



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agronomía**

### **TEMA:**

EFICIENCIA PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE CINCO TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA MAÍZ (*Zea mays L.*) VARIEDAD INIAP 111 CON ENFOQUE DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, EN LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía

### **Autor:**

Marco Vinicio Chillo Chillo

### **Tutor:**

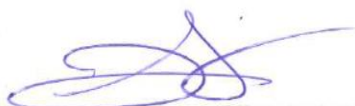
Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**GUARANDA – ECUADOR**

**2023**

**EFICIENCIA PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE CINCO TIPOS DE  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA MAÍZ (*Zea mays L.*) VARIEDAD  
INIAP 111 CON ENFOQUE DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN,  
EN LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR**

**REVISADO Y APROBADO POR:**



---

**ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.**

**TUTOR**



---

**ING. NELSON ARTURO MONAR GAVILANES MSc**

**PAR LECTOR**



---

**ING. HUGO FABIÁN VAZQUES COLOMA PhD**

**PAR LECTOR**



### CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA



Yo, Chillo Chillo Marco Vinicio con CI: 0202150348 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

.....  
**MARCO VINICIO CHILLO CHILLO**  
**AUTOR**  
**CI:0202150348**

.....  
**ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.**  
**TUTOR**  
**CI:0201600327**





Factura: 001-002-000023989



20230203001D00207

**DILIGENCIA DE RECONOCIMIENTO DE FIRMAS N° 20230203001D00207**

Ante mí, NOTARIO(A) GUSTAVO ANTONIO CHAVEZ CHIMBO de la NOTARÍA PRIMERA , comparece(n) MARCO VINICIO CHILLO CHILLO portador(a) de CÉDULA 0202150348 de nacionalidad ECUATORIANA, mayor(es) de edad, estado civil SOLTERO(A), domiciliado(a) en CHIMBO, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE; quien(es) declara(n) que la(s) firma(s) constante(s) en el documento que antecede CERTIFICACION DE AUTORIA, es(son) suya(s), la(s) misma(s) que usa(n) en todos sus actos públicos y privados, siendo en consecuencia auténtica(s), para constancia firma(n) conmigo en unidad de acto, de todo lo cual doy fe. La presente diligencia se realiza en ejercicio de la atribución que me confiere el numeral noveno del artículo dieciocho de la Ley Notarial -. El presente reconocimiento no se refiere al contenido del documento que antecede, sobre cuyo texto esta Notaria, no asume responsabilidad alguna. – Se archiva un original. CHIMBO, a 31 DE MAYO DEL 2023, (14:47).

  
MARCO VINICIO CHILLO CHILLO  
CÉDULA: 0202150348





NOTARIO(A) GUSTAVO ANTONIO CHAVEZ CHIMBO  
NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN CHIMBO



## Document Information

---

Analyzed document	TESIS -CHILLO CHILLO MARCO.pdf (D162679212)
Submitted	5/29/2023 16:48:00 PM
Submitted by	machillo@mailes.ueb.edu.ec
Submitter email	9.5%
Similarity	victorbarcenes2021@analysis.orkund.com
Analysis address	

## Sources included in the report

---


## Entire Document

---

## Hit and source - focused comparison, Side by Side

---

Submitted text	As student entered the text in the submitted document.
Matching text	As the text appears in the source.

  
Ing. David Rodrigo Silva García Mg.  
Tutor

## DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado en primer lugar a Dios, por brindarme la salud y las fuerzas necesarias para afrontar cada obstáculo que se presentó durante el periodo de formación como estudiante, por guiarme siempre por el buen camino y cuidarme de todo peligro.

A mis padres, Gonzalo Chillo quien es mi pilar fundamental, quien con su apoyo y consejos incondicionales me ha permitido seguir esforzándome día a día, siempre ha sido un ejemplo a seguir; a mi madre, Dolores Chillo, quien con su amor y cariño incondicional y sus consejos me ha apoyado siempre en todo lo que me propongo para seguir adelante y cumplir así mi meta de ser un profesional.

A mi hermana Dayanna por siempre estar pendiente de mí, dándome ánimos y consejos, quien con su amor y cariño me ha dado fuerzas y palabras de aliento para no rendirme y seguir luchando hasta el final.

A mis abuelitos: Ángel y Rosa, por sus consejos, cariño y apoyo en todo momento, han velado siempre por mi bienestar y están pendientes de cada paso que doy.

A toda mi familia, que de una u otra manera me han brindado todo su apoyo y han estado pendiente, siempre deseándome lo mejor.

Marco.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por su infinito amor y su misericordia, por haberme permitido culminar la carrera profesional y ser el quien guía mi camino en el transcurso de mi vida.

Un agradecimiento especial a la Universidad Estatal de Bolívar a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, por abrirme sus puertas y permitirme ser parte de tan prestigiosa institución.

A mis padres y hermana por brindarme siempre ese apoyo y cariño incondicional durante todo este período académico, agradezco todo el sacrificio que han hecho por mi para poder cumplir mi meta de ser un profesional.

A todos los docentes por brindarme sus conocimientos, enseñanzas y experiencias durante todo este periodo de formación profesional.

En especial al Ing. David Silva (Tutor) por su amistad, apoyo, sus concejos y conocimientos brindados, quien dedicó su tiempo durante todo el proceso para poder culminar de la mejor manera este trabajo de investigación.

Al programa de semillas de la Universidad Estatal de Bolívar por permitirme desarrollar el proceso de investigación dentro de sus plataformas de Agricultura de Conservación y su planta procesadora de semillas.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	5
CAPÍTULO II .....	6
2.1. MARCO TEÓRICO .....	6
2.2. Origen .....	6
2.3. Taxonomía.....	6
2.4. Condiciones Agroecológicas .....	7
2.5. Descripción botánica .....	7
2.5.2. Tallo .....	7
2.5.3. Hojas .....	7
2.5.4. Inflorescencia.....	8
2.5.5. Fruto.....	8
2.5.6. Ciclo vegetativo .....	8
2.6. Variedad de maíz INIAP-111 Guagal mejorado .....	9
2.7. Características principales de INIAP-111 .....	9
2.8. Características nutricionales .....	10
2.9. Sistemas de labranza .....	10
2.9.1. Sistemas de producción .....	10
2.9.2. Labranza reducida.....	11
2.9.3. Labranza mínima y labranza cero.....	11
2.9.4. Agricultura de conservación .....	14
2.9.5. Principales beneficios medioambientales de la Agricultura de Conservación (AC). .....	15
2.9.6. No remover el suelo con labranza.....	16
2.9.7. Rotación de cultivos.....	17
2.9.8. Manejo de residuos de cosechas .....	17
2.9.9. Erosión y degradación del suelo .....	17
2.9.10. Fertilización química .....	18



2.9.11 Control de malezas.....	19
2.9.12. Plagas.....	20
2.10.13 Enfermedades.....	22
CAPÍTULO III.....	24
3. MARCO METODOLÓGICO .....	24
3.1. Ubicación y características de la investigación.....	24
3.2. Metodología.....	25
3.2.1. Material experimental.....	25
3.2.2. Factores en estudio .....	25
3.2.3. Tratamientos .....	25
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico .....	25
3.2.5. Manejo del experimento en campo o laboratorio.....	25
Preparación del suelo .....	25
Siembra y tape .....	26
Manejo de rastrojos.....	26
Rotación de los cultivos.....	26
Fertilización .....	26
Cosecha.....	26
Desgrane .....	26
Secado.....	27
Almacenamiento .....	27
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).....	27
Porcentaje de emergencia de plántulas en el campo (PE) .....	27
Número de plantas por parcela (NPP) .....	27
Días a la cosecha en choclo (DCC) .....	27
Diámetro del tallo (DT) .....	28
Altura de la planta (AP).....	28
Altura de inserción de la mazorca (AIM) .....	28
Número de plantas con mazorca (NPCM).....	28
Número de plantas sin mazorca (NPSM) .....	28
Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM).....	28
Cobertura de la mazorca (CM) .....	29
Días a la cosecha en seco (DCS) .....	29

