Jornal	60	60	60	60	60	60	60

<b>Cosecha poscosecha y venta</b>								
Cosecha	Jornal		270	270	270	270	270	270
	Sacos		52.6	56	56	38.8	31	44.4
	Hilo plástico		3	3	3	3	3	3
Transporte al mercado	Flete y estibaje		125	125	125	125	125	125
<b>Total de costos variables (USD)</b>			<b>1692.7</b>	<b>1880.1</b>	<b>1775.1</b>	<b>1967.9</b>	<b>2275.1</b>	<b>1763.5</b>
Administración (%TCV)		2%	33.85	37.60	35.50	39.36	45.50	35.27
Uso de Suelo			100	100	100	100	100	100
Costo de oportunidad del capital (%)		6%	101.6	112.8	106.5	118.1	136.5	105.8
Imprevistos (%TCV)		2%	33.9	37.6	35.5	39.4	45.5	35.3
<b>Total costos fijos (USD)</b>			<b>269.3</b>	<b>288.0</b>	<b>277.5</b>	<b>296.8</b>	<b>327.5</b>	<b>276.4</b>
<b>Costo total (USD)</b>			<b>1962.0</b>	<b>2168.1</b>	<b>2052.6</b>	<b>2264.7</b>	<b>2602.6</b>	<b>2039.9</b>
	Rendimiento (tn/ha)		9.57	10.16	10.39	7.04	5.67	8.11
	Rendimiento ajustado 10% (tn/ha)		8.6	9.1	9.4	6.3	5.1	7.3
	Choclo de primera categoría (Mazor/ha)		8297	5150	5865	2432	1287	6294
	Choclo de segunda categoría (Mazor/ha)		15021	13304	15879	14163	9585	9728
	Choclo de tercera categoría (Mazor/ha)		10872	21602	9299	13304	16738	7725
	Sacos de choclo primera		92.2	57.2	65.2	27.0	14.3	69.9
	Sacos de choclo segunda		136.6	120.9	144.4	128.8	87.1	88.4
	Sacos de choclo tercera		83.6	166.2	71.5	102.3	128.8	59.4
	Ingresos por choclos de primera categoría (USD)		1382.8	858.3	977.5	405.3	214.5	1049.0
	Ingresos por choclos de segunda categoría (USD)		1365.5	1209.5	1443.5	1287.5	871.4	884.4
	Ingresos por choclos de tercera categoría (USD)		585.4	1163.2	500.7	716.4	901.3	416.0
<b>Ingreso bruto (USD)</b>			<b>3333.8</b>	<b>3231.0</b>	<b>2921.8</b>	<b>2409.2</b>	<b>1987.1</b>	<b>2349.3</b>
<b>Ingreso neto (USD)</b>			<b>1371.8</b>	<b>1062.9</b>	<b>869.2</b>	<b>144.6</b>	<b>-615.5</b>	<b>309.5</b>
<b>Rentabilidad simple (%)</b>			<b>69.9</b>	<b>49.0</b>	<b>42.3</b>	<b>6.4</b>	<b>-23.6</b>	<b>15.2</b>
<b>Beneficio /costo</b>			<b>1.7</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>1.1</b>	<b>0.8</b>	<b>1.2</b>