



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE AGRONOMÍA

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE TRES TECNOLOGÍAS EN LA  
PRODUCCIÓN DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays* L.) INIAP 199  
RACIMO DE UVA EN EL CAMPUS CEASA, COTOPAXI  
2023.”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Agrónomo

**Autor:**  
Guerrero Rojas Oscar David

**Tutor:**  
Chasi Vizquete Wilman Paolo Ing. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**AGOSTO 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Oscar David Guerrero Rojas, con cédula de ciudadanía No. 1752848414, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: "Evaluación de tres tecnologías de la producción de maíz negro (*Zea mays* L.) INIAP 199 racimo de uva en el campus CEASA, Cotopaxi 2023", siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 18 de agosto del 2023

Oscar David Guerrero Rojas

Estudiante

C.C. 1752848414

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg

Docente Tutor

C.C. 0502409725

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GUERRERO ROJAS OSCAR DAVID**, identificado con cédula de ciudadanía **1752848414** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de tres tecnologías de la producción de maíz negro (*Zea mays* L.) INIAP 199 racimo de uva en el campus CEASA, Cotopaxi 2023”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: Ingeniero. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizúete

Tema: “Evaluación de tres tecnologías de la producción de maíz negro (*Zea mays* L.) INIAP 199 racimo de uva en el campus CEASA, Cotopaxi 2023”.

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de agosto del 2023.

Oscar David Guerrero Rojas

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema

**LA CESIONARIA**



## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DE TRES TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays* L.) INIAP 199 RACIMO DE UVA EN EL CAMPUS CEASA, COTOPAXI 2023”**, de Guerrero Rojas Oscar David , de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Mg.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 0502409725

## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Guerrero Rojas Oscar David, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE TRES TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays* L.) INIAP 199 RACIMO DE UVA EN EL CAMPUS CEASA, COTOPAXI 2023”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

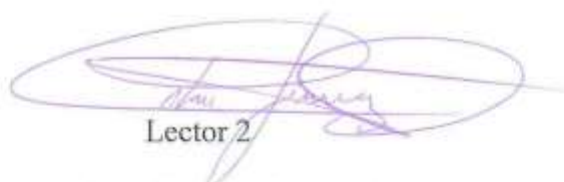
Latacunga, 18 de agosto del 2023



Lector 1 (presidenta)

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

CC: 0502673924



Lector 2

Ing. Santiago Jiménez Jácome, Mg.

CC: 0501946263



Lector 3

Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

CC: 0502661754

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento principalmente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y al grupo de docentes que conforman la carrera de Agronomía, quienes a partir de sus conocimientos brindan una educación excepcional a todos los estudiantes. Es así como también los docentes no solo imparten clases de excelencia, sino que nos orientan profesionalmente para tener un mejor desempeño laboral en un futuro.

Mis sinceros agradecimientos al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), quienes me brindaron un apoyo incondicional y me brindaron algo muy especial como lo es el tiempo y la experiencia. Además, de la oportunidad de trabajar en el proyecto de investigación con el uso de una de sus mejores variedades de maíz.

También quiero agradecer a mi familia, quienes han sido un pilar fundamental para poder lograr mis estudios universitarios, mediante la sabiduría, humildad, motivación y la experiencia que me transmiten y de esta forma es como no me alcanzan las palabras para agradecerles por todo el apoyo incondicional y por ser parte de este logro alcanzado.

Oscar David Guerrero Rojas

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo mis padres Klever Guerrero y Rosa Gutiérrez, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido una inspiración en proceso de formación académica y social. Ellos son quienes me motiva a superarme cada día más, me enseñaron valores y lecciones de vida, en las cuales mencionan que la forma de superarse en la vida es el estudio, el respeto y la responsabilidad. A mis queridos hermanos Erik Guerrero y Nicole Guerrero, quienes también son parte de mi superación y me apoyaron en todo momento.

También dedico este trabajo a los docentes de la carrera de agronomía que tienen la pasión y la vocación para enseñar. Sin embargo, quiero mencionar a mi tutor Paolo Chasi, quien es una persona que motiva a los estudiantes a ser mejores cada día, sin olvidar el lugar de donde provienen, que siempre mira hacia adelante haciendo lo correcto y siendo un ejemplo para muchos. Finalmente dedico este trabajo a mis compañeros de carrera, que han estado siempre a mi lado de una forma incondicional y que espero poder seguir siendo amigos en la vida profesional como colegas.

Oscar David Guerrero Rojas



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE TRES TECNOLOGÍAS EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*) INIAP 199 RACIMO DE UVA EN EL CAMPUS CEASA, COTOPAXI 2023.”.

AUTOR: Guerrero Rojas Oscar David

## RESUMEN

El maíz (*Zea mays L.*), es una planta cultivada principalmente en la sierra ecuatoriana, aunque en los últimos años ha experimentado una reducción en su producción, debido a la falta de acceso a tecnologías modernas. La presente investigación en conjunto con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), buscó establecer una alternativa para maximizar el rendimiento del cultivo de maíz negro variedad INIAP – 199 “Racimo de uva” en el CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante la implementación de tres tecnologías de producción que son: manejo con acolchado plástico, manejo tecnológico del INIAP, y manejo convencional del agricultor. Se analizaron diversas variables, incluyendo la emergencia, la altura, días al panojamiento, días a la cosecha en seco, rendimiento de mazorca con hojas en estado seco, rendimiento de mazorca sin hojas, porcentaje de humedad de granos a la cosecha, peso de semillas en estado seco, porcentaje de desperdicio y rendimiento total del cultivo. De los datos obtenidos, se realizó tablas de datos y gráficas que muestran las diferencias en las variables antes mencionadas. Específicamente, el acolchado plástico logró un rendimiento de 12919,3 kg/ha, siendo el más alto entre las tres tecnologías investigadas. Los resultados indicaron que la tecnología de acolchado plástico fue la que demostró un mejor desempeño agronómico como, germinación, altura y cumplió con los parámetros establecidos por manuales de maíz de la región sierra.

**Palabras clave:** tecnologías de producción, rendimiento, acolchado, comportamiento agronómico.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

### THEME:

AUTHOR: Guerrero Rojas Oscar David

### ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L), is a plant primarily cultivated in the Ecuadorian highlands, although in recent years it has experienced a reduction in its production due to a lack of access to modern technologies. This joint research, in collaboration with the National Institute of Agricultural Research (INIAP), aimed to establish an alternative to maximize the yield of the black corn variety INIAP - 199 "Racimo de uva" at the CEASA of the Technical University of Cotopaxi. This was achieved through the implementation of three production technologies: plastic mulch management, INIAP's technological management, and conventional farmer management. Various variables were analyzed, including emergence, height, days to tasseling, days to dry harvest, yield of cobs with leaves in a dry state, yield of cobs without leaves, grain moisture percentage at harvest, dry seed weight, percentage of waste, and total crop yield. From the collected data, tables and graphs were generated to display the differences in the aforementioned variables. Specifically, plastic mulch achieved a yield of 12,919.3 kg/ha, being the highest among the three investigated technologies. The results indicated that plastic mulch technology demonstrated better agronomic performance in terms of germination, height, and compliance with parameters established by maize manuals in the highland region.

**Keywords:** production technologies, yield, mulching, agronomic performance.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iv
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	4
4.1. Beneficiarios directos.....	4
4.2. Beneficiarios indirectos .....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
6. OBJETIVOS .....	6
6.1. Objetivo General.....	6
6.2. Objetivos Específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
8.1. Maíz ( <i>Zea mays L.</i> ) .....	7
8.2. Origen. ....	7
8.3. Cultivos de maíz en ecuador. ....	8
8.4. Clasificación taxonómica del maíz .....	8
8.5. Descripción botánica del maíz. ....	9

8.5.1.	Raíz.....	9
8.5.2.	Tallo.....	9
8.5.3.	Hojas.....	9
8.5.4.	Inflorescencia.....	9
8.5.5.	Grano .....	10
8.5.6.	Tusa. ....	10
8.6.	Variedades.....	10
8.7.	Variedades nativas. ....	10
8.8.	Variedades mejoradas. ....	11
8.9.	Variedad en estudio.....	11
8.10.	INIAP- 199 “Racimo de uva” variedad maíz negro.....	11
8.11.	Origen.....	11
8.12.	Importancia del maíz.....	11
8.13.	Características agronómicas.....	12
8.14.	Características agromorfológicas.....	12
8.15.	Características de calidad.....	13
8.16.	Zonificación. ....	13
8.17.	Manejo del cultivo.....	14
8.17.1.	Época de siembra. ....	14
8.17.2.	Preparación del suelo. ....	14
8.17.3.	Densidad de siembra.....	14
8.17.4.	Fertilización. ....	14
8.17.5.	Control de malezas.....	14
8.17.6.	Control de plagas y enfermedades.....	15
8.17.7.	Cosecha.....	15
8.17.8.	Almacenamiento.....	15
8.18.	Tecnologías de producción.....	16

8.18.1.	Tecnología acolchado.....	16
8.18.2.	Tipos de acolchado .....	16
8.18.3.	Tecnología convencional INIAP.....	19
8.18.4.	Tecnología convencional del agricultor.....	19
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	19
9.1.	Hipótesis nula (HO).....	19
9.2.	Hipótesis alternativa (H1).....	19
10.	METODOLOGÍA.....	20
9.3.	Ubicación.....	20
9.4.	Tipo de investigación.....	20
9.4.1.	Cuali-cuantitativa.....	20
9.5.	Técnica e instrumentos para la recolección de datos .....	21
9.5.1.	Observación de campo.....	21
9.5.2.	Registro de datos .....	21
9.5.3.	Cálculo para la muestra .....	21
9.6.	Diseño de investigación .....	22
9.6.1.	Tecnología Acolchado:.....	22
9.6.2.	Tecnología Convencional INIAP: .....	22
9.6.3.	Tecnología Convencional del Agricultor: .....	23
9.7.	Operacionalización de variables .....	23
9.7.1.	Días a la emergencia.....	24
9.7.2.	Número total de plantas.....	24
9.7.3.	Número de mazorcas por sistema de producción o tecnología .....	25
9.7.4.	Días al panojamiento .....	25
9.7.5.	Altura planta .....	25
9.7.6.	Días a la cosecha en seco.....	26
9.7.7.	Porcentaje de humedad del grano.....	26



9.7.8.	Rendimiento de la mazorca con hojas en estado seco .....	26
9.7.9.	Rendimiento de la mazorca sin hojas en estado seco .....	27
9.7.10.	Rendimiento de semillas en estado seco .....	28
9.7.11.	Porcentaje de desperdicio .....	29
9.7.12.	Rendimiento total del cultivo .....	29
9.8.	Diseño del ensayo de campo .....	30
9.9.	Manejo específico del experimento .....	30
9.9.1.	Preparación del suelo .....	30
9.9.2.	Fertilización .....	30
9.9.3.	Siembra .....	31
9.9.4.	Rascadillo .....	31
9.9.5.	Aporque .....	32
9.9.6.	Control de malezas .....	32
9.9.7.	Control de enfermedades y plagas .....	32
9.9.8.	Cosecha en seco .....	33
10.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	34
10.1.	Variables agronómicas y morfológicas .....	34
10.2.	Número de plantas a la emergencia .....	35
10.3.	Altura de planta .....	37
10.3.1.	Análisis de varianza .....	38
10.3.2.	Prueba Tukey al 5% .....	39
10.4.	Rendimiento .....	40
10.4.1.	Área (m <sup>2</sup> ), Plantas/ Área, Plantas/ Vivas, Porcentaje de plantas vivas por tecnología, Plantas/ Ha, Promedio de mazorcas/ planta .....	41
10.4.2.	Desperdicio kg .....	45
10.4.3.	Producción por tecnología de la mazorca con hoja en kg .....	46
10.4.4.	Producción por tecnología de la mazorca sin hoja en kg .....	47

10.4.5.	Producción por tecnología desgranado de las muestras en kg.....	48
10.4.6.	Rendimiento con hoja y mazorca en kg/ha.....	49
	Rendimiento sin hoja en kg/ha.....	50
10.4.7.	Rendimiento desgranado en kg/ha.....	51
11.	CONCLUSIONES.....	52
12.	RECOMENDACIONES.....	52
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
15.	ANEXOS.....	56

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados. ....	6
<b>Tabla 2:</b>	Clasificación taxonómica del maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	8
<b>Tabla 3:</b>	Características agronómicas de la variedad INIAP - 199 Racimo de uva. ....	12
<b>Tabla 4:</b>	Características agromorfológicas de la variedad INIAP -199 Racimo de uva.	12
<b>Tabla 5:</b>	Características de calidad de la variedad INIAP - 199 Racimo de uva.....	13
<b>Tabla 6:</b>	Definición de variables en estudio. ....	23
<b>Tabla 7:</b>	Productos para control de plagas y enfermedades.....	33
<b>Tabla 8:</b>	Parámetros cuantitativos para la caracterización morfológica del cultivo. ....	34
<b>Tabla 9:</b>	Análisis estadístico Chi cuadrado de las plantas germinadas por tecnología.	35
<b>Tabla 10:</b>	Análisis de varianza para alturas de las plantas en las tres tecnologías. ....	38
<b>Tabla 11:</b>	Test de Tukey para la variable altura planta.....	39
<b>Tabla 12:</b>	Parámetros cuantitativos para la caracterización morfológica de la postcosecha del cultivo. ....	40