Diámetro de la mazorca (DM) .....	29
Longitud de la mazorca (LM) .....	29
Peso de campo por parcela (PCP).....	30
Desgrane (D).....	30
Porcentaje de humedad del grano (PHG) .....	30
Rendimiento en kg/ha (RH) .....	30
3.2.7. Análisis de datos.....	31
CAPÍTULO IV .....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
4.1. Variables agronómicas del maíz.....	32
4.2. Análisis de correlación y regresión lineal .....	46
4.2.1. Correlación (r) .....	46
4.2.1. Regresión (b) .....	47
4.2.3. Coeficiente de determinación (R <sup>2</sup> ) .....	47
4.3. Análisis económico de la relación Beneficio/Costo.....	51
CAPÍTULO V .....	53
5.1. CONCLUSIONES.....	53
5.2. RECOMENDACIONES .....	55
BIBLIOGRAFÍA .....	56
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

N° Tabla		Pág.
1	Resultados estadísticos y prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de tratamientos en las variables evaluadas.	32
2	Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes agronómicos) que tuvieron una significancia estadística positiva y negativa en el rendimiento de maíz evaluado en kg/ha al 13% de humedad,	46
3	Costo de producción del cultivo de maíz INIAP 111	51
4	Relación beneficio/costo	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N° Figura</b>		<b>Pág.</b>
1	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, porcentaje de emergencia (PE).	34
2	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, diámetro de tallo (DT).	35
3	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, altura de planta (AP).	36
4	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, altura inserción de la mazorca (AIM).	37
5	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, cobertura de mazorca (CM).	38
6	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, días de la cosecha en seco (DCS).	39
7	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, diámetro de mazorca (DM).	40
8	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, longitud de mazorca (LM).	41
9	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, peso de campo por parcela (PCP).	42
10	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, desgrane (D).	43
11	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, porcentaje de humedad del grano (PHG).	44

12	Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, rendimiento de kg/ha (RH).	45
13	Regresión lineal entre la variable porcentaje de emergencia versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.	48
14	Regresión lineal entre la variable altura inserción de la mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad	48
15	Regresión lineal entre la variable longitud de la mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad	49
16	Regresión lineal entre la variable peso de campo por parcela versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad	49
17	Regresión lineal entre la variable número de plantas con mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad	50
18	Regresión lineal entre la variable número de plantas sin mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Resultados de Análisis fisicoquímicos del suelo
4	Base de datos
5	Fotografías
6	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

La agricultura de conservación es un sistema de cultivo que fomenta la alteración mecánica mínima del suelo (es decir, cultivo sin laboreo), el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos y la diversificación de los cultivos. En cuanto a la agricultura de conservación (AC), en el año 2016 más de 155 millones de hectáreas en el mundo han adoptado métodos de conservación como parte de su estrategia productiva. En la provincia Bolívar el cultivo de maíz suave es el más importante componente de los sistemas de producción locales, con una superficie estimada de 38000 hectáreas distribuidas en los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes. En la Provincia Bolívar una de las causas principales para el deterioro de los ecosistemas es la agricultura convencional, debido al incremento de áreas con monocultivos, el uso indiscriminado y sobre dosis de agro tóxicos, la eliminación de cobertura vegetal, quema de residuos de cosecha, el uso excesivo de la maquinaria agrícola en condiciones de ladera, aspectos que inciden directamente en el deterioro de los recursos naturales que se requieren para la producción agrícola. Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia productiva y económica de cinco tipos de sistemas de producción en maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación para valorar el efecto del incremento en el rendimiento de maíz suave en los diferentes sistemas de producción, determinar la eficiencia económica de los diferentes sistemas de producción de maíz suave y establecer una alternativa tecnológica basada en la respuesta productiva y económica del maíz para la zona agroecológica en estudio. Se evaluó las variables: Porcentaje de Emergencia, Número de plantas por parcela; Días a la cosecha en choclo; Diámetro de tallo; Altura de la planta; Altura de inserción de la mazorca; Número de plantas con mazorca; Número de plantas sin mazorca; Porcentaje de plantas con dos mazorcas; Cobertura de la mazorca; Días a la cosecha en seco; Diámetro de la mazorca; Longitud de la mazorca; Peso de campo por parcela; Desgrane; Porcentaje de humedad del grano y Rendimiento en kg/ha. Los tratamientos en estudio fueron, cinco sistemas de producción en función de: Rotación, Labranzas y Manejo de rastrojos. El tipo de análisis que se realizó fue; Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos. Análisis de Correlación y Regresión lineal y Análisis de la relación beneficio-costos B/C. Los resultados que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas, pero si diferencias numéricas en cada uno de los promedios de los componentes agronómicos evaluados. El sistema de labranza más eficiente en cuanto al componente agronómico rendimiento fue la labranza convencional sin residuos, con 3678,2 kg/ha con una relación beneficio/costo de 0,65 lo que significa que los productores de maíz por cada dólar invertido tienen una ganancia de 0,65 con este sistema de producción. Los componentes agronómicos que incrementaron el rendimiento del cultivo de maíz INIAP-111 fueron: porcentaje de emergencia, altura inserción de la mazorca, longitud de mazorca, número de plantas con mazorca mientras que número de plantas sin mazorca redujo el rendimiento de maíz.

**Palabras clave:** Eficiencia, Conservación, Cobertura, Diversificación, Labranzas

## SUMMARY

Conservation agriculture is a farming system that encourages minimal mechanical soil disturbance (ie no-till cultivation), maintenance of permanent soil cover, and crop diversification. Regarding conservation agriculture (CA), in 2016 more than 155 million hectares in the world have adopted conservation methods as part of their productive strategy. In the Bolívar province, the cultivation of soft corn is the most important component of the local production systems, with an estimated area of 38,000 hectares distributed in the cantons of Guaranda, Chimbo, San Miguel and Chillanes. In the Bolívar Province, one of the main causes for the deterioration of ecosystems is conventional agriculture, due to the increase in areas with monocultures, the indiscriminate use and over doses of toxic agrochemicals, the elimination of plant cover, burning of crop residues, the excessive use of agricultural machinery in hillside conditions directly affects the deterioration of natural resources. Therefore, the objective of this research was to evaluate the productive and economic efficiency of five types of production systems in corn variety INIAP 111 with a conservation agriculture approach to assess the effect of the increase in the yield of soft corn in the different production systems. production, determine the economic efficiency of the different soft corn production systems and establish a technological alternative based on the productive and economic response of corn for the agroecological zone under study. The variables were evaluated: Percentage of Emergence, Number of plants per plot); Days to harvest in corn; stem diameter; Plant height; Ear insertion height; Number of plants with ear; Number of plants without ear; Percentage of plants with two ears; Ear topping; Days to dry harvest; Ear diameter; Ear length; Field weight per plot; Shelling; Grain moisture percentage and Yield in kg/ha (RH). The treatments under study were five production systems based on: Rotation, Tillage and Stubble Management. The type of analysis that was carried out was; Tukey's test at 5% to compare treatment averages. Analysis of Correlation and Linear Regression and Analysis of the benefit-cost relationship B/C. The results obtained in each of the treatments did not show statistical differences, but they did show numerical differences in each of the averages of the agronomic components evaluated. The most efficient tillage system in terms of the agronomic yield component was conventional tillage without residues, with 3678.2 kg/ha with a benefit/cost ratio of 0,65, which means that for every dollar invested, corn producers have a profit of 0,65 with this production system. The agronomic components that increased the yield of the INIAP-111 maize crop was: Percentage of emergence, Ear insertion height, Ear length, Number of plants with ear while Number of plants without ear reduced corn yield.