### ÍNDICE DE GRÁFICOS.

<b>Gráfico 1:</b>	Distribución del experimento en campo. ....	30
<b>Gráfico 2:</b>	Chi cuadrado del número de plantas germinadas.....	36
<b>Gráfico 3:</b>	Crecimiento mensual del maíz de las tres tecnologías.....	37
<b>Gráfico 4:</b>	Número de plantas vivas.....	42
<b>Gráfico 5:</b>	Porcentaje de plantas vivas por sistemas de producción.....	43

<b>Gráfico 6:</b> Promedio de mazorcas por planta .....	44
<b>Gráfico 7:</b> Desperdicio en kilogramos.....	45
<b>Gráfico 8:</b> Producción por tecnología con hoja.....	46
<b>Gráfico 9:</b> Producción por tecnología sin hoja .....	47
<b>Gráfico 10:</b> Producción por tecnología desgranado .....	48
<b>Gráfico 11:</b> Rendimiento por tecnología con hoja .....	49
<b>Gráfico 12:</b> Rendimiento por tecnología sin hoja.....	50
<b>Gráfico 13:</b> Rendimiento por tecnología desgranado.....	51

### ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

<b>Ilustración 1:</b> Mapa del Ecuador - Provincia de Cotopaxi - Ubicación del ensayo - Campus Salache.....	20
---	----

### ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Medición del terreno.....	56
<b>Anexo 2.</b> Medición de las hileras, realización de los huecos en el plástico y preparación de la semilla.....	56
<b>Anexo 3.</b> Preparación de la semilla con fertibacter.....	56
<b>Anexo 4.</b> Distribución de la semilla para cada sistema de producción.....	57
<b>Anexo 5.</b> Aplicación de fertilizante previo a la siembra.....	57
<b>Anexo 6.</b> Siembra.....	57
<b>Anexo 7.</b> Toma de datos.....	57
<b>Anexo 8.</b> Medición de altura base-ápice .....	58
<b>Anexo 9.</b> Raleo.....	58
<b>Anexo 10.</b> Deshierbe .....	58
<b>Anexo 11.</b> Aporque .....	59
<b>Anexo 12.</b> Toma de datos.....	59
<b>Anexo 13.</b> Etapa de madurez fisiológica.....	59
<b>Anexo 14.</b> Cosecha y peso de la mazorca .....	59
<b>Anexo 15.</b> Mazorcas cosechadas y desgranadas .....	60
<b>Anexo 16.</b> Aval de traducción.....	60

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título**

“Evaluación de tres tecnologías en la producción de maíz negro (*Zea mays* L.) INIAP 199  
“racimo de uva”, en el campus CEASA, UTC 2023”

### **Fecha de inicio:**

Noviembre del 2022

### **Fecha de finalización:**

Julio del 2023

### **Lugar de ejecución.**

Universidad Técnica de Cotopaxi Campus CEASA.

### **Unidad Académica que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia:**

Carrera de Agronomía

### **Proyecto de Investigación vinculado:**

INIAP- KOPIA

### **Equipo de Trabajo:**

Tutor: Ing. Mg. Chasi Vizuete Wilman Paolo

Autor: Guerrero Rojas Oscar David

Lector 1: Ing. Mg. Marín Quevedo Karina Paola

Lector 2: Ing. Mg. Jiménez Jácome Cristian Santiago

Lector 3: Ing. Mg. Tapia Borja Alexandra Isabel

**Área de Conocimiento.**

Agricultura - Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agricultura

Servicios- Servicios de Seguridad- Seguridad Civil.

**Línea de investigación:**

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea es la investigación sobre producto, factores y procesos que facilitan el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

Se enmarca en esta línea debido a que busca la eliminación de la inocuidad de la plaga en los alimentos para la debida exportación.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Producción agrícola sostenible

**Línea de vinculación**

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano social.



## **2. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

La presente investigación en conjunto con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), busco establecer una la alternativa para maximizar el rendimiento del cultivo de maíz negro variedad INIAP – 199 “Racimo de uva” en el CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi , mediante la implementación de tres tecnologías de producción que son: manejo con acolchado plástico, manejo tecnológico del INIAP, y manejo convencional del agricultor, en la cual se analizó variables de emergencia, , altura de planta, días al panoja miento, días a la cosecha en seco, rendimiento de mazorca con hojas en estado seco, rendimiento de mazorca sin hojas, porcentaje de humedad de granos a la cosecha , peso de semillas en estado seco, porcentaje de desperdicio, rendimiento total del cultivo

Esta información la podemos obtener mediante el registro de datos desde la implementación del cultivo hasta la fecha de cosecha en seco, y nos ayudara a identificar la tecnología que mejor se adaptó al lugar y presento mayor rendimiento.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

A nivel mundial el maíz forma parte de uno de los rubros más importantes en la dieta de muchos pobladores de diferentes países, esto gracias a que cuenta con un estimado del 15% de proteínas y 20% de calorías, siendo uno de los alimentos más básicos que se utilizan en la industria alimenticia, además de contar con un alto valor nutritivo este cereal se utiliza también para la elaboración de alimentos balanceados destinados a aves, cerdos, entre otros (Mansilla, 2018).

En Ecuador este cereal es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía de pequeños y medianos productores, ya que casi las tres cuartas partes de la

producción total de maíz proviene de las familias campesinas, anualmente en Ecuador se cultivan alrededor de 187.521 ha de maíz, obteniéndose un rendimiento promedio de 2,6 TM/ha (Baca, 2016). El país posee una gran agrobiodiversidad ya que cuenta con varios tipos, formas, y colores de grano que se encuentran en la Región Andina, al tener una gran diversidad del mismo el INIAP ha generado algunas variedades mejoradas con germoplasma de maíces nativos, liberando la variedad INIAP – 199 “Racimo de uva”, de la cual se obtiene un rendimiento de 2000 a 4000 kg/ha (44 a 88 qq/ha), utilizando el sistema tradicional del agricultor (Yáñez et al., 2017).

El mejoramiento genético ha obtenido cada vez más modificaciones importantes en cuanto a características agronómicas de las plantas como incrementar los niveles de productividad de estos híbridos. Por ello el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar tres tecnologías de producción que son: acolchado, convencional INIAP, convencional del agricultor, para conocer cuál de las tres tecnologías presenta mayor rendimiento.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

##### **4.1. Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos de la investigación son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Agronomía y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador INIAP.

##### **4.2. Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos producto de esta investigación, son todos los productores de la sierra ecuatoriana.

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El maíz en Ecuador es el principal cultivo transitorio que se implementa en el país, según el (INIA et al., 2022) en el 2021 se sembró 355 mil hectáreas con una producción de 1,38 millones de toneladas distribuidas de la siguiente manera: el 78 - 80% corresponde al maíz duro y el 20 – 22% a maíz suave. En la sierra este cereal se siembra en mayor parte las variedades de maíz de libre polinización, grano suave o harinoso, obteniendo un rendimiento promedio de  $0,82 \text{ t ha}^{-1}$ .

En esta región el Instituto Nacional de investigaciones agropecuarias, ha implementado nuevas variedades con mejoramiento genético como es el caso de INIAP – 199 “Racimo de uva”. El maíz morado en las zonas altas de Ecuador, es muy importante en la dieta nutricional especialmente de los campesinos de zonas rurales.

En los últimos años se ha despertado un gran interés científico sobre el maíz morado o negro y los beneficios que este pueda brindar a la seguridad alimentaria, ya que esta variedad sobresale con su alto contenido de carbohidratos ( $81,69 \text{ g}/100 \text{ g ms}$ ) y proteína ( $8,0 \text{ g}/100 \text{ g ms}$ ) (Guzmán-Maldonado et al., 2015). Pero, la falta de asesoramiento técnico hacia los agricultores, existen problemas como: limitación en el control de plagas y enfermedades, aumento de pérdidas, mayor inversión en productos, mala utilización de pesticidas, bajos rendimientos por hectáreas, menores ingresos económicos, que afecta de manera directa a los productores y por ende a sus familias. Por tal motivo es importante implementar nuevas técnicas y tecnologías de producción que minimicen los impactos ambientales y que puedan satisfacer las necesidades de cada agricultor.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

- Evaluar tres tecnologías de producción de maíz negro (*Zea mays L.*) INIAP 199 Racimo de uva en el campus CEASA.

### 6.2. Objetivos Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del maíz negro con el uso de tres tecnologías de producción.
- Determinar cuál de las tres tecnologías presenta el mejor rendimiento.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

*Tabla 1: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados.*

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDADES Y TAREAS.</b>	<b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD.</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el comportamiento agronómico con el uso de las tecnologías de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el porcentaje de germinación</li> <li>-Toma de datos de altura base ápice una vez al mes</li> <li>-Días al panojamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de plantas a la emergencia.</li> <li>-Promedio de alturas de las tres tecnologías de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tabla de datos de Variables</li> </ul>

---

<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDADES Y TAREAS.</b>	<b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD.</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN.</b>
Determinar cuál de las tres tecnologías presenta el mejor rendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de mazorcas.</li> <li>- Peso de mazorcas con hoja</li> <li>- Peso de mazorca sin hojas</li> <li>- Porcentaje de desgrane.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Promedios finales totales de cada tecnología.</li> <li>-Total, de mazorcas por planta.</li> <li>-Total, de mazorcas por planta.</li> <li>- El porcentaje de desgrane. ((% desgrane= desperdicio/peso total maíz en mazorcas) * 100)</li> </ul>	Tabla de datos de variables

---

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1. Maíz (*Zea mays L.*)**

### **8.2. Origen.**

El maíz es originario de una parte restringida de México (Acosta, 2009), de ahí se fue distribuyendo hacia otros sitios de América (Carrillo, 2009).



### 8.3. Cultivos de maíz en Ecuador.

En el Ecuador el cultivo de maíz cumple con un rol importante al ser un grano que contribuye a la seguridad alimentaria del país, la distribución de algunos tipos de maíces cultivados en la Sierra son de grano tipo amarillo harinoso, grano blanco harinoso, grano blanco dentado o amorochado los más cultivados en este sector. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador se sembró 74.18 hectáreas de maíz en la sierra durante el 2020, con un rendimiento promedio de 3,68 toneladas por hectáreas de grano seco. La mayor parte de producción de maíz está en manos de los pequeños y medianos agricultores (INIAP, 2021).

El Ecuador posee una gran biodiversidad, siendo el maíz uno de los mejores ejemplos por sus tipos, diversidad, formas y colores de grano que podemos encontrar a lo largo de la región andina.

### 8.4. Clasificación taxonómica del maíz

*Tabla 2: Clasificación taxonómica del maíz (Zea mays L.)*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogoneae
Especie	Zea
Nombre científico	Zea mays

---

Nombre común      Maíz negro/ morado

---

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

## **8.5. Descripción botánica del maíz.**

Las características de esta especie son varias tales como:

### **8.5.1. Raíz**

La raíz es una parte fundamental para la planta ya que su función es el servir como anclaje al suelo, también sirve como transportador de nutrientes del suelo hacia la planta, el maíz presenta en algunos casos de uno a dos nudos por encima de la superficie del suelo en los cuales se encontrarán las raíces adventicias, en si las raíces del maíz son fasciculadas y robustas (Ortigoza et al., 2019).

### **8.5.2. Tallo**

En el maíz el tallo crece de forma recta y puede alcanzar una distancia de 4 metros, está formado por entrenudos, el tallo no presenta ramificaciones y su caña está rellena de una medula esponjosa (Vitery, 2011).

### **8.5.3. Hojas**

El maíz tiene hojas grandes, ásperas en los bordes, con venas, son lanceoladas, largas y abrazan el tallo el haz se encuentran vellosidades y en sus filos al perímetro de la hoja hay extremos afilados y cortantes (Ríos, 2021).

### **8.5.4. Inflorescencia**

En el maíz existen dos inflorescencias, una masculina y otra femenina.

#### **8.5.4.1. La inflorescencia masculina**

Tiene un espigón o panícula de color amarillo el cual tiene aproximadamente 24 millones de granos de polen (Somarriba, 1998).

#### **8.5.4.2. La inflorescencia femenina**

Se encuentra en forma lateral a la planta llamada espádices, esta tiene una menor cantidad de polen con respecto a la flor masculina y posee un aproximado de 800 a 1000 gramos de polen (Vitery, 2011).

#### **8.5.5. Grano**

El grano del maíz está rodeado de una capa llamada pericarpio, seguido de una capa de aleurona las cuales protegen al endospermo, además la capa de aleurona contiene proteínas para la coloración del grano. En su interior se encuentra el endospermo que representa la mayor parte de la semilla en volumen y peso, además del endospermo también se encuentra el embrión (INIAP, 2021).

#### **8.5.6. Tusa.**

La tusa tiene un color purpura o rojizo, así como también lo son sus lemas, glumas y la medula.

#### **8.6. Variedades.**

#### **8.7. Variedades nativas.**

Entre las principales variedades criollas o nativas que se cultivan en la región andina son el chazo, blanco de leche, cuzco ecuatoriano, canguil ecuatoriano, racimo de uva, chillos, huandango, morochón, patillo, tusilla, chaucho, chulpi, entre otros (INIAP, 2021).

### **8.8. Variedades mejoradas.**

Entre las variedades mejoradas podemos mencionar: INIAP- 122 chaucho mejorado, INIAP – 124 mishca, INIAP -102 blanco blandito mejorado, INIAP -11 guagal mejorado e INIAP – 199 racimo de una (INIAP, 2021).

### **8.9. Variedad en estudio.**

### **8.10. INIAP- 199 “Racimo de uva” variedad maíz negro.**

### **8.11. Origen**

La variedad INIAP 199 maíz negro “Racimo de uva” se desarrolló en la estación experimental Santa Catalina en su programa de maíz. Se recolectaron varias muestras de la especie de maíz negro de diferentes provincias de la sierra ecuatoriana en donde se obtuvieron 65 accesiones para la obtención de la variedad “Racimo de uva” luego de varios años (Yáñez et al., 2017).

### **8.12. Importancia del maíz**

El cultivo de maíz negro puede ser cultivado en las zonas andinas entre las alturas comprendidas que van desde los 2600 a 3000 msnm, principalmente en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar y Azuay (Yáñez et al., 2017).

### 8.13. Características agronómicas.

*Tabla 3: Características agronómicas de la variedad INIAP - 199 Racimo de uva.*

<b>Características agronómicas.</b>	
<b>Características</b>	<b>Promedio <sup>1</sup></b>
Floración femenina:	114
Cosecha en seco:	250
Altura de planta:	2,30
Altura de mazorca:	1,24
Longitud de mazorca:	16,70
Diámetro de mazorca:	4,79
Número de hileras/mazorca:	12
Peso de 1000 grano (g):	460
Rendimiento grano seco (t/ha):	3,0

**Fuente:** Programa de maíz EESC, 2015.

### 8.14. Características agromorfológicas.

*Tabla 4: Características agromorfológicas de la variedad INIAP -199 Racimo de uva.*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Color de tallo:	Morado
Tipo de grano:	Harinoso
Color de grano seco:	Negro
Color de tusa:	Roja oscura
Forma del grano:	Redondo

**Fuente:** Programa de maíz EESC, 2015.



### 8.15. Características de calidad.

**Tabla 5:** Características de calidad de la variedad INIAP - 199 Racimo de uva.

Característica	Valor
Humedad (%)	9,6
Materia seca (%)	90,4
Ceniza (%)	1,4
Grasa (%)	5,6
Proteína (%)	7,6
Fibra (%)	3,7
Almidón (%)	81,7
Peso hectolitrico (Kg/HL)	68,0
Rendimiento harinero (%)	65,0
Antocianinas (mg/100g)	1052,6
Solidos solubles (° Brix) tallo	15
Solidos solubles (° Brix) grano <sup>1</sup>	13

**Fuente:** Programa de maíz EESC, 2015.

### 8.16. Zonificación.

Esta variedad se puede adaptar a las zonas maiceras de la región Interandina en alturas que van desde los 2400 a 3000 msnm (Yáñez et al., 2017).

## **8.17. Manejo del cultivo**

### **8.17.1. Época de siembra.**

La época de siembra que se recomienda para esta variedad es de septiembre y diciembre dependiendo de la localidad, además de la disponibilidad de agua y lluvias (Yáñez et al., 2017).

### **8.17.2. Preparación del suelo.**

El suelo es recomendable prepararlo con anterioridad, para facilitar la descomposición de los residuos, entre las actividades que se realizan son: arado, rastrado y surcado, esto se puede realizar con la ayuda de tractor o yunta (Yáñez et al., 2017).

### **8.17.3. Densidad de siembra.**

Las distancias de siembra son de 80 cm entre surcos, 25 cm entre planta y una semilla por sitio, en el caso de ser a 50 cm entre planta se coloca 2 semillas por sitio, en los dos casos se logra obtener una densidad de 50.000 plantas por hectáreas con una cantidad de semillas de 30 a 35 kg (Yáñez et al., 2017).

### **8.17.4. Fertilización.**

Para realizar una adecuada fertilización es muy importante realizar un análisis de suelo antes de realizar alguna fertilización (Yáñez et al., 2017).

### **8.17.5. Control de malezas.**

Para realizar un buen control de malezas se recomienda aplicar herbicidas selectivos a base de atrazina como ingrediente activo en dosis de 2 kg/ha de producto comercial, esto en 400 litros de agua durante el pre y postemergencia (Yáñez et al., 2017).

### **8.17.6. Control de plagas y enfermedades.**

Para el control de plagas y enfermedades en este cultivo es recomendable aplicar pesticidas solo si es necesario.

#### **8.17.6.1. Gusano negro trozador (*Agrotis ipsilon*).**

Si se observa un 10% de plantas que se muestren marchitas o cortadas, se debe aplicar insecticidas a base de *cipermetrina*, *alfa-cipermetrina* y *clorpirifos*, como principio activo, las dosis varían dependiendo del estado del cultivo (Yáñez et al., 2017).

#### **8.17.6.2. Gusanos de mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*).**

Es recomendable realizar tres aplicaciones de aceite comestible de origen vegetal, la primera aplicación se realiza cuando la tercera parte de las plantas presenten en las mazorcas hasta 3 cm de los estigmas, la segunda después de 8 días y la tercera los 15 días después de la primera aplicación.

Al controlar a los gusanos de mazorca indirectamente también se previene la pudrición de la mazorca por *Fusarium moniliforme* (Yáñez et al., 2017).

### **8.17.7. Cosecha.**

Para realizar la cosecha en semilla se realiza cuando ya a completado la madurez fisiológica, para cosecha en grano esperar de 20 a 30 días más después de la cosecha en semilla (Yáñez et al., 2017).

### **8.17.8. Almacenamiento.**

Cuando la mazorca o el grano es para consumo se debe almacenar en lugares frescos que estén a 10 o 12°C, con menos del 60% de humedad (Yáñez et al., 2017).

## **8.18. Tecnologías de producción.**

### **8.18.1. Tecnología acolchado.**

La implementación de acolchados plásticos en la agricultura, es una de las técnicas que sirven para modificar el microclima en los cultivos, esta tecnología ya ha sido aplicada en varios países, ya que ayudado a mejorar la rentabilidad en un 60%, evita el desarrollo de malezas al no permitir pasar la luz fotosintética y además ayuda a ahorrar el agua (Díaz & Santos, 2012), desde un punto térmico el acolchado se comporta como un filtro de doble efecto, ya que acumula el calor del día en el suelo y durante la noche lo deja salir (Montemayor et al., 2018).

En Ecuador este tipo de acolchado no se ha implementado, ya que no se cuenta con información que permita conocer los beneficios del uso de esta tecnología hacia los agricultores, además del costo que implica la implementación se esta tecnología (INIA et al., 2022).

### **8.18.2. Tipos de acolchado**

En la agronomía existen diferentes tipos de acolchado, los cuales se pueden dividir en dos grupos primarios como lo son los acolchados orgánicos y los acolchados inorgánicos (Nieves, 2018).

#### **8.18.2.1. Acolchado reflectivo.**

En este acolchado las películas plásticas tienden a tener el color de aluminio en la parte superior que ayuda a reducir el ataque de plagas, además refleja la luz para que la parte inferior de las hojas puedan tomar la luz solar (Hernández, 2014),

#### **8.18.2.2. Acolchados color blanco.**

El color blanco tiene muy poco efecto en cuanto a temperatura, lo interesante de este tipo de acolchado es que ayuda a generar una eficiente difusión de luz que ayuda a que las porciones inferiores de las hojas puedan también realizar el proceso de fotosíntesis (Hernández, 2014).

#### **8.18.2.3. Acolchado transmisor de infrarrojos.**

Este acolchado permite la transmisión de los rayos infrarrojos ayudando a incrementar la temperatura en el suelo, esta elevación de temperatura en el suelo ayuda a revertir el crecimiento de malezas (Hernández, 2014).

#### **8.18.2.4. Acolchado con cara inferior negra.**

Este acolchado es utilizado para el control de malezas, la importancia de este acolchado es que la cara negra es especial para las malezas y el blanco hace que este refleje toda la luz evitando así que el film se caliente y ayudando a obtener mayor iluminación para el cultivo (Hernández, 2014).

#### **8.18.2.5. Acolchados vegetales.**

En los acolchados vegetales se pueden mencionar a la cascara de arroz, de café, entre otros, estos en su mayoría son parte de desechos de un proceso productivo, es decir son los restos de la materia prima después de ser procesada (Inzunza et al., 2019).

Es importante utilizar el material que no represente un gasto económico significativo ya que el principal objetivo de este acolchado es reducir los costos de producción (Guzmán, 2010).

#### **8.18.2.6. Acolchados vegetales vivos.**

Este tipo de acolchado es una cubierta vegetal viva que ayuda a evitar la erosión del suelo y se lo puede realizar con la implementación de pastos o con cultivos de porte bajo que no sean una competencia para el principal cultivo (Hernández, 2014).

#### **8.18.2.7. Tipos de plástico para acolchados.**

Actualmente existen diferentes tipos de plásticos dependiendo del comportamiento en cuanto a luz, coloración, por lo que es importante elegir el que mejor le convenga al cultivo (Ruíz, 2013).

- **Plástico para acolchado G-90 sin perforar.**

Este plástico es apropiado para cultivos de fresas, lechuga, brócoli, pimiento, etc.

- **Plástico para acolchado bicolor blanco/negro Galga 200 sin perforaciones.**

Este plástico tiene mayor espesor y es fabricado con tecnología multicapa, el color blanco se coloca hacia el exterior aportando mayor luz a la planta y favoreciendo a la fotosíntesis.

- **Plástico para acolchado microperforado Galga 150.**

Este plástico tiene perforaciones en toda la superficie que permite recibir el agua de lluvia o riego por aspersión evitando la condensación y permitiendo el paso del aire.

- **Plástico par acolchado perforado.**

Este plástico permite realzar la siembra de una forma más cómoda y eficiente ya que no se debe manipular el plástico para plantar.

- **Film acolchado perforado central Galga 140.**

Este plástico es perfecto para huertos pequeños y es especial para múltiples cultivos.

- **Film acolchado perforado marco de plantación 40x60, Galga 200 y 250.**

Este plástico es perfecto para cultivos de tomate, el diámetro del orificio de plantación es de 5cm (Macoglass, 2021).

### **8.18.3. Tecnología convencional INIAP.**

Cultivo de maíz negro con usando la forma convencional, sin acolchado y con el uso de surcos sembrado a una distancia recomendada, con una fertilización de igual manera recomendada por protocolo del INIAP.

### **8.18.4. Tecnología convencional del agricultor.**

El cultivo de maíz negro sembrado de forma manual, en surcos, la siembra al paso, realizando labores culturales como deshierbe, aporque y aplicando productos químicos que los agricultores acostumbran a aplicar según se vaya desarrollando el maíz.

## **9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

### **9.1. Hipótesis nula (H0)**

Las tres tecnologías acolchado, convencional INIAP y convencional del agricultor presentan el mismo comportamiento agronómico y rendimiento.

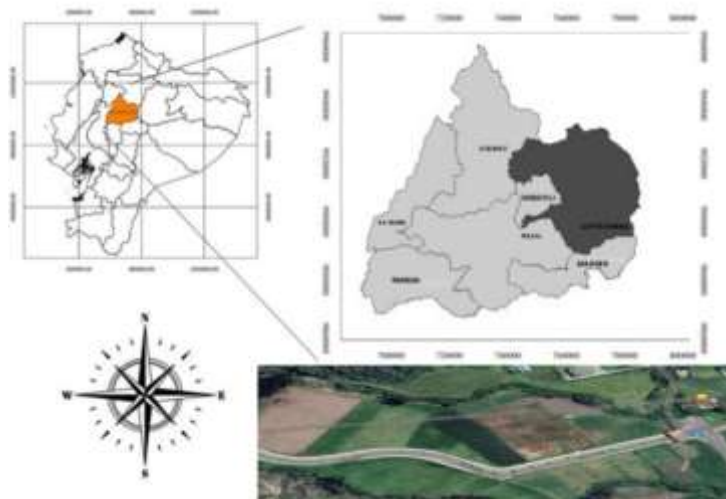
### **9.2. Hipótesis alternativa (H1)**

Las tres tecnologías acolchado, convencional INIAP y convencional del agricultor no presentan el mismo comportamiento agronómico y rendimiento

## 10. METODOLOGÍA

### 9.3. Ubicación

*Ilustración 1: Mapa del Ecuador - Provincia de Cotopaxi - Ubicación del ensayo - Campus Salache.*



**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

La Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, campus Salache, se encuentra ubicada en la Provincia de Cotopaxi, en el sector de Salache, perteneciente al cantón Latacunga, se encuentra ubicada a una longitud de  $78^{\circ}37'14''$  W y una latitud:  $00^{\circ}59'57''$  S.