**Key words:** Efficiency, Conservation, Coverage, Diversification, Tillage



# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La agricultura de conservación es un sistema de cultivo que fomenta la alteración mecánica mínima del suelo (es decir, cultivo sin laboreo), el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos y la diversificación de los cultivos. Destaca la biodiversidad y los procesos biológicos naturales por encima y por debajo de la superficie del suelo, lo que contribuye a un mayor aprovechamiento del agua y una mayor eficiencia en el uso de nutrientes, así como a la mejora y sostenibilidad de la producción de cultivos. (FAO, 2020)

El concepto de no remover el suelo llega a ser un principio fundamental de un concepto nuevo de la agricultura, bajo el término agricultura de conservación este concepto está ganando más y más atención en todo el mundo. (Friedrich T, 2015)

De esta forma la AC cambia completamente el concepto tradicional de la agricultura que “cultiva la tierra” a una agricultura que “interfiere a un mínimo con la naturaleza”, un concepto de una agricultura en armonía con la naturaleza parecido ha sido desarrollado también en Japón por Masanobu Fukuoka más o menos al mismo tiempo como las ideas de Faulkner. (Friedrich T, 2015)

En cuánto la agricultura de conservación (AC), en el año 2016 más de 155 millones de hectáreas en el mundo han adoptado métodos de conservación como parte de su estrategia productiva. Estados Unidos tiene 35,6 millones de hectáreas, Brasil 31, Argentina 27, Canadá 18, Australia 17, China 6,6 y México 2,5. La organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y Alimentación (FAO), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y entre otros a nivel mundial en los últimos años han utilizado la AC como estrategia de sostenibilidad de los sistemas de producción, incrementado el ritmo promedio anual de 10 millones de hectáreas y actualmente abarca el 12% del área dedicada a la producción agrícola global del planeta. (Jimenez, 2016)

En la provincia Bolívar el cultivo de maíz suave es el más importante componente de los sistemas de producción locales, con una superficie estimada de 38000 hectáreas distribuidas en los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y

Chillanes. El 66,83% son pequeños productores y con Unidades de Producción Agrícolas (UPA) menores a 3,5 hectáreas y practican mayoritariamente la agricultura convencional para autoconsumo y para los mercados locales y regionales. (Monar, 2015)

Las configuraciones fisiográficas características de la Provincia Bolívar permiten la aparición de varios microclimas en los que varía la temperatura y precipitaciones en cortas distancias lo que determinan diferencias en los suelos esto induce cambios en la producción y precios, que se manifiestan en el sistema económico a medida que los agricultores y otros participantes del mercado realizan ajustes de forma autónoma, modificando sus combinaciones de cultivos, uso de insumos, nivel de producción, consumo de alimentos y comercio.

Por lo tanto, esta investigación a través del proceso de la implementación de la AC, que se basa en tres principios fundamentales como son: remoción mínima del suelo, conservación de los restos vegetales y la rotación de cultivos, permitirá generar información para contribuir a la sostenibilidad de los sistemas de producción y por ende a la seguridad y soberanía alimentaria.

## **1.2.PROBLEMA**

En la Provincia Bolívar una de las causas principales para el deterioro de los ecosistemas es la agricultura convencional, debido al incremento de áreas con monocultivos, el uso indiscriminado y sobre dosis de agro tóxicos, la eliminación de cobertura vegetal, quema de residuos de cosecha, el uso excesivo de la maquinaria agrícola en condiciones de ladera, incide directamente en el deterioro de los recursos naturales.

En la agricultura, el cambio climático (CC) causa la modificación de temperaturas, exceso de calor, radiación solar, humedad (deficiente cantidad y distribución de la precipitación), acumulación y emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), granizadas, heladas, vientos con velocidades superiores a 40 km/hora, presencia de nuevas plagas altamente agresivas y resistentes a los factores climáticos y plaguicidas, lo que pone en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria.

Estudios realizados INIAP. (2010) y Monar, C. (2016), indican que, dependiendo del sistema de producción, se pierden entre 0,5 y 8 Tm/ha/año de suelo, mismo que por los procesos de escorrentía es depositado en la Cuenca Baja del Guayas y cada vez son más dependientes de insumos químicos externos como el Nitrógeno.

La mayoría de los agricultores comúnmente hacen uso de labranza convencional, la cual por mucho tiempo ha estado sujeta a muchas críticas y se le culpa de servir como detonante de los procesos de degradación de los suelos, por medio de la erosión hídrica, eólica y generación de pie de arado, el cual, bajo condiciones extremas, puede impedir la penetración de las raíces.

La investigación con relación a la comparación de labranzas resulta ser de mucha ayuda, ya que nos permite obtener más conocimientos sobre las ventajas y desventajas que brinda cada una de las labranzas y nos informa sobre cómo deben de manejarse, a partir de casos reales estudiados.

### **1.3.OBJETIVOS**

#### **Objetivo general**

- Determinar la eficiencia productiva y económica de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP-111 con enfoque de agricultura de conservación, en Laguacoto III, Provincia Bolívar.

#### **Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto del incremento en el rendimiento de maíz suave en los diferentes sistemas de producción.
- Determinar la eficiencia económica de los diferentes sistemas de producción de maíz suave.
- Establecer una alternativa tecnológica basada en la respuesta productiva y económica del maíz para la zona agroecológica en estudio.

#### **1.4.HIPÓTESIS**

**$H_0$ :** La eficiencia productiva y económica del cultivo de maíz, no depende de los sistemas de producción y su interacción genotipo- ambiente.

**$H_L$ :** La eficiencia productiva y económica del cultivo de maíz, depende de los sistemas de producción y su interacción genotipo- ambiente.

## CAPÍTULO II

### 2.1. MARCO TEÓRICO

### 2.2. Origen

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas del origen americano del maíz, pero nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo, ni en la biblia, hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colon, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492. El maíz surgió aproximadamente entre los años 8000 y 6000 a.c. en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la ciudad de México. (Acosta, 2015)

### 2.3. Taxonomía

Clasificación taxonómica del maíz

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>mays</i>

## **2.4. Condiciones Agroecológicas**

Zonas de producción:	Se siembra en toda la sierra ecuatoriana.
Altitud:	2200 a 3000 msnm.
Temperatura:	10 a 20 °C.
Precipitación:	700 a 1300 mm en todo el ciclo.
Suelo:	Profundos, ricos en materia orgánica y buen drenaje.
pH:	5,5 a 7,5

## **2.5. Descripción botánica**

### **2.5.1. Raíz**

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (Jenny, 2015)

### **2.5.2. Tallo**

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal. (CONACYT, 2014).

### **2.5.3. Hojas**

Son largas y anchas y los bordes generalmente lisos. Es una vaina foliar (lígula) pronunciada, cilíndrica en su parte inferior y que sirve de cubierta de los entrenudos del tallo, abrazándolo (aurículas), pero con los extremos desnudos. Su color usual es verde, pero se pueden hallar rayadas en blanco y verde o verde y púrpura, presentándose en igual cantidad que los entrenudos. (Valladares, 2016)

#### **2.5.4. Inflorescencia**

Es una planta monoica presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina es una panícula (vulgarmente denominado espigón o penacho) de coloración amarilla que posee aproximadamente entre 20 a 25 millones de granos de polen, además cada flor que compone la panícula contiene tres estambres donde se desarrolla el polen.