### 9.4. Tipo de investigación

#### 9.4.1. Cualitativa-cuantitativa

La investigación será cuantitativa y cualitativa, debido a que se busca la obtención de datos y cuantificarlos mediante mediciones en campo, para después analizarlos mediante el uso estadístico y de así hacer un breve análisis descriptivo y poder calcular alturas de las plantas y rendimientos por cada tipo de tecnología.



## 9.5. Técnica e instrumentos para la recolección de datos

### 9.5.1. Observación de campo

Este variable permitió la recolección de datos de una forma directa con el proyecto implementado, haciendo que el estudio sea más preciso.

### 9.5.2. Registro de datos

Los datos fueron recolectados en libros de campo con sus respectivas variables a evaluar.

### 9.5.3. Cálculo para la muestra

Para la determinación de número de muestras a tomar, se usó libros estadísticos para determinar el tamaño de muestras según el área establecida. Según (Herrera Castellanos, 2011) una de las metodologías para determinar el número de muestras es mediante la siguiente formula.

$$n = \frac{N - Z^2 * p + (1 - p)}{E^2 + \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{N}}$$

En donde;

**n** = es el tamaño de muestra requerido.

**N** = es el tamaño de la población total (en este caso, el área total del cultivo).

**Z** = es el valor crítico de la distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado.

**p** = es una estimación de la proporción de la población que tiene la característica de interés (por ejemplo, una proporción estimada de plantas enfermas).

**E** = es el margen de error deseado.

Resolución:

$$n = \frac{N - Z^2 * p + (1 - p)}{E^2 + \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{N}}$$

Área total del cultivo (N): 96 metros cuadrados.

Nivel de confianza (Z): 1.96 (corresponde al nivel de confianza del 95%).

Margen de error (E): 0.05 (5% expresado como decimal).

Estimación de la proporción de plantas enfermas (p): estimación previa de que alrededor del 30% de las plantas están enfermas, por lo que p=0.30.

$$n = \frac{96 - 1.96^2 * 0.3 + (1 - 0.3)}{0.05^2 + \frac{1.96^2 * 0.3 * (1 - 0.3)}{96}}$$

$$n = 39.63$$

## 9.6. Diseño de investigación

La investigación está compuesta por tres tipos de tecnologías de producción de maíz, las cuales se detallan de la siguiente manera.

### 9.6.1. Tecnología Acolchado:

Consiste en la implementación de una lámina de mulch plástico en la cama previamente elaborada, el plástico es de color negro, marca Ginegar, con un espesor de 45 micras. Este plástico tiene la función de reflejar la radiación y que las plantas o semillas no tengan un sobrecalentamiento. Se realizaron huecos en el plástico con la ayuda de un tubo cortado de 2 pulgadas de diámetro.

### 9.6.2. Tecnología Convencional INIAP:

Cultivo de maíz negro se sembró usando la forma convencional, sin acolchado y con el uso de surcos, sembrado a una distancia recomendada de 80 cm entre hileras y 25 cm entre plantas, colocando una semilla por golpe.

### 9.6.3. Tecnología Convencional del Agricultor:

Cultivo de maíz negro sin acolchado usando surcos de forma manual, con una distancia de 80 cm entre hileras y 50 cm entre plantas y se colocó tres semillas por golpe.

### 9.7. Operacionalización de variables

*Tabla 6: Definición de variables en estudio.*

<b>Variable dependiente.</b>	<b>Variable independiente.</b>	<b>Indicadores.</b>	<b>Índice / unidad.</b>
VD:	VI:	<b>Variables agronómicas y morfológicas.</b>	
Comportamiento agronómico	Variedad de maíz	Número de plantas a la emergencia.	%
		Días al panojamiento.	Días.
		Altura de planta.	cm / m
		Días a la cosecha en seco.	Días.
<b>Indicadores postcosecha.</b>			
		Porcentaje de humedad	%
		Número de mazorcas por sistema de producción.	Total
		Rendimiento de mazorca con	kg y Kg/ha

---

hojas en estado seco.	
Rendimiento de la mazorca sin hojas	kg y Kg/ha
Peso de semillas en estado seco.	kg y Kg/ha
Desperdicio	kg
Rendimiento total del cultivo.	kg y Kg/ha

---

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

### **9.7.1. Días a la emergencia**

Para la realización de este paso se procedió al conteo total de plantas por tecnología y luego se tomó los datos de los días que se demoraron las plantas en emerger, finalmente se realizó un promedio en cada uno de los sistemas de producción, acolchado, convencional INIAP y convencional del agricultor.

### **9.7.2. Número total de plantas**

El número total de plantas es diferente ya que se ajusta de acuerdo al tipo de sistemas de producción.

En el sistema de producción con el uso de acolchado plástico se tiene un total de 480 golpes en su área, tiene 80 golpes en 20 m de largo por cada hilera.

En el sistema de producción convencional INIAP se tiene un total de 480 plantas en cada hilera de 20 m de largo.

En el sistema de producción convencional del agricultor se tiene un total de 240 golpes, con un total de 40 golpes por hilera.

### **9.7.3. Número de mazorcas por sistema de producción o tecnología**

El número total de mazorcas se determinó mediante el conteo de mazorcas por cada planta de las muestras señaladas. Dando como resultado los siguientes datos, en la tecnología de producción de acolchado se obtuvo un promedio de 1.52 mazorcas por planta y un total de 61 mazorcas de las 40 muestras.

Para la tecnología de producción convencional INIAP se obtuvo un promedio de 1.12 mazorcas por planta de un total de 45 mazorcas provenientes de las 40 muestras.

En el sistema de producción convencional del agricultor se obtuvo un promedio de 1.42 mazorcas por planta, de un total de 57 mazorcas provenientes de las 40 muestras.

Finalmente se puede determinar que

### **9.7.4. Días al panojamiento**

Para este punto se tomó como referencia el día de la siembra el cual fue el 14 de noviembre del 2022 y luego se realizó un seguimiento para el conteo de número de plantas con panoja o también conocida como flor masculina. En donde se contaron los días en los que comenzó hasta los días que terminó el panojamiento y se obtuvo un promedio final expresado en días.

### **9.7.5. Altura planta**

Para la obtención de datos de la altura de la planta se precedió a medir desde la base de la planta hasta la parte más alta de la misma, las medidas se las realizaron una vez cada al mes para tener una significancia al momento de evaluar el crecimiento de las

plantas en los diferentes sistemas de producción, acochado, convencional INIAP y convencional del agricultor.

#### **9.7.6. Días a la cosecha en seco**

Los días a la cosecha varían de acuerdo a las condiciones del entorno del cultivo, en el caso en donde se realizó la presente investigación, y mediante una revisión bibliográfica de manuales que recomiendan el INIAP, los días a la cosecha en seco se lo realizó a los 234 días desde la siembra. Las muestras cosechadas se las coloco en costales previamente identificados y las mazorcas se las cosecho solo de las plantas con su respectiva señalización.

#### **9.7.7. Porcentaje de humedad del grano**

Para la cosecha se realizó la mediada del porcentaje de humedad que contenía el grano, la cual dio un resultado de 25% de humedad por lo que posteriormente a su recolección se procedió a secarlo hasta que el grano llegue a tener una humedad no mayor al 13%, normalmente el tiempo de secado es de tres a cuatro semanas en un lugar que no tenga un porcentaje de humedad mayor al 60%, para su conservación en buenas condiciones como semilla.

#### **9.7.8. Rendimiento de la mazorca con hojas en estado seco**

Para el cálculo del rendimiento de la mazorca con hojas en seco se realizó el peso total de cada tecnología y luego se procedió a hacer una comparación para obtener el rendimiento de peso por hectárea. En donde se usó la fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso total del maíz cosechado en kg}}{\text{Área de tierra cultivada en hectáreas}}$$

### 9.7.9. Rendimiento de la mazorca sin hojas en estado seco

De igual manera en este paso se obtuvo después de haber pesado la mazorca con hoja, solo que en este proceso se le quito la hoja y se procedió a pesar de acuerdo a cada tecnología de producción. En donde se usó la siguiente metodología:

Acolchado

Producción obtenida en 96 m<sup>2</sup> de 40 muestras con una densidad de 50000 plantas/ha.

$$96m^2 = 11kg$$

$$10000m^2 = x$$

$$\frac{10000m^2 * 11 kg}{96 m^2} = x$$

$$x = 12918 kg/ha$$

Convencional INIAP

Producción obtenida en 96 m<sup>2</sup> de 40 muestras con una densidad de 50000 plantas/ha.

$$96m^2 = 9 kg$$

$$10000m^2 = x$$

$$\frac{10000m^2 * 9 kg}{96 m^2} = x$$

$$x = 7641 kg/ha$$

Convencional del agricultor

Producción obtenida en 96 m<sup>2</sup> de 40 muestras con una densidad de 25000 plantas/ha.

$$96m^2 = 9 kg$$

$$10000m^2 = x$$

$$\frac{10000m^2 * 9 kg}{96 m^2} = x$$

$$x = 4500 kg/ha$$

#### **9.7.10. Rendimiento de semillas en estado seco**

El rendimiento de semillas en estado seco se obtuvo al realizar el desgrane de las semillas de la mazorca y luego se procedió a pesar las mismas separadas por cada tecnología, finalmente se hace una relación estadística para el cálculo de rendimiento por hectárea. En donde se usó la fórmula:

$$Rendimiento = \frac{\text{Peso total del maíz desgranado en kg}}{\text{Área de tierra cultivada en hectáreas}}$$



### 9.7.11. Porcentaje de desperdicio

El porcentaje de desperdicio se obtuvo al realizar la operación del peso total de la mazorca sin hoja menos el peso total del grano, dándonos así el peso que se pierde por cada mazorca, luego se realizó un cálculo para la obtención del porcentaje de cada tecnología. En donde se usó la fórmula:

$$\begin{aligned} & \% \text{ desperdicio} \\ & = \left( \frac{\text{peso del maiz sin hoja en kg} - \text{peso del maiz desgranado en kg}}{\text{peso total del maíz cosechado en kg}} \right) * 100 \end{aligned}$$

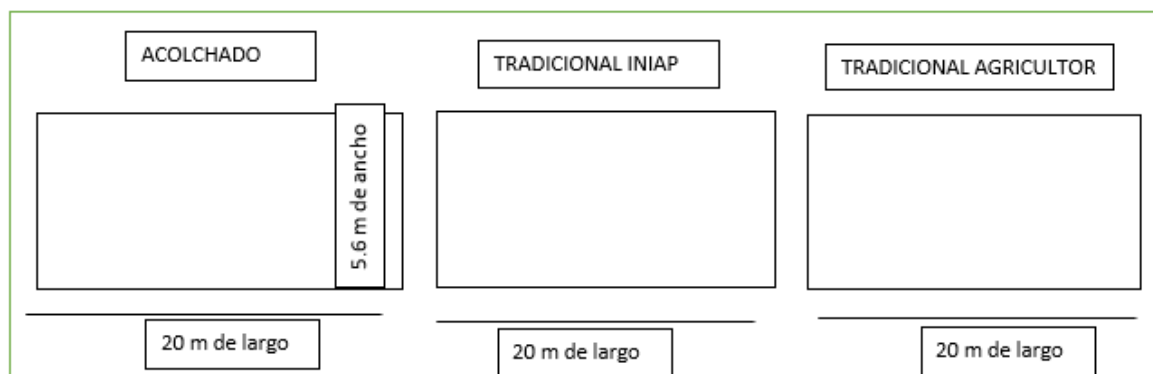
### 9.7.12. Rendimiento total del cultivo

Para el cálculo del rendimiento del cultivo se debe tener en cuenta el peso total de las mazorcas sin hoja, luego se hace un promedio del peso, después se tomó en cuenta el número de plantas por cada tecnología de producción y en base al peso obtenido se realizó el porcentaje de rendimiento por hectárea de cada tecnología de producción. En donde se usó la fórmula:

$$\text{Rendimiento total} = \left( \text{rendimiento del maíz en } \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) * (\text{área cultivada en ha})$$

## 9.8. Diseño del ensayo de campo

*Gráfico 1: Distribución del experimento en campo.*



**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

Área: 341.6 m<sup>2</sup>

Área neta: 276 m<sup>2</sup>

## 9.9. Manejo específico del experimento

### 9.9.1. Preparación del suelo

En el campus CEASA se realizó la preparación del suelo, se realizó el arado con el uso de tractor, luego se hizo dos pases de rastra con la finalidad de igualar el suelo y romper cualquier tipo de maleza en el suelo. Seguido se comenzó con las mediciones de las parcelas, en este caso so tres parcelas, en la primera se hará la incorporación del acolchado plástico con la ayuda de la maquinaria de la Estación Experimental Santa Catalina con un ancho de camas de 140 cm. Los otros dos tratamientos tendrán surcos que se los realizara de forma manual de 80 cm de ancho.