En cambio, la inflorescencia femenina cuando ha sido fecundada por los granos de polen se denomina mazorca, aquí se encuentran las semillas (granos de maíz) agrupadas a lo largo de un eje, esta mazorca se halla cubierta por hojitas de color verde, terminando en una especie de penacho de color amarillo oscuro, formado por estilos. (Guacho, 2014)

#### **2.5.5. Fruto**

La mazorca o inflorescencia femenina está constituida por el raquis u elote (tusa), en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas y dos flores, una estéril y otra fértil por lo que el número de hileras de mazorcas es par. Si la flor femenina es fecundada, dará lugar a granos, más o menos duros, lustrosos, de color amarillo, púrpura o blanco; los granos se organizan en hileras que pueden variar entre ocho y treinta filas por mazorca, cada una con 30 a 60 granos, por lo que una mazorca puede tener de 400 a 1.000 granos. Toda la inflorescencia femenina está protegida por las brácteas (amero o capacho) que tienen como función la protección del grano. (Ospina, 2015)

#### **2.5.6. Ciclo vegetativo**

Todas las plantas de maíz se desarrollan de la misma manera. Sin embargo, el tiempo entre etapas de crecimiento puede variar dependiendo del tipo de maíz, sus fechas de siembra, su localización, la altitud a la que se encuentra el maíz, etc. Normalmente, los maíces de altura tienen un ciclo de cultivo de 215 a 270 días desde la siembra hasta la cosecha. (Heredia & Yáñez, 2016)



## 2.6. Variedad de maíz INIAP-111 Guagal mejorado

**Origen:** "guagal mejorado" fue formada con base a variedades locales colectadas en casi toda la provincia de Bolívar en 1989 y 1993. Las variedades que presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano, tanto en choclo como en grano seco durante 2 ciclos de cultivo (1993-1994 y 1994-1995), se cruzaron entre ellas para formar la población Guagal, la cual se seleccionó durante tres ciclos en tres localidades de esa provincia. (Yáñez, 2013)

**Adaptación:** La variedad INIAP-111 "GUAGAL, MEJORADO", fue desarrollada con la participación de técnicos y agricultores y se caracteriza por ser semi-tardía, de porte bajo (en comparación a las variedades que poseen los agricultores), con resistencia al acame, así como de buen rendimiento y calidad de grano.

## 2.7. Características principales de INIAP-111

Agronómicas y morfológicas	Promedio
Días a la floración femenina	134
Días a la cosecha en choclo	208
Días a cosecha en seco	265
Altura promedio de planta	300 cm
Altura promedio de mazorca	178 cm
Longitud de la mazorca	20cm
Rendimiento comercial en choclo	190 sacos /ha
Rendimiento comercial en grano seco unicultivo	4,100 kg/ha
En asocio con frejol	3,400 kg/ha
Número de hileras por mazorca	12
Color del grano tierno	Blanco

Color de grano seco	Blanco
Tipo de grano	Harinoso
Textura de grano	Suave

## 2.8. Características nutricionales

Parámetros de calidad	Porcentaje %
Proteína	9,33
Ceniza	1,53
Fibra	2,80
Extracto libre de Nitrógeno (Hidratos de carbono)	81,06
Azúcares totales	0,19

## 2.9. Sistemas de labranza

### 2.9.1. Sistemas de producción

Los sistemas de producción agropecuarios se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios. (Jouve, 2014)

En el Ecuador, la erosión de los suelos es un problema que afecta aproximadamente al 50% de las tierras (12'355500 ha). Más o menos 15% de las tierras degradadas, se encuentran en el callejón interandino y sobre las vertientes que lo bordean. Las pérdidas de suelo por erosión, en tierras netamente agrícolas llegan a 80 Tm de la capa superficial del suelo, cada año por hectárea de acuerdo a un cálculo de la Fundación Natura. (Vogel, 2000)

Como se ha indicado, la labranza tradicional disminuye el contenido de materia orgánica del suelo, sobre todo cuando se practica la denominada “agricultura orgánica”, aumentado así su vulnerabilidad, particularmente bajo un sistema de monocultivo. Además de disminuir la estabilidad de los agregados, el suelo queda susceptible al encostramiento, lo que determinaría un escurrimiento superficial

excesivo. Ahora bien, estos aspectos no serían tan negativos, en la medida que se mantenga en la superficie una cierta cantidad de residuos; ya sean cortados o, mejor aún con sus raíces, lo que constituye la base de gran parte de las prácticas de conservación. (Homer, 2015)

En la actualidad, las personas han empezado a entender que la agricultura no solo debe tener una alta productividad, sino también ser sustentable. Se ha propuesto a la agricultura de conservación como un conjunto de principios de manejo ampliamente adaptado que pueden asegurar una producción agrícola más sustentable. (Verhulst, 2011)

Es una práctica agrícola sostenible y rentable que busca la protección del medio ambiente, como también brindar un soporte a los agricultores en la reducción de costos de producción y mano de obra a través de sus tres principios: reducir al mínimo el movimiento del suelo (sin labranza); dejar el rastrojo del cultivo anterior en la superficie del terreno para que forme una capa protectora; practicar la siembra de diferentes cultivos, uno después de otro, o sea, la rotación de cultivos. (CIMMYT, 2015)

### **2.9.2. Labranza reducida**

Se refiere a los sistemas de labranza donde hay menor frecuencia o menor intensidad de labranza, en comparación con el sistema convencional, donde los tipos de implementos y el número de pasadas también varía; la consecuencia es que en algunos sistemas quedan muy pocos rastrojos y en otros más de 30%; mediante estos sistemas se ven reducidas las desventajas en comparación al sistema anterior. (FAO, 2000)

### **2.9.3. Labranza mínima y labranza cero**

La labranza cero o labranza de conservación es un sistema de producción que reduce costos, siempre y cuando se implemente de manera adecuada. Esto es importante remarcarlo, ya que lo que se ahorra con no labrar, se puede perder con un mal control de malezas o una siembra inadecuada por mal manejo de los residuos. (Martinez, 2014).

Labranza Mínima a este tipo de labranza, define como la manipulación mínima del suelo necesaria para la producción de cosechas. Consiste en labrar sólo las zonas de cultivo para la plantación de semillas, la germinación y establecimiento del cultivo. Como perturba muy poco los suelos, la erosión se reduce a un mínimo.

**Ventajas labranza mínima:**

- Rendimientos más altos.
- Costos de producción reducidos.
- Mejor retención del agua.
- Menor erosión. (CIMMYT, 2017)

Este sistema fue diseñado originalmente para áreas de temporal para conservar mejor la humedad del suelo y reducir pérdidas por erosión hídrica y eólica. Su utilización se está ampliando a zonas de riego con el objetivo adicional de reducir costos de producción e incorporar materia orgánica a los suelos. En este sistema la siembra se realiza sin labores previas de preparación del terreno, sobre los residuos de la cosecha anterior, por lo que requiere el uso de una desmenuzadora y sembradora cero labranzas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2015)

Esta labranza es un nuevo concepto en el uso y manejo de los suelos, el cual permite sembrar cualquier tipo de grano sin remover o labrar el suelo. En él se reemplazan herramientas tradicionales de trabajo como el arado, rastras, cinceles y cultivadoras por sembradoras capaces de cortar rastrojos y raíces, remover una línea de siembra para dejar la semilla adecuadamente ubicada en el suelo. Sin embargo, en repetidas ocasiones la experiencia de los productores es negativa, debido a que se piensa que la labranza de conservación es una práctica agrícola que consiste en sembrar sobre los residuos, sin mover el suelo; olvidándose de las demás prácticas agrícolas que tienen que hacerse de manera diferente a partir del cambio en la forma de sembrar. De ahí la importancia de entender la labranza de conservación como un “sistema de producción” donde existen elementos como el clima, los suelos, insumos, maquinaria, etc., que hay que atender de manera adecuada. (Martínez, 2008)

No siempre se puede lograr una forma eficiente de aumentar los rendimientos y reducir los costos aplicando este sistema, sin embargo, la labranza de conservación cuando se practica de manera adecuada reduce la inversión por hectárea y aumenta el rendimiento por todos los beneficios que mejoran la capacidad productiva del suelo. Esto es lo deseable, pero requiere conocimiento técnico, constancia y mucha capacidad de observación para ir mejorando los aspectos que pueden impedir una mayor productividad. (INIFAP-CIRNO, 2015)

Algo importante que resaltar de la labranza mínima es que el rubro a implementar puede ser sembrado inmediatamente después de que el cultivo anterior haya sido cosechado y, por lo general, en el momento más próximo al óptimo de la siembra. Esto no es factible con la labranza convencional ya que esta demanda más tiempo. Por lo tanto, la siembra directa es adecuada para aquellas regiones en las cuales se realiza la rotación de cultivos en el mismo campo y en el mismo año. (Kuretto, 2017)

Manifiesta que las ventajas fundamentales de los sistemas de labranza conservacionista se asocian a que deja cierta cantidad de rastrojo sobre la superficie. Asimismo, la magnitud de tales beneficios es proporcional al grado de cobertura y al espesor de la cubierta de rastrojos. En primer lugar, la presencia del rastrojo ejerce una protección directa al suelo de la erosión. Esto es bastante importante en nuestra zona que tiene suelos en pendiente y, en algunas épocas del año, recibe precipitaciones de alta intensidad. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (INTA, 2016).

Otra ventaja es que la cobertura con rastrojos sobre la superficie establece una barrera que provoca una reducción de la tasa a la que el agua se evapora desde el suelo. Cuanto más rastrojo haya y cuanto menos se haya movido el suelo, mejor conservación del agua tendremos haciendo que la oportunidad de siembra sea mejor, ya que no habría que esperar que llueva para sembrar. En general, uno puede sembrar cuando quiere sembrar. Asimismo, se conserva mejor la reserva de agua del suelo para que sea aprovechada por el cultivo, especialmente en los períodos críticos. (INTA, 2016).

#### **2.9.4. Agricultura de conservación**

La labranza de conservación, es un concepto que incluye una serie de técnicas, que permiten detener o revertir los efectos nocivos del exceso laboreo sobre las características físicas y químicas del suelo. (Castillo, 2006 ). Las operaciones pueden causar efectos buenos o malos, dependiendo de cuándo y cómo se realicen. Debe entenderse que cuando un suelo es afectado en sus propiedades físicas, también se perjudica las propiedades químicas y biológicas y es de aquí donde se deriva la degradación de los suelos. (Romero, 2015)

El objetivo de la Agricultura de Conservación (AC) es lograr una agricultura sostenible y rentable y en consecuencia dirigida al mejoramiento del sustento de los agricultores mediante la aplicación de los tres principios de la AC: una perturbación mínima del suelo; cobertura permanente del suelo; y la rotación de cultivos. La AC ofrece un potencial enorme para toda clase de tamaño de fincas y sistemas agro-ecológicos. Sin embargo, su adopción es más necesaria para los pequeños productores. Sobre todo, aquellos que sufren una escasez aguda de mano de obra, la AC combina una producción agrícola rentable con una protección del ambiente, y la sostenibilidad; y se ha mostrado capaz de funcionar en un amplio rango de zonas agro-ecológicas y sistemas de producción. Ha sido percibida por profesionales como una herramienta válida para el manejo sostenible de la tierra. (INIAP, 2015)

En la actualidad, las personas han empezado a entender que la agricultura no solo debe tener una alta productividad, sino también ser sustentable. Se ha propuesto a la agricultura de conservación como un conjunto de principios de manejo ampliamente adaptado que pueden asegurar una producción agrícola más sustentable. La agricultura de conservación es un concepto más amplio que la labranza de conservación, un sistema donde al menos 30 % de la superficie del suelo está cubierta con residuos del cultivo anterior, después de la siembra del próximo cultivo. En la agricultura de conservación, el énfasis no solo cae sobre el componente de la labranza sino sobre la combinación de los siguientes tres principios. (Nele Verhulst, 2015)

Reducción en labranza.

Retención de los niveles adecuados de residuos del cultivo y cobertura de la superficie del suelo.

Uso de rotación de cultivos.

Los beneficios de la agricultura de conservación incluyen características agroambientales. La pérdida de nutrientes puede ser minimizada por medio del uso apropiado de cultivos de cobertura de raíces profundas, que reciclan los nutrientes lixiviados de la capa superior del suelo, el manejo de la humedad y una mejor recolección, almacenamiento y aplicación de los residuos de los cultivos, del ganado y de las viviendas (residuos de la alimentación). Los nutrientes que son cosechados y removidos pueden ser reemplazados por medio de la fijación simbiótica del nitrógeno, la materia orgánica o el uso complementario de fertilizantes y suplementos alimenticios. (Jump, 2013)

La agricultura de conservación requiere de la aplicación de secuencias sistemáticas de cultivos intercalados. Su aplicación, además de mejorar y estabilizar los rendimientos en entornos de riesgo, reduce los costos de producción, incluyendo el costo de la mano de obra y de la tracción animal, debido a la reducción o eliminación de la labranza y, una vez establecida, de la necesidad de deshierba. (Dixon, 2016)

El manejo de los cultivos mediante las prácticas de conservación conlleva una mejora de los ecosistemas agrarios presentando claros beneficios tanto para el suelo como para el aire y el agua.

#### **2.9.5. Principales beneficios medioambientales de la Agricultura de Conservación (AC).**

- |               |   |
|---------------|---|
| Para el suelo | Reducción de la erosión                       |
|               | Incremento del contenido de materia orgánica. |
|               | Mejora de la estructura y porosidad.          |
|               | Mayor biodiversidad.                          |

	Incremento de la fertilidad natural del suelo.
Para el aire	Fijación de carbono. Menor emisión de CO <sub>2</sub> a la atmósfera.
Para el agua	Reducción de la escorrentía. Mejora de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Incremento de la capacidad de retención de agua.

#### **2.9.6. No remover el suelo con labranza**

Se denomina también no laboreo, ya que se trata de realizar la siembra directamente sobre los restos de cultivo del año anterior sin realizar ninguna labor previa. Esta técnica es la que más se ajusta al concepto de laboreo de conservación, ya que la única alteración que se produce en el suelo es la ocasionada por la sembradora. (Gonzalez, 2015)

La agricultura de conservación, especialmente la labranza cero (siembra directa), ha demostrado que proporciona una producción sostenible en muchos ambientes agrícolas, virtualmente en todo el mundo. Las condiciones de la producción agrícola y la intensidad de la misma varían desde húmedas a áridas y desde huertas familiares a grandes empresas ganaderas. Todas emplean y adaptan principios muy similares, pero con variedad de máquinas, métodos y economía (Baker C, 2010)

La agricultura de conservación abarca cualquier técnica que reduzca, cambie o elimine el laboreo y evite la quema de rastrojos para mantener suficientes residuos en la superficie a lo largo de todo el año. Como consecuencia, el suelo es protegido de la erosión, de la lluvia y de la escorrentía de las aguas. Los agregados del suelo, la materia orgánica y el nivel de fertilidad se incrementan, disminuye la contaminación de las aguas superficiales, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y aumenta la biodiversidad. (Gonzalez, 2015)



### **2.9.7. Rotación de cultivos**

La rotación de cultivos consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas distintas en un mismo campo a través del tiempo. La rotación de cultivos es una práctica de manejo que busca maximizar la productividad por unidad de superficie, optimizando el uso de los recursos. Se puede sembrar el primer año maíz, el segundo año fréjol, el tercer año papa. (INIAP, 2010)

#### **Ventajas**

Se reduce la incidencia de plagas y enfermedades, al interrumpir sus ciclos de vida.