### 9.9.2. Fertilización

Se realizó la aplicación de 150 kg/ha de nitrógeno, 80 kg/ha de fosforo y 60 kg/ha de potasio, esta programación se debe aplicar en suelos con una fertilidad intermedia. El

fertilizante se aplicó en la siembra a chorro continuo y al fondo del surco en el caso de las parcelas que no llevan acolchado. La fertilización en el acolchado se la realizó con la misma dosis, pero se aplicó en la línea de siembra en la cama antes de colocar el recubrimiento plástico. La segunda dosis de fertilización se aplicó a los 30 días en un 50% de la cantidad y el restante se aplicó a los 60 días, en el caso del acolchado la fertilización se debe realizar por golpes junto al pie de cada planta y por debajo del plástico.

Se aplicó Fertibacter en la semilla previamente a la siembra con una dosis de 500 ml por cada 15kg de semilla, se lo mezcló manualmente usando guantes. Luego se lo dejó en reposo por 15 minutos en un lugar fresco y sin exposición al sol. Finalmente, una vez pasado el tiempo, se procedió con la siembra.

### **9.9.3. Siembra**

La modalidad de siembra en el acolchado se realizó de manera manual, colocando una semilla cada 25 cm con una distancia de 80 cm entre hileras, por lo que quedó una siembra en doble hilera. En el sistema convencional INIAP, la siembra fue de igual manera de forma manual 25 cm entre planta y 80 cm entre hilera, para el sistema convencional del agricultor fue de forma manual a una distancia de 50 cm entre planta y 80 cm entre hilera. La semilla utilizada fue de la cosecha de la siembra del periodo anterior 2020-2021.

### **9.9.4. Rascadillo**

La labor cultural de rascadillo se lo realizó en las parcelas de surco abierto en la que se hizo una limpieza de hierbas arvenses las cuales se presentaron en las primeras etapas de crecimiento del cultivo, por lo que eran una competencia para el cultivo de maíz.

### **9.9.5. Aporque**

El aporque se realizó solo en las parcelas que estaba constituidas por surcos con la finalidad de brindar un soporte para la planta y evitar cualquier tipo de volcamiento. El aporque no se realizó en el acolchado, ya que no era necesario realizarlo, se realizaron dos aporques.

### **9.9.6. Control de malezas**

Después de la siembra, cuando las plantas ya germinaron, se realizó una aplicación química de control de malezas de hoja ancha con la utilización de Atrapac 900 y se lo aplicó en las parcelas con surcos abiertos y también en los caminos alrededor del acolchado.

El control de malezas se realizó en las parcelas sin acolchado, ya que desarrollaron una mayor cantidad debido a que no tenían nada que le impidiera germinar. Mientras que el acolchado solo de realizó un control manual de malezas, la cuales fueron muy pocas y se la retiraba usando las manos.

### **9.9.7. Control de enfermedades y plagas**

Para el control de plagas se hizo varias aplicaciones en diferentes estados de la planta. Se hicieron las aplicaciones con el uso de una bomba estacionaria a combustible, con una manguera de 100 metros y su respectiva boquilla. se usó insecticidas para el control de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), gusano cogollero (*Spodoptera spp.*), gusano de la mazorca (*Heliothis zea*) y para la mosca de la mazorca (*Euxesta eluta*), todo esto se realizó en base a manuales recomendados por el INIAP. A continuación, se muestran los productos usados en la siguiente tabla:

**Tabla 7:** *Productos para control de plagas y enfermedades*

<b>Clasificación</b>	<b>Producto</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>	<b>Modo de acción</b>
Coadyuvante	Ecuafix	Alkirarilpoliglicol estrés Óxido de	0,5 cc/L	Adherente dispersante
Coadyuvante	Agral	nonilfenoletileno	0,3 cc/L	Humectante dispersante
	Movento	Spirotetramat +		Sistémico/ambimóvil
Insecticida	Smart	Thiacloprid	0,8 cc/L	Contacto
Insecticida	Tracer 120	Spinosad	0,2 cc/L	Contacto/ Ingesta
	Teldor			
Fungicida	Combi	Fenhexamid	1,5 cc/L	Sistémico

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

### 9.9.8. Cosecha en seco

El proceso de cosecha se realizó 15 días después aproximadamente de su madurez fisiológica en el cual se evaluaron diferentes variables tales como, promedio de mazorcas por parcela, peso promedio de mazorcas por parcela con hoja, peso promedio de mazorcas sin hoja, peso promedio del grano y el porcentaje de desgrane. Para la evaluación de estas variables se usó una balanza mecánica y se tomó el peso en kilogramos. Para el peso del maíz desgranado se usó una balanza gramera para tener un resultado más preciso.

## 10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 10.1. Variables agronómicas y morfológicas

*Tabla 8: Parámetros cuantitativos para la caracterización morfológica del cultivo.*

Variables	Estadística	Variedad INIAP 199		
		Acolchado	Convencional INIAP	Convencional agricultor
<b>Número de plantas</b>				
<b>a la emergencia</b>	Total	451/480	326/480	192/240
<b>Días al</b>				
<b>panojamiento</b>	Días	90	101	101
	Promedio	1,81	1,36	1,30
	Moda	2,65	2,04	1,96
	Mediana	2,13	1,58	1,53
<b>Altura de la planta</b>	Varianza p	0,75	0,45	0,43
	Varianza s	0,86	0,51	0,49
	L superior	2,65	2,04	1,96
	L inferior	0,24	0,20	0,17
<b>Días a la cosecha</b>				
<b>en seco</b>	Días	234	234	234

Elaborado por: (Guerrero, 2023)

## 10.2. Número de plantas a la emergencia

**Tabla 9:** Análisis estadístico Chi cuadrado de las plantas germinadas por tecnología.

---

Tablas de contingencia

---

Criterio de Estratificación: TRATAMIENTOS

Tabla Marginal

Frecuencias absolutas

PLANTAS	Total	Porcentaje
0	229	19,08
1	971	80,92
Total	1200	100

Estadísticos para la tabla marginal

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado			
Pearson	458,8	1	<0,0001
Chi Cuadrado MV-			
G2	493,72	1	<0,0001
Coef.Conting.			
Cramer	0,62		
Coef.Conting.			
Pearson	0,53		

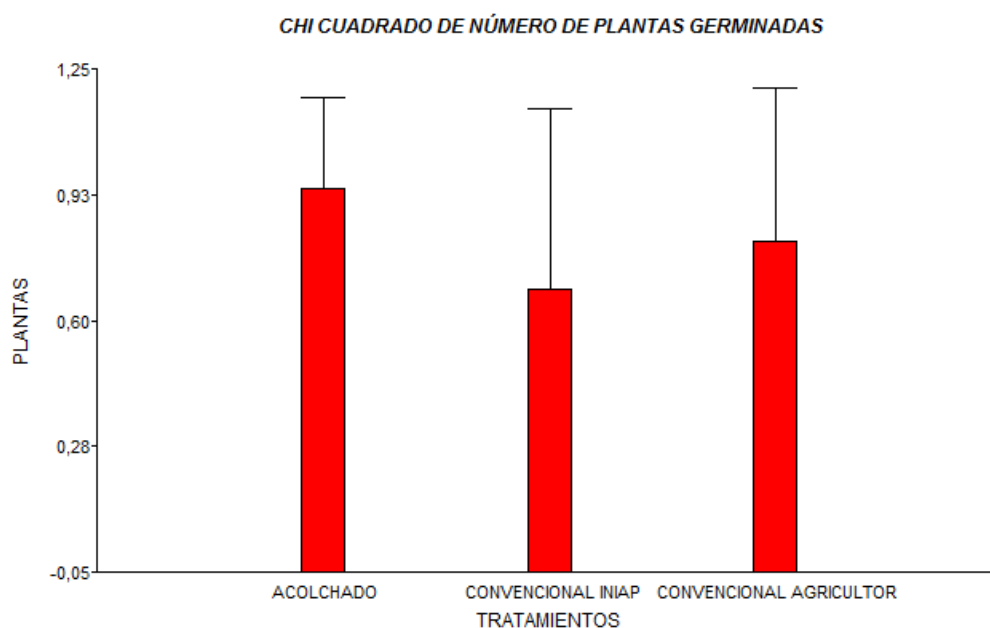
Estadísticos corregidos por efecto de estrato

Prueba de Cochran-Mantel-Haenszel

Estadístico	gl	p
	0	1 >0,9999

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

**Gráfico 2:** Chi cuadrado del número de plantas germinadas.



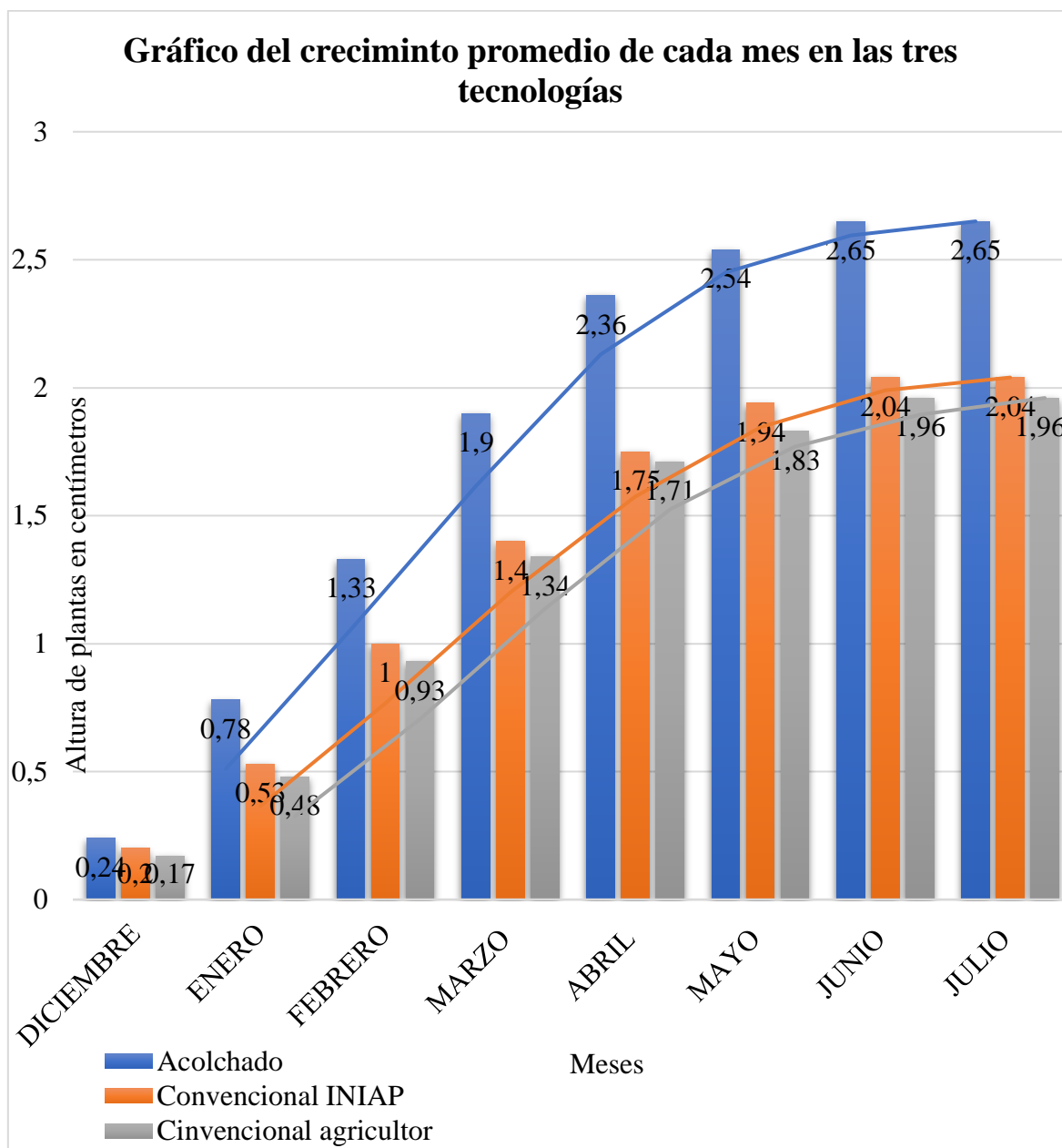
**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

En la tabla 9 los estadísticos presentados indican que hay una relación significativa entre la cantidad de plantas germinadas y las diferentes tecnologías de tratamiento utilizadas. Los valores bajos de  $p$  en los estadísticos Chi cuadrado sugieren que las diferencias observadas son poco probables de haber ocurrido al azar, esto también puede ser observado en la gráfica 2 en la cual se representa los estadísticos realizados.



### 10.3. Altura de planta

**Gráfico 3:** Crecimiento mensual del maíz de las tres tecnologías



**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

Como se puede observar en el gráfico 3, la tecnología de acolchado presenta la mayor altura de planta con un promedio máximo de 2,65 metros. Seguido del sistema convencional INIAP, con un promedio máximo de 2,04 metros de altura. Estos dos son superiores a los promedios de 1,96 m presentados por el sistema convencional del

agricultor. Estos datos corroboran que el sistema de producción de acolchado plástico ayuda al crecimiento del maíz, con investigaciones que según (Sarkar et al., 2019) establece que el plástico de color negro aumenta la temperatura y la humedad, favoreciendo al crecimiento y germinado de semillas. También existe un aumento de nitrógeno, fósforo y azufre, los cuales favorecen al crecimiento y desarrollo de las plantas. Mientras que (Amador-Ramírez et al., 2018) menciona que el uso de acolchado tiene una mejor funcionalidad para la planta ya que impide el crecimiento de otras plantas arvenses y los nutrientes del suelo son mayormente aprovechados por el cultivo implementado.

A demás, se puede complementar que la altura de los tres sistemas de producción de maíz negro, son significativas estadísticamente, esto se lo comprobó mediante un análisis de varianza que se encuentra en la tabla 9.

## VARIABLES CUANTITATIVAS

### 10.3.1. Análisis de varianza

*Tabla 10: Análisis de varianza para alturas de las plantas en las tres tecnologías.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	13,99	9	1,55	92,56	<0,0001
MES	12,76	7	1,82	108,58	<0,0001
TRATAMIENTO	1,23	2	0,61	36,52	<0,0001
Error	0,24	14	0,02		
Total	14,22	23			

**CV (%): 8,7**

**Promedio: 1,49**

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrado); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); \*=Significancia estadística al 5% y ns = no significancia estadística.

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

Se puede analizar que en la tabla 10, el factor "TRATAMIENTO" tiene un impacto significativo en la variabilidad de la variable "VALOR". Aunque su contribución es menor en comparación con los otros factores, sigue siendo estadísticamente significativa. El análisis muestra que los factores "Modelo", "MES" y "TRATAMIENTO" tienen efectos significativos en la variabilidad de la variable "VALOR". El modelo global es altamente significativo para explicar la variabilidad observada en los datos. El análisis destaca la importancia de estos factores en la comprensión de las diferencias en los valores de "VALOR" observados en la muestra.

### 10.3.2. Prueba Tukey al 5%

*Tabla 11: Test de Tukey para la variable altura planta*

Sistemas de producción	Medias	Alfa=0,05 DMS=0,16958	
ACOLCHADO	1,81	A	
INIAP	1,36		B
AGRICULTOR	1,3		B

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

Como se puede observar en la tabla 11 la diferencia entre los sistemas de producción convencional del Agricultor e INIAP:  $|1.30 - 1.36| = 0.06 < 0.16958$  (No es significativa).

Se puede observar que la diferencia entre el sistema del Agricultor y Acolchado:  $|1.30 - 1.81| = 0.51 > 0.16958$  (Es significativa).

Y la diferencia entre los sistemas INIAP y Acolchado:  $|1.36 - 1.81| = 0.45 > 0.16958$  (Es significativa).

Por lo tanto, basado en el análisis de Tukey con un nivel de significancia de 0.05 y el valor DMS proporcionado (0.16958), se pueden hacer las siguientes afirmaciones sobre las diferencias entre las medias de los tratamientos: No se encontró una diferencia

significativa entre las medias de Agricultor e INIAP. Se encontraron diferencias significativas entre las medias de Agricultor y Acolchado, así como entre las medias de INIAP y Acolchado. Por lo tanto, en términos de las medias de los tratamientos, se puede afirmar que el tratamiento Acolchado muestra diferencias significativas en comparación con los tratamientos convencional del Agricultor y convencional INIAP.

#### 10.4. Rendimiento

*Tabla 12: Parámetros cuantitativos para la caracterización morfológica de la postcosecha del cultivo.*

Variables	Estadística	Variedad INIAP 199		
		Acolchado	Convencional INIAP	Convencional agricultor
Área (m2)	Área	96	96	96
Plantas/ Área	Total	480	480	240
Plantas/ Área/ Vivas	Total	451	326	192
Porcentaje de plantas vivas con respecto al total por tecnología	Porcentaje %	93,96	67,92	80,00
Plantas/ Ha	Total	50000	50000	25000
Promedio de mazorcas/ planta	Promedio	1,53	1,13	1,43
Producción/Tecnología/ Con hoja	Promedio kg	11	9	9
Producción/Tecnología/Sin hoja	Promedio kg	9	6	7
Producción/Tecnología/Desgranado	Promedio kg	6,48	3,91	4,84
Desperdicio	Promedio kg	4,52	5,09	4,16

<b>Rendimiento kg /ha/Con hoja</b>	Promedio kg/ha	12919,3	7640,6	4500,0
<b>Rendimiento kg/ha/Sin hoja</b>	Promedio kg/ha	10570,3	5093,8	3500,0
<b>Rendimiento kg/ha/Desgrane</b>	Promedio kg/ha	7610,6	3319,4	2420,0

**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

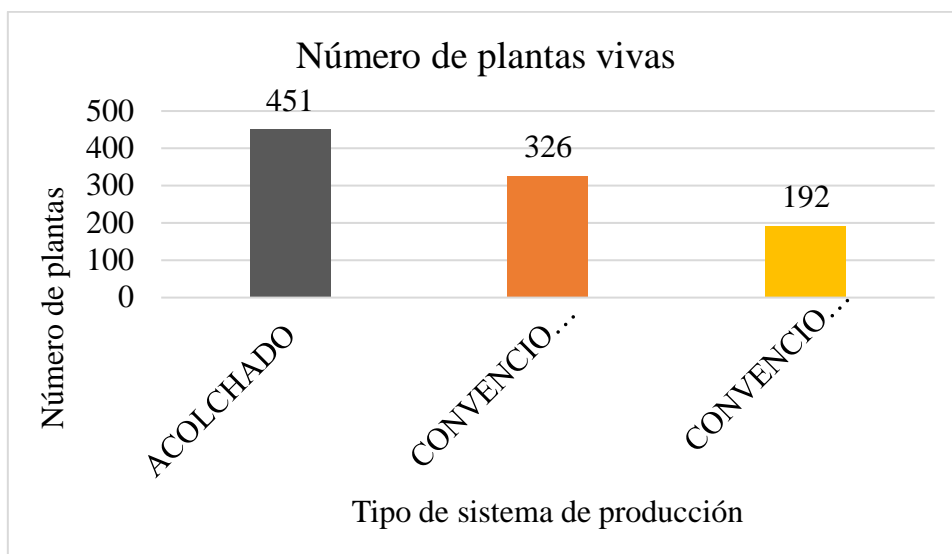
#### **10.4.1. Área (m<sup>2</sup>), Plantas/ Área, Plantas/ Vivas, Porcentaje de plantas vivas por tecnología, Plantas/ Ha, Promedio de mazorcas/ planta**

La investigación se realizó en una misma área de 96 metros cuadrados para cada tecnología de producción acolchado, convencional INIAP y convencional del agricultor, respectivamente.

En las tecnologías, acolchado y convencional INIAP se sembró un igual número de semillas por golpe y un mismo número de golpes por cada una de ellas, en total se realizaron 480 golpes en las dos tecnologías ya mencionadas. Sin embargo, en la tecnología convencional del agricultor se realizaron un total de 240 golpes en esta parcela debido a que la distancia de siembra es mayor a las otras dos tecnologías.

## Número de plantas vivas

**Gráfico 4:** Número de plantas vivas

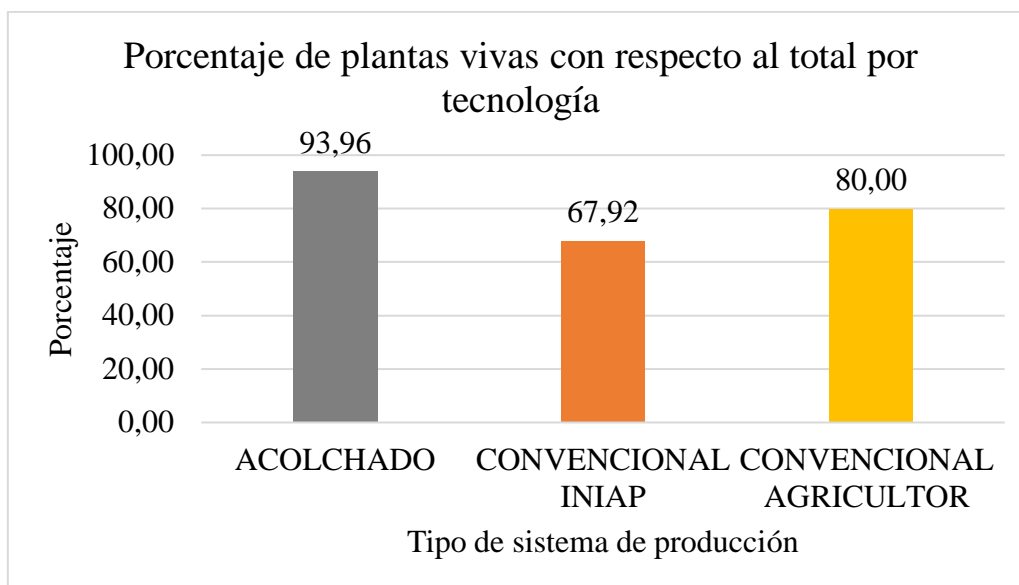


**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

De acuerdo con la tabla 11 y gráfico 4, los resultados de la siembra en las áreas destinadas, se tuvo un total de 451 plantas germinadas en la tecnología de acolchado, un total de 326 plantas germinadas en la tecnología convencional INIAP y un total de 192 plantas germinadas en la tecnología convencional del agricultor.

## Porcentaje de plantas vivas por tecnología

**Gráfico 5:** Porcentaje de plantas vivas por sistemas de producción



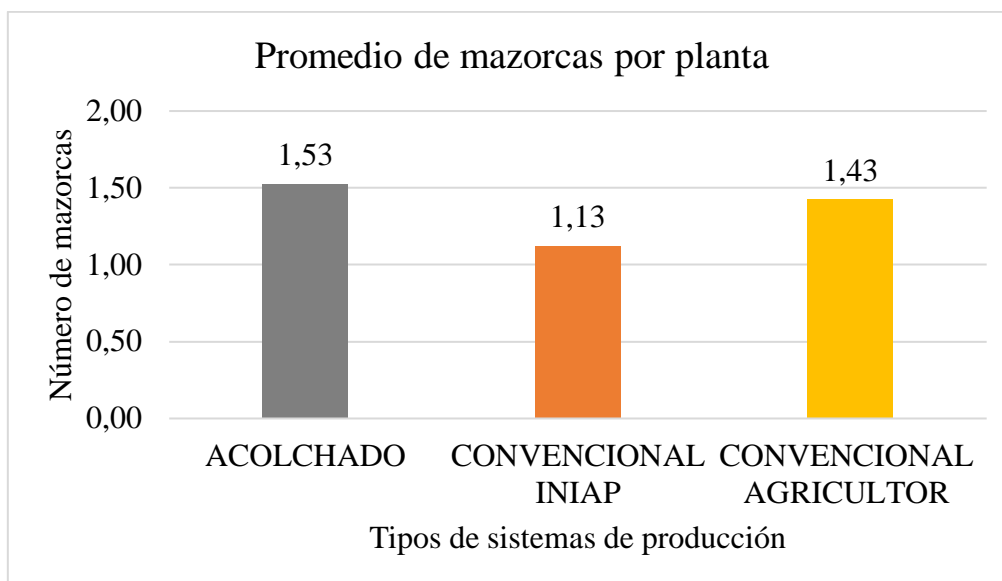
**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

Como muestra el gráfico 5, se los siguientes porcentajes de plantas germinadas en cada una de las tres tecnologías. Para la tecnología de acolchado se obtuvo un porcentaje de 93.96 %, para la tecnología convencional INIAP se obtuvo un porcentaje de 67.92% y para la tecnología convencional del agricultor se obtuvo un porcentaje de 80%.

En la siembra, se tuvo como resultado un total de 50000 plantas por hectárea en densidad, esto fue para las dos tecnologías, acolchado y convencional INIAP. Para la tecnología convencional del agricultor se obtuvo una densidad de siembra de 25000 plantas por hectárea. De las tres tecnologías de producción de maíz negro ya mencionadas se marcaron 40 plantas por tecnología, es decir un total de 120 plantas en todo el proyecto para sus respectivos análisis.