Se puede mantener un control de malezas, mediante el uso de especies de cultivo asfixiantes, cultivos de cobertura, que se utilizan como abono verde.

Proporciona una distribución más adecuada de nutrientes en el perfil del suelo.

Permite balancear la producción de residuos: se pueden alternar cultivos que producen escasos residuos con otros que generan gran cantidad de ellos.

Mejora la rentabilidad del cultivo al mejorar los rendimientos y reducir los costos relacionados a la fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades.

Reduce las necesidades de labranza, el uso de maquinaria y evita problemas de compactación del suelo.

### **2.9.8. Manejo de residuos de cosechas**

Esta práctica no es compatible con la quema de los rastrojos. Cuando se use cobertura vegetal muerta o mantillo, el suelo debe cubrirse tanto tiempo como sea posible. Consiste en la incorporación de residuos de cosecha, antes de la siguiente siembra con la finalidad de mantener y/o aumentar el contenido de materia orgánica (MO), incrementar la actividad micro y macro biológica del suelo, evitar la pérdida de nutrientes, así como mejorar la estructura y capacidad de retención de humedad del suelo. (CIMMYT, 2013)

### **2.9.9. Erosión y degradación del suelo**

El arado moderno es uno de las principales causantes de la degradación de los suelos. El laboreo del suelo con arado de discos o de vertederas contribuye

significativamente a la erosión, compactación, pérdida de humedad del suelo y aumenta los costos de producción cuando se usa con exceso. La constante remoción destruye la estructura y oxida el carbono orgánico (CO) degradando las características químicas, físicas y biológicas del suelo (FAO, 2015)

### **2.9.10. Fertilización química**

El cultivo de maíz es muy exigente para su crecimiento y desarrollo, requiere de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, calcio y entre otros. Los suelos maiceros de la provincia de Bolívar, debido a su mal uso y manejo, cultivos extensivos, monocultivo, son pobres en su contenido de nitrógeno y fósforo.

La fertilización química se efectúa según las características de la zona de producción. Para una adecuada fertilización es necesario realizar el análisis químico del suelo por lo menos dos meses antes de la siembra. Se recomienda aplicar en suelos de fertilidad intermedia, 80 kg/ha de nitrógeno (N) y 40 kg de fosforo (P205).

Fertilizantes	Favorece	Época de aplicación
Nitrógeno (N)	El arranque del cultivo y crecimiento vegetativo	A la siembra y al aporque.
Fósforo (P)	Da vigor a las raíces.	A la siembra.
Potasio (K)	Fortalece a la planta.	A la siembra y debe aplicarse solo cuando se presenta una deficiencia de este elemento.

### **Nitrógeno (N)**

La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar, así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 Kg de N por ha. Un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas.

### **Fósforo (P)**

Sus dosis dependen igualmente del tipo de suelo presente ya sea roja, amarillo o suelos negros. El fosforo da vigor a las raíces. Su déficit afecta a la fecundación y el gramo no se desarrolla bien.

### **Potasio (K)**

Debe aplicarse en una cantidad superior a 80-100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135-160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas

### **Otros elementos**

Boro (B), magnesio (Mg), azufre (S). Molibdeno (Mo) y cinc (Zn) Son nutrientes que pueden aparecer en forma deficiente o en exceso en la planta. Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella.

### **2.9.11 Control de malezas**

Existe una incidencia notable de plantas no deseadas, también conocidas como malezas o malas hierbas, es uno de los mayores obstáculos a la producción agrícola del mundo. Malezas son aquellas plantas que bajo determinadas condiciones causan daño económico y social al agricultor.

El control de malezas es una parte esencial en la producción de maíz, ya que estas compiten con el cultivo por luz, nutrimentos y agua, lo que reduce el rendimiento y calidad del grano. Además, su presencia dificulta la cosecha mecánica y son hospederos de plagas y enfermedades. Es por ello que para evitar reducciones en el rendimiento se debe mantener al cultivo libre de malezas de 4 a 6 semanas después de la siembra. (INTAGRI, 2013)

#### **Control cultural**

El método cultural se realiza con una buena selección del cultivo, rotación de cultivos y con adecuadas fechas de siembra que favorezcan al cultivo.

### **Control mecánico**

Se realiza generalmente con machete o moto guadaña. Una primera deshierba se puede realizar a los 15 días después de la siembra y otro ente 15 y 25 días. Si se presenta abundante crecimiento de malezas, puede ser necesario realizar una “chapia ligera” cuando el cultivo tenga alrededor de tres meses, para facilitar en lo posterior la cosecha. (Quiroz & Merchán, 2016)

### **Control químico**

El tipo y dosis del herbicida que se utilice dependerá de las poblaciones de malezas presentes y del estado de desarrollo del cultivo. El herbicida Pendimetalin es selectivo para el control de “caminadora”; el 2,4-D Amina, controla malezas de hoja ancha y el “coquito”. El Glifosato es un herbicida sistémico usado para el control de varios tipos de malezas, y es usado en pre-siembra cuando se trata de siembra directa, controlando muy bien las poblaciones de malezas presentes. La Atrazina es el principal herbicida selectivo utilizado en pre-emergencia del cultivo. Una vez realizada la siembra es necesario realizar un control de malezas preemergentes (antes que nazca el cultivo) para lo cual se puede emplear los siguientes productos químicos. (Quiroz & Merchán, 2016)

- Atrazina en dosis de 1 a 1,5 kg/ha
- Glifosato en dosis de 1,5 a 2 l/ha
- Pendimetalim en dosis de 3 l/ha (para el control de semilla caminadora)
- Un control postemergente (30 - 40 días después de la siembra)
- 2,4-D Amina en dosis de 1 a 1,5 l/ha.
- Nicosulfuron Metil 60% en dosis de 0,5 a 0,75 l/ha.

### **2.9.12. Plagas**

#### **Gusano trozador (*Agrotis ípsilon Hunfnaget*)**

Estos gusanos son una plaga secundaria, aunque pueden convertirse en un problema regional durante periodos secos. Los gusanos son de color café oscuro con líneas oscuras a lo largo del cuerpo y salen del suelo desplazándose por la noche para alimentarse trozando la base del tallo, por lo que las aplicaciones para su control se recomiendan hacerla por la tarde. (CESAVEG, 2016)

### **Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Se trata de una plaga muy perjudicial en el cultivo del maíz. Sus gusanos o larvas taladran los cogollos y conforme estos crecen y se abren muestran muy notoriamente sus perfecciones. El gusano mide alrededor de 4cm. Los adultos de esta plaga son lepidópteros o polillas que aparecen con la presencia de los cultivos tiernos de maíz. Depositán los huevos en los cogollos y conforme van penetrando o eclosionando van apareciendo los pequeños gusanitos, los cuales van alimentándose ávidamente de las hojas tiernas obteniéndose con ello un muy rápido crecimiento que les incrementa progresivamente las necesidades de alimentación. (Fabara, 2016)

### **Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*)**

Las larvas y adultos se alimentan de una gran variedad de plantas, incluyendo los vegetales como el maíz dulce, papa y tomate; cultivos tales como maíz de campo de campo, sorgo y caña de azúcar, y cultivos de frutas como plátano, guayaba y naranja. Sin embargo, el maíz dulce y de campo de maíz son muy preferido, y los únicos cultivos que podrían producirse graves daños. (Ecured, 2018)