## Promedio de mazorcas por planta

**Gráfico 6:** Promedio de mazorcas por planta



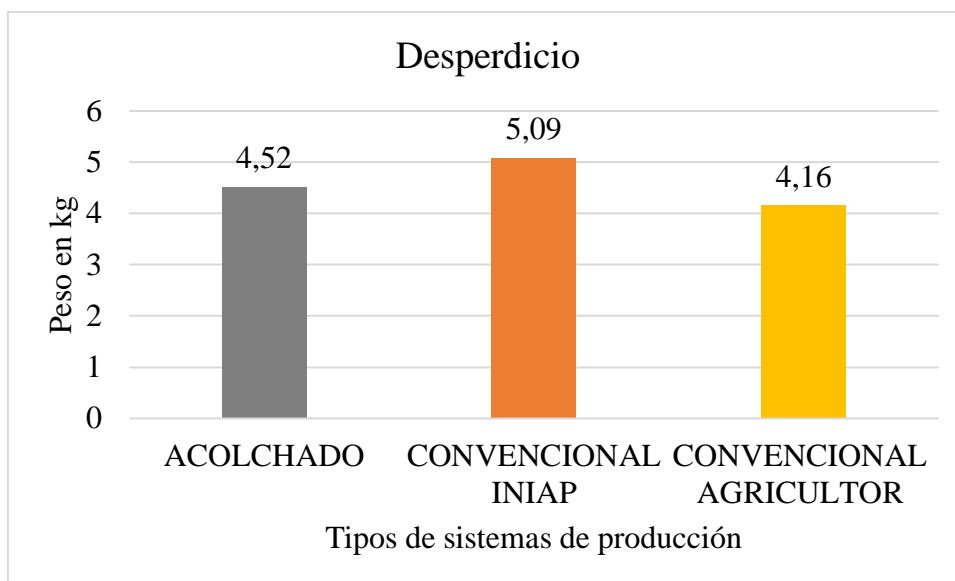
**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

En el gráfico 6 la tecnología de mayor producción en número de mazorcas es el acolchado, se obtuvo un promedio de 1,53 mazorcas por planta y un total de 61 mazorcas. Seguido de la tecnología de producción convencional INIAP que obtuvo un promedio de 1,13 mazorcas por planta de un total de 45 mazorcas. En la producción convencional del agricultor obtuvo un valor inferior a los otros dos sistemas, con un promedio de 1,43 mazorcas por planta, de un total de 57 mazorcas provenientes de las 40 muestras.



### 10.4.2. Desperdicio kg

*Gráfico 7: Desperdicio en kilogramos*

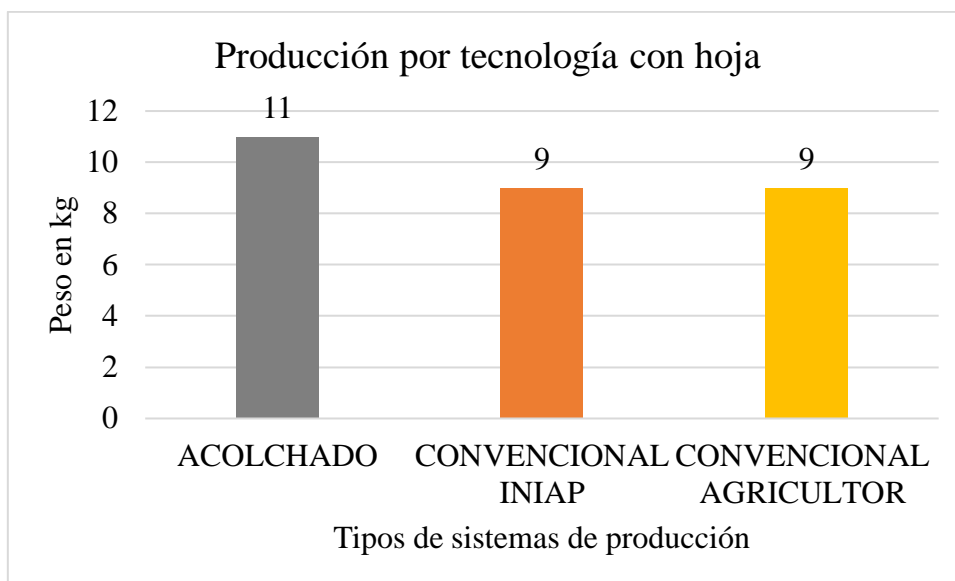


**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

En el gráfico 7 la tecnología con mayor cantidad de desperdicio es el sistema convencional INIAP con 5,09 kg. Siendo el sistema acolchado el segundo resultado con 4,52 kg. De esta manera el sistema convencional del agricultor obtuvo un resultado inferior a los otros sistemas con un peso de 4,16kg. Estos valores pueden darse ya que según (López et al., 2022) el peso del grano de maíz puede ser mayor cuando la planta no crece demasiado y de esta manera el desperdicio de tusa y hoja se minimiza.

### 10.4.3. Producción por tecnología de la mazorca con hoja en kg

*Gráfico 8: Producción por tecnología con hoja*

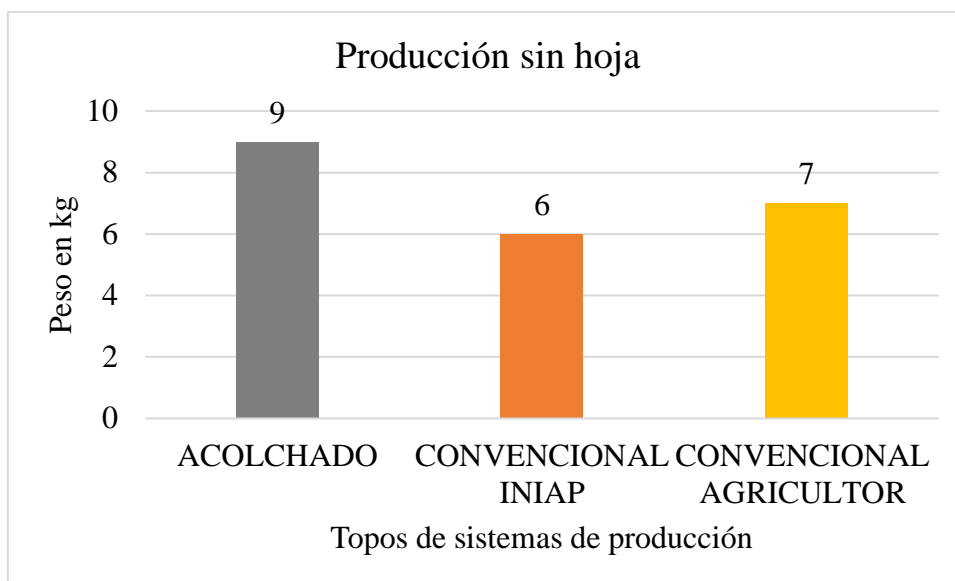


**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

En cada tecnología de producción de maíz negro, acolchado, convencional INIAP y convencional del agricultor se realizó la cosecha de las mazorcas con hoja y se pesó respectivamente como se muestra en el gráfico 8. Teniendo un resultado promedio de, 11 kilogramos en el sistema acolchado, seguido de 9 kilogramos en la tecnología convencional INIAP y un valor igual para la tecnología convencional del agricultor. Se puede interpretar que el peso del sistema convencional INIAP y el sistema convencional del agricultor tienen el mismo peso de la mazorca con hoja.

#### 10.4.4. Producción por tecnología de la mazorca sin hoja en kg

*Gráfico 9: Producción por tecnología sin hoja*

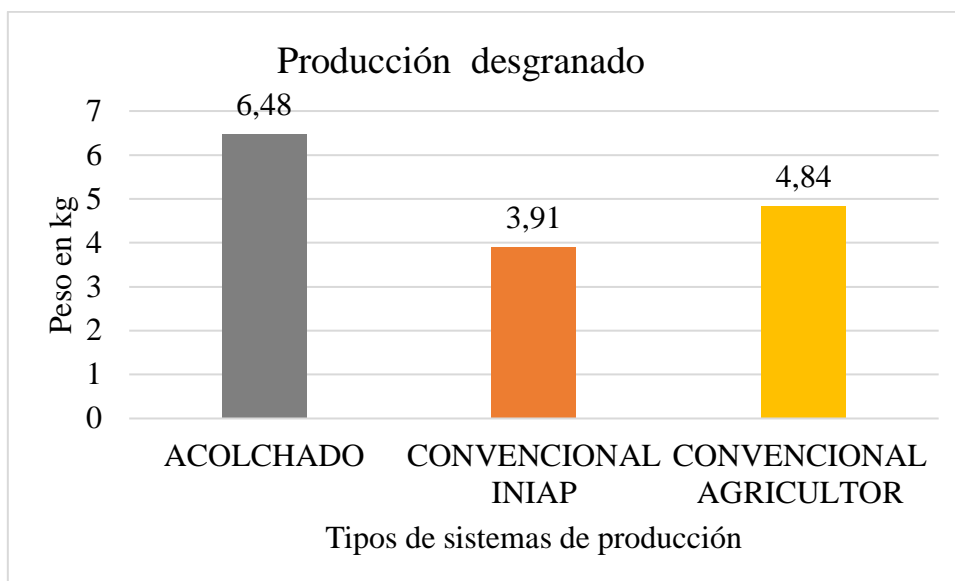


**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

En el gráfico 9 se muestran los resultados de la producción de maíz negro en kilogramos sin hoja. Teniendo un mayor resultado promedio de 9 kg en el sistema acolchado, seguido de un resultado promedio de 6 kg en la tecnología convencional INIAP y 7 kilogramos en la tecnología convencional del agricultor.

#### 10.4.5. Producción por tecnología desgranado de las muestras en kg

*Gráfico 10: Producción por tecnología desgranado*

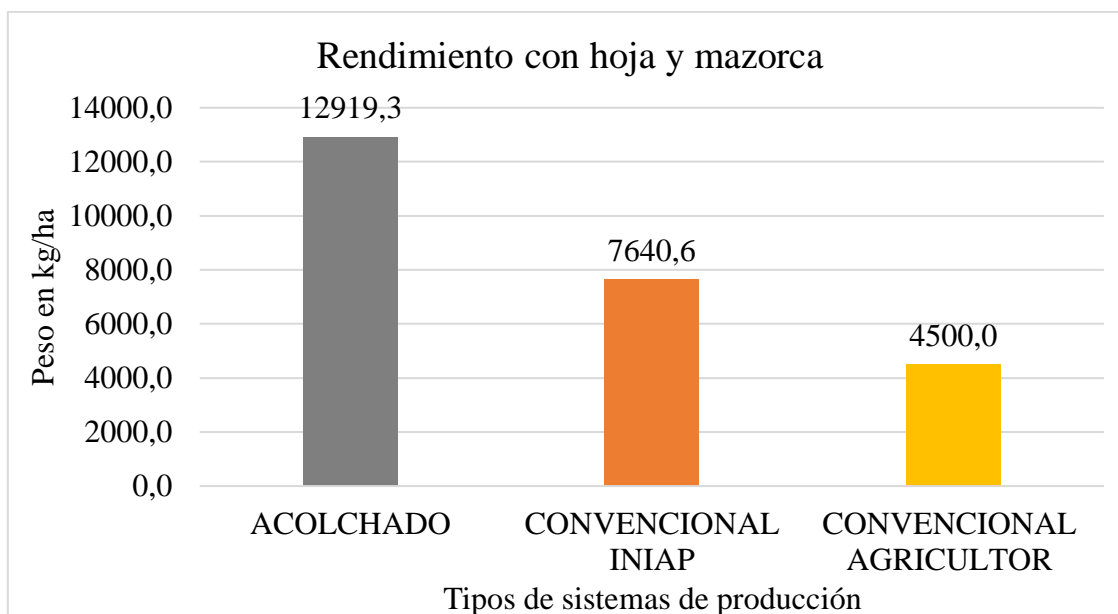


**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

En el gráfico 10 se obtuvo un resultado de 6.48 kg de semilla en la tecnología de acolchado siendo la mayor producción en desgranado, seguidamente se obtuvo 3.91 kg de semilla en el sistema convencional INIAP y finalmente se obtuvo un total de 4.84 kilogramos de semilla en la tecnología convencional del agricultor.

#### 10.4.6. Rendimiento con hoja y mazorca en kg/ha

*Gráfico 11: Rendimiento por tecnología con hoja*



**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

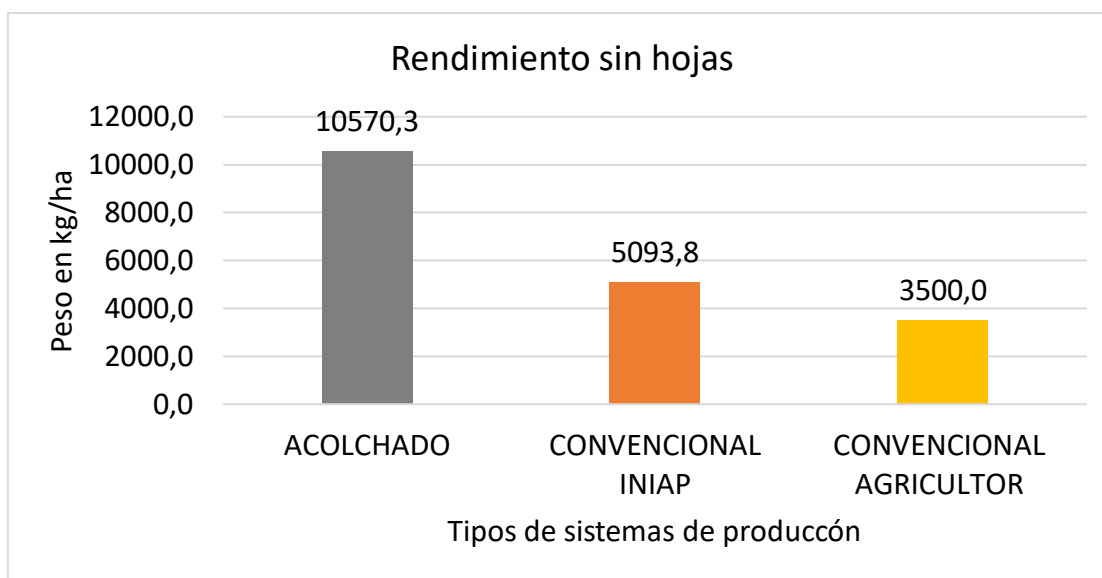
Como se muestra en el gráfico 11 el resultado del rendimiento con hoja en kg/ha, es de 12919,3 kg/ha para la tecnología de acolchado. Seguido de la tecnología convencional INIAP que tiene un rendimiento con hoja y mazorca de 7640,6 kg/ha. Finalmente, para la tecnología convencional del agricultor con una densidad de siembra de 25000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento con hoja y mazorca de 4500 kg/ha.

Por lo tanto, se da a conocer que el rendimiento del sistema de acolchado es mayor a los otros sistemas de producción, como el convencional INIAP y el convencional del agricultor. Según (Yáñez G. et al., 2016) el rendimiento del maíz negro INIAP 199 racimo de uva, es de 2 a 4 t/ha o 2000 a 4000 kg/ha. Mientras que el sistema convencional INIAP es el segundo sistema de producción con mayor rendimiento no muy diferente al sistema

convencional del agricultor y se encuentra dentro de los estándares de producción de los manuales del INIAP.

### **Rendimiento sin hoja en kg/ha**

*Gráfico 12: Rendimiento por tecnología sin hoja*

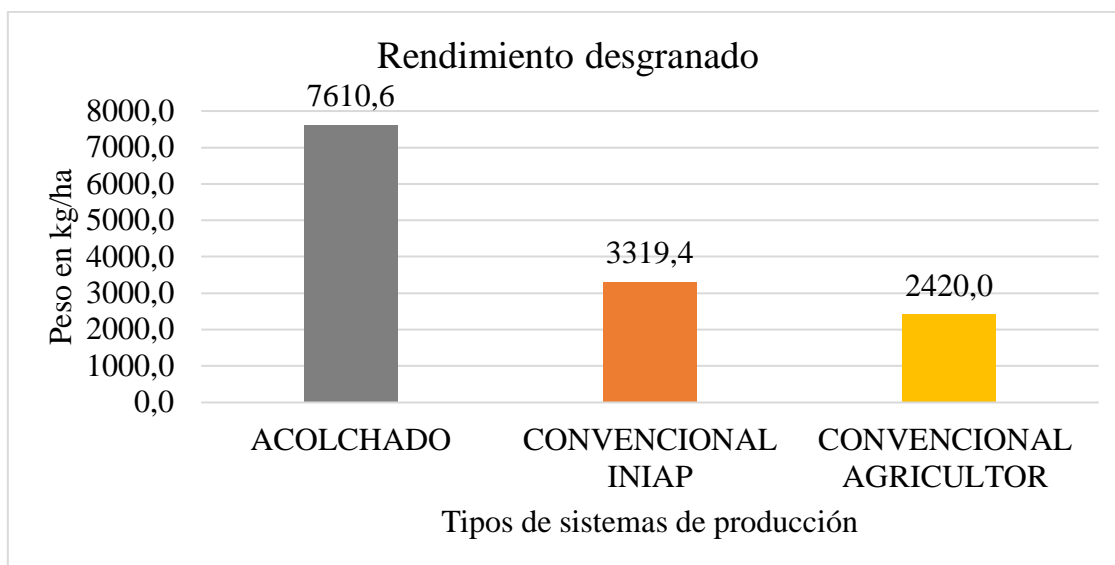


**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

Mediante el cálculo de datos con respecto al área en la que se sembró con sus respectivas distancias, se procedió a la obtención del rendimiento en kg/ha, en donde al conocer que, en la tecnología de acolchado al tener una densidad de siembra de 50000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento con hoja y mazorca de 10570.3 kg/ha. En la tecnología convencional INIAP con una densidad de siembra de 50000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento con hoja y mazorca de 5093.8 kg/ha. Finalmente, para la tecnología convencional del agricultor con una densidad de siembra de 25000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento con hoja y mazorca de 3500 kg/ha.

#### 10.4.7. Rendimiento desgranado en kg/ha

*Gráfico 13: Rendimiento por tecnología desgranado*



**Elaborado por:** (Guerrero, 2023)

Según la tabla 13, el rendimiento del maíz desgranado en la tecnología de acolchado es de 7610.6 kg/ha. Para la tecnología convencional INIAP con una densidad de siembra de 50000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento del desgrane de 3319.4 kg/ha. Finalmente, para la tecnología convencional del agricultor con una densidad de siembra de 25000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento del desgrane de 2420 kg/ha.

## 11. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los datos obtenidos se determinó que la tecnología que presento mejor comportamiento agronómico y mejor rendimiento fue el acolchado plástico. Este sistema tiene un promedio de altura de 1,81 metros y obtuvo un rendimiento de 12919,3 kg/ha, siendo el de mejor comportamiento y mejor producción de los tres sistemas investigados.
- Se estableció que la tecnología de acolchado plástico tuvo un mayor porcentaje de germinación con un total de 93,96% de plantas vivas en este sistema. La siguiente tecnología, convencional del agricultor, fue la segunda en tener un mejor porcentaje de germinación y de número de plantas vivas con un resultado del 80 % de germinación.

## 12. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un estudio con la misma densidad de siembra en las tecnologías, para de esta manera poder tener una mejor comparación estadística en un mayor porcentaje de mismas condiciones.
- También se recomienda añadir las mismas cantidades de fertilizante y de compuestos que ayuden al crecimiento de la planta para tener una mejor comparación en los sistemas de producción aplicados en la presente investigación.



### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. (2009). *El cultivo de maíz, su origen y clasificación del maíz en Cuba*. 2–7.
- Amador-Ramírez, M. D., Velásquez-Valle, R., Sánchez-Toledano, B. I., & Acosta-Díaz, E. (2018). Respuesta del chile mirasol a la labranza reducida, enmiendas al suelo y acolchado plástico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(4). <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i4.1186>
- Baca, L. (2016). *La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE ECONOMÍA.
- Carrillo, C. (2009, marzo). *El origen del maíz naturaleza y cultura en Mesoamérica*. 3–11.
- Díaz, C., & Santos, B. (2012). *El acolchado plástico*.
- Guzmán, L. (2010). *Factores que influyen en el rendimiento de curcubitáceas, con acolchado plástico*. Centro de Investigaciones en Química Aplicada.
- Guzmán-Maldonado, S. H., Vázquez-Carrillo, Ma. G., Aguirre-Gómez, J. A., & Serrano-Fujarte, I. (2015). CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS, COMPUESTOS FENÓLICOS Y CALIDAD INDUSTRIAL DE MAÍCES NATIVOS DE GUANAJUATO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(2). <https://doi.org/10.35196/rfm.2015.2.213>
- Hernández, E. (2014). *Manual de acolchados vegetales y películas plásticas*.
- Herrera Castellanos, M. (2011). FORMULA PARA CÁLCULO DE LA MUESTRA POBLACIONES FINITAS. En *Hospital Roosevelt*.
- INIA, MIDAGRI, & CIMMYT. (2022). *Memorias de la XXIV reunión Latinoamericana de maíz*. 8–21.
- INIAP. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana*. .
- Inzunza, M., Catalán, E., Villa, M., López, R., & Sifuentes, E. (2019, septiembre 16). *Respuesta del tomate a tipos de acolchado plástico y niveles de riego con cinta*. 2–7.
- López-Santillan, J. A., Ortiz-Cereceres, J., & Mendoza-Castillo, M. del C. (2022). COMPONENTES DEL CRECIMIENTO DE GRANO DE LÍNEAS DE MAÍZ DE

PESO CONTRASTANTE DE GRANO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 23(1).  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2000.1.141>

Macoglass. (2021). *Mallas y plasticos*.

Mansilla, P. (2018). *Evaluación del valor nutricional de maíces especiales (Zea mays L.): selección para calidad agroalimentaria*. . Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Agropecuarias -Escuela para Graduados.

Montemayor, J., Suárez, E., Munguía, J., Segura, M., Mendoza, R., & Woo, J. (2018). *Acolchados plásticos para la producción de maíz (Zea mays L.) forrajero en la Comarca Lagunera*. 1–20.

Nieves, A. (2018). *Identificación de algunos efectos causados por acolchados en suelos agrícolas en condiciones del trópico*. Universidad nacional abierta y a distancia – UNAD - Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente - Programa de agronomía.

Ortigoza, J., López, C., & Gonzalez, J. (2019). *Guía técnica del cultivo de maíz*.

Ríos, C. (2021). *Caracterización morfoagronómica y fisicoquímica de 15 accesiones de maíz (zea mays l.) con fines de fitomejoramiento*. UTMACHFACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

Ruíz, L. (2013). *Influencia del acolchado plástico de diversos colores y cubiertas flotantes sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en la región Perote, Veracruz*. CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA - PROGRAMA DE POSGRADO EN AGROPLASTICULTURA.

Sarkar, M. D., Solaiman, A. H. M., Jahan, M. S., Rojoni, R. N., Kabir, K., & Hasanuzzaman, M. (2019). Soil parameters, onion growth, physiology, biochemical and mineral nutrient composition in response to colored polythene film mulches. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(1). <https://doi.org/10.1016/j.aos.2019.05.003>

Somarriba, C. (1998). *Granos básicos*.

Vitery, C. (2011). *Propuesta de implementación de un manual dirigido a los agricultores del cantón baba de la provincia de los ríos acerca del cultivo de maíz amarillo con fines exportables*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Yáñez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., Heredia, J., Sangoquiza, C., Villacrés, E., Racines, M., & Caballero, D. (2017). *INIAP - 199 “Racimo de uva” variedad de maíz negro.*

Yáñez G., C., Zambrano Mendoza, J. L., Caicedo, M., Heredia, J., Sangoquiza Caiza, C. A., Villacrés, E., Racines Jaramillo, M. R., & Caballero, D. (2016). Ficha técnica de la variedad de Maíz Negro INIAP-199 “Racimo de Uva”. En *Quito -NIAP -Estación Experimental Santa Catalina.*  
<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>

## 15. ANEXOS

### *Anexo 1. Medición del terreno*



### *Anexo 2. Medición de las hileras, realización de los huecos en el plástico y preparación de la semilla.*



### *Anexo 3. Preparación de la semilla con fertibacter*



**Anexo 4. Distribución de la semilla para cada sistema de producción.**



**Anexo 5. Aplicación de fertilizante previo a la siembra.**



**Anexo 6. Siembra**



**Anexo 7. Toma de datos**





*Anexo 8. Medición de altura base-ápice*



*Anexo 9. Raleo*



*Anexo 10. Deshierbe*



*Anexo 11. Aporque*



*Anexo 12. Toma de datos*



*Anexo 13. Etapa de madurez fisiológica*



*Anexo 14. Cosecha y peso de la mazorca*



*Anexo 15. Mazorcas cosechadas y desgranadas*



*Anexo 16. Aval de traducción*



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **"EVALUACIÓN DE TRES TECNOLOGÍAS EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ NEGRO (*Zea mays* L.) INIAP 199 RACIMO DE UVA EN EL CAMPUS CEASA, COTOPAXI 2023."** presentado por: **Guerrero Rojas Oscar David**, egresado de la Carrera de Agronomía, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,

TANIA  
ELIZABETH  
ALVEAR  
JIMENEZ

Firmado digitalmente  
por TANIA ELIZABETH  
ALVEAR JIMENEZ  
Fecha: 2023.08.24  
10:07:26 -0500



CENTRO  
DE IDIOMAS

**Mg. Tania Alvear Jiménez**

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

**CI: 0503231763**