### **Gorgojo (*Pagocerus forii*)**

Los gorgojos de productos almacenados, como el gorgojo del trigo, del maíz o del arroz, colocan los huevos dentro de los granos de estos cereales para que las larvas se alimenten del tejido nutricional del grano. Como resultado, los granos de cereales afectados por los gorgojos poseen una menor calidad, y en caso de germinar, generan plantas débiles y vulnerables al ataque de otros parásitos. Además de las larvas, los individuos adultos también se alimentan de los granos de cereales, generando unos excrementos similares a un polvillo blanco que recubre los granos y les da un gusto desagradable. (ANTICIMEX, 2018)

### **Control químico**

Es la represión de sus poblaciones o la prevención de su desarrollo mediante el uso de sustancias químicas. Los compuestos químicos que se utilizan en la protección de los cultivos reciben el nombre genérico de Pesticidas o plaguicidas. Estos compuestos, según su efectividad particular contra insectos, ácaros, ratas, caracoles,

o nematodos, reciben los nombres específicos de insecticidas, acariciaos, raticidas o rodenticidas, caracolicidas o molusquicidas, y nematicidas respectivamente. También se incluye a los herbicidas y fungicidas que se utilizan para combatir las malezas y las enfermedades fungosas respectivamente. (Cisneros, 2015)

### **2.10.13 Enfermedades**

#### **Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)**

Es una enfermedad causada por un hongo que es un microorganismo que se puede presentar en cualquier etapa del cultivo. Sus síntomas son tumores o agallas de diversos tamaños en las raíces adventicias o aéreas, cañas, nudos, nervaduras, panoja: sus esporas o “semillas” invernan y se mantienen en residuos del cultivo. Su control esta fundamentalmente en erradicar las plantas enfermas y en utilizar variedades resistentes. (Fabara, 2016)

#### **Tizón foliar (*Helminthosporium maydis*).**

Un síntoma inicial consiste en manchas pequeñas, ligeramente ovales y acuosas que se producen en las hojas y que son reconocibles fácilmente. Estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas alargadas y ahusadas. Las lesiones aparecen primeramente en las hojas más bajas y continúan aumentando de tamaño y en número a medida que se desarrolla la planta, hasta llegar a producir una “quemadura” completa del follaje. (Caicedo & Yanez, 2013)

#### **Tizón foliar (*Helminthosporium turcicum*).**

Uno de los primeros síntomas consiste en la aparición de manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas y que son fácilmente reconocibles. Estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas alargadas y ahusadas, que se manifiestan primeramente en las hojas más bajas y cuyo número aumenta a medida que se desarrolla la planta. Se puede llegar a producir la quemadura total del follaje. El tizón por turcicum (o tizón norteño de la hoja) se encuentra distribuido por todo el mundo y ocurre particularmente en zonas donde hay mucha humedad y temperaturas moderadas durante el periodo de crecimiento. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las

condiciones son óptimas, ésta puede ocasionar daños económicos considerables. (CIMMYT, 2010)

### **Pudrición de mazorca (*Gibberella fujikuroi* y *Fusarium moniliforme*)**

En el maíz, estas dos especies de hongos provocan pudrición de mazorca y de tallo, y tizón en las plántulas. *Gibberella zeae*, el estado sexual del patógeno, es más común en las zonas frías y húmedas. Los primeros signos de la infección son la formación de micelios blancos, que van descendiendo desde la punta de la mazorca y dan una coloración rojiza y rosada a los granos infectados. El hongo produce micotoxinas (conocidas como deoxinivalenol, zearalenona y zearalenol) que son tóxicas para varias especies animales. (CIMMYT, 2010)

La pudrición por *Fusarium moniliforme* es probablemente el patógeno más común de la mazorca de maíz en todo el mundo. A diferencia de *G. zeae*, el daño que causa *F. moniliforme* se manifiesta principalmente en granos individuales o en ciertas áreas de la mazorca. Los granos infectados desarrollan un moho algodonoso o rayas blancas en el pericarpio y germinan estando aún en el olote. Por lo general, las mazorcas invadidas por barrenadores del tallo son infectadas por *F. moniliforme*. El hongo produce micotoxinas conocidas como fumonisinas, que son tóxicas para algunas especies animales. (CIMMYT, 2010)

### **Control químico**

Como su nombre lo indica consiste en el uso de productos sintéticos o químicos, y que se recomienda sólo para los casos en que la enfermedad ha alcanzado mayores niveles de gravedad. Cabe señalar que estos productos, entre los que se encuentran los fungicidas, bactericidas, han evolucionado notablemente haciéndose más específicos para el hongo o bacteria que buscan combatir.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

##### Localización del experimento.

La presente investigación se desarrolló en la Provincia Bolívar, Cantón Guaranda, parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, sitio Laguacoto III Km 1.5 Vía Guaranda – San Simón.

##### Situación geográfica y climática

Altitud	2622msnm
Latitud	01 °36' 52" S
Longitud	78°59'54" W
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media anual	14.4°C
Precipitación media anual	700mm
Heliofanía media anual	900h/1/año
Humedad relativa media anual	70%
Velocidad promedio anual del Viento	6m/s

*Nota.* (Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar. 2020).



## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Material experimental**

Sistemas de producción

Semilla certificada de maíz INIAP 111

### **3.2.2. Factores en estudio**

Cinco sistemas de producción en función de: Rotación, Labranzas y Manejo de rastrojos.

### **3.2.3. Tratamientos**

Para la presente investigación, se considera como un tratamiento a cada una de los sistemas de producción, según el siguiente detalle:

Tratamiento	Rotación	Práctica de labranzas	Manejo de rastrojos
No			
T1	MM: Maíz- Maíz	Convencional	Sin residuos (Testigo absoluto)
T2	MM: Maíz- Maíz	Convencional	Con residuos 100%
T3	MM: Maíz- Maíz	Reducida	Con residuos 100%
T4	MM: Maíz- Maíz	Reducida	Con residuos 50%
T5	MM: Trigo- Maíz	Reducida	Con residuos 50%

### **3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico**

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

### **3.2.5. Manejo del experimento en campo o laboratorio**

#### **Preparación del suelo**

En la Labranza Convencional (LC) (testigo absoluto) el suelo fue preparado 15 días antes de la siembra (dds) con el uso de tractor: un arado de discos a 30 cm de

profundidad, y el surcado. En la Labranza Reducida (LR) 15 días antes de la siembra se aplicó el herbicida Glifosato en dosis de 2,5 l/ha y luego se realizó únicamente el surcado a 10 cm de profundidad en forma manual con azadones.

### **Siembra y tape**

Para el maíz variedad INIAP 111, se utilizó azadones para realizar los surcos y poner tres semillas por cada sitio a una distancia de 0,90 m entre surcos y 0,50 m entre plantas. Se tapó las semillas con azadones a una profundidad aproximada de 10 cm, se hizo el raleo a los 30 dds, dejando dos plantas/sitio.

### **Manejo de rastrojos**

El rastrojo o restos vegetales del maíz y trigo de acuerdo a los tratamientos, con residuos se dejó el 100%. Para rastrojo parcial, se mantuvo al menos el 50%, ya que los productores utilizan parte del rastrojo (Calcha) para los animales (bovinos). Para el caso del trigo, no se removió el rastrojo.

### **Rotación de los cultivos**

El sistema representativo de los agricultores es: Maíz – Maíz. Sin embargo, otro dominio de productores la rotación es Maíz – Trigo.

### **Fertilización**

Como fertilización inicial para el maíz, se aplicó una mezcla de un saco de 100 kg de 18-46-00 y 50 kg de Sulpomag por hectárea. Se tapó con una capa de suelo para que no se encuentre en contacto directo con la semilla. Como fuente de nitrógeno se aplicó 150 kg de úrea/ha y 50 kg de muriato de potasio/ha.

### **Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual de cada subparcela neta cuando el grano presento madurez comercial para su posterior peso y desgrane de la mazorca.

### **Desgrane**

Se efectuó de forma manual teniendo cuidado de desgranar el grano sano y el grano podrido por separado.

## **Secado**

Luego del clasificado, pesado, desgrane de las muestras de las diez mazorcas tomadas al azar de las subparcelas, y del resto de mazorcas del ensayo, se efectuó el secado al sol hasta cuando el grano tuvo un 13% de humedad.

## **Clasificado**

Una vez seco el maíz, se procedió a clasificar en una máquina clasificadora de zarandas, con tres categorías de grano: mayor a 12 mm, entre 12 y 10 mm, y menor a 10 mm en la planta de semillas de la Universidad Estatal de Bolívar.

## **Almacenamiento**

Los materiales cosechados se almacenaron en un lugar fresco y seco, libres de plagas y enfermedades y con humedad en el grano de hasta un 13%.

### **3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)**

#### **Porcentaje de emergencia de plántulas en el campo (PE)**

Variable que se determinó en cada parcela, en un período de tiempo comprendido entre los 15 y 21 días después de la siembra (dds), para lo cual se contó el número total de plántulas emergidas y posteriormente se lo expresó en porcentaje de acuerdo al número de semillas utilizadas para la siembra en cada una de las parcelas.

#### **Número de plantas por parcela (NPP)**

Para determinar esta variable, se contó el número total de plantas establecidas de cada parcela total en el momento de la cosecha en choclo y seco.

#### **Días a la cosecha en choclo (DCC)**

Se cuantificó el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas de la parcela total presentaron el choclo con granos en estado lechoso, en madurez comercial.

### **Diámetro del tallo (DT)**

Una vez que las plantas presentaron madurez fisiológica, antes de la cosecha en seco, se midió el DT con la ayuda de un calibrador de Vernier en cm, en la parte media del tallo en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta.

### **Altura de la planta (AP)**

La AP se midió con un flexómetro en centímetros desde la corona hasta la inflorescencia masculina en una muestra al azar de 10 plantas de cada subparcela neta en el momento de la cosecha en seco.

### **Altura de inserción de la mazorca (AIM)**

Se evaluó con la ayuda de un flexómetro en cm, en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta, desde la base de la planta sobre la corona, hasta el nudo en donde se encuentra la inserción de la mazorca superior o principal.

### **Número de plantas con mazorca (NPCM)**

En la parcela total, una vez alcanzada la madurez fisiológica y previa la cosecha en seco, se contó el número de plantas que presentan mazorcas formadas y con llenado de grano, el resultado se lo expresó en porcentaje en relación al número total de plantas por parcela

### **Número de plantas sin mazorca (NPSM)**

Este componente agronómico se registró cuando el cultivo presentó madurez fisiológica y previa a la cosecha en seco, para lo cual se contó el número de plantas sin mazorcas y el resultado se lo expresó en porcentaje de acuerdo al total de plantas por parcela.

### **Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM)**

Se registró en la cosecha contabilizando el número de plantas que presentaron dos mazorcas y el resultado se expresó en porcentaje.

### **Cobertura de la mazorca (CM)**

Este descriptor cualitativo, se calificó cuando las mazorcas se encontraron completamente desarrolladas y se clasificó de acuerdo a la escala de 1 al 5 del CIMMYT. 1986:

1= Excelente

2= Regular

3= Punta expuesta

4= Grano expuesto

5= Completamente inaceptable

La cobertura excelente significa que las brácteas cubren la punta de la mazorca muy estrechamente y se extienden más allá de ellas y la cobertura inaceptable se presenta en mazorcas con la punta completamente expuesta. (CIMMYT, 1986)

### **Días a la cosecha en seco (DCS)**

Se registró numéricamente los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas presentaron mazorcas con granos en estado de madurez fisiológica (base del embrión color café oscuro) para su cosecha en seco.

### **Diámetro de la mazorca (DM)**

Se cosecharon 10 mazorcas al azar de cada tratamiento en su parcela neta, y con la ayuda de un calibrador de Vernier en cm, se procedió a realizar la respectiva medición en la parte media de la mazorca, en el momento de la cosecha en seco.

### **Longitud de la mazorca (LM)**

En 10 mazorcas cosechadas al azar de cada parcela neta, con la ayuda de un flexómetro, se midió desde la base hasta el ápice de las mismas, expresando su resultado en cm.

### **Peso de campo por parcela (PCP)**

Se realizó pesando el total de mazorcas cosechadas en estado de madurez fisiológica de cada una de las parcelas totales por tratamiento, y su resultado fue expresado en Kg/parcela. Este dato se empleó para el cálculo del rendimiento en Kg/ha.

### **Desgrane (D)**

Del total de mazorcas cosechadas, se seleccionó y se tomó 10 mazorcas representativas de la población en cada parcela total, se tomó el peso inicial (P1) de las mazorcas; luego se procedió a desgranar y pesar únicamente el grano sano (P2) de las 10 mazorcas, empleando una balanza digital, con estos datos se aplicó la fórmula para cálculo de Desgrane y se expresó en porcentaje;

$$D = \frac{P2}{P1} \times 100$$

Dónde:

D= Desgrane

P1= Peso de las 10 mazorcas (g)

P2 = Peso del grano sano correspondiente a las 10 mazorcas (g)

### **Porcentaje de humedad del grano (PHG)**

Se empleó el grano utilizado para la determinación del porcentaje de Desgrane, de cada unidad experimental luego de la cosecha y se evaluó el contenido de humedad con un determinador de humedad portátil, y su resultado fue expresando en porcentaje.

### **Rendimiento en kg/ha (RH)**

El rendimiento de maíz en kg/ha al 13% de humedad, se estimó utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \left( \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{ANC/1} * \frac{100-HC}{100-HE} \right) * C$$

Dónde:

R = Rendimiento de maíz en kg/ha al 13% de humedad

PCP = Peso de Campo por Parcela en kg

ANC = Área Neta Cosechada en m<sup>2</sup>

HC = Humedad de Cosecha en %

HE = Humedad Estándar 13%

D = Desgrane de mazorcas

### 3.2.7. Análisis de datos

Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

Fuentes De Variación	Grados De Libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	$\int^2 e + 5\int^2 \text{bloques}$
Tratamientos (t-1)	4	$\int^2 e + 3 \Theta^2 t$
Error Experimental (t-1) (r-1)	8	$\int^2 e$
Total (txr)-1	14	

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos.
- Análisis de Correlación y Regresión lineal.
- Análisis de la relación beneficio-costos B/C.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Variables agronómicas del maíz

**Tabla 1**

*Resultados estadísticos y prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de tratamientos en las variables: Porcentaje de Emergencia (PE); Número de plantas por parcela (NPP); Días a la cosecha en choclo (DCCH); Diámetro de tallo (DT); Altura de la planta (AP); Altura de inserción de la mazorca (AIM); Número de plantas con mazorca (NPCM); Número de plantas sin mazorca (NPSM); Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM); Cobertura de la mazorca (CM); Días a la cosecha en seco (DCS); Diámetro de la mazorca (DM); Longitud de la mazorca (LM); Peso de campo por parcela (PCP); Desgrane (D); Porcentaje de humedad del grano (PHG); Rendimiento en kg/ha (RH). Laguacoto III 2022.*

Variables	Tratamiento					MG	CV%
	T1	T2	T3	T4	T5		
PE (*)	75,60 A	80.61 A	60,13 B	84,09 A	74,94 A	75,07 %	4,76
NPP (NS)	138 A	135 A	130 A	148 A	147 A	139 Plantas	12,18
DCCH (NS)	178 A	179 A	180 A	178 A	176 A	178 Días	0
DT (NS)	2,14 A	2,31 A	2,32 A	2,41 A	2,42 A	2,32 cm	6,57
AP (NS)	2,89 A	3,02 A	2,87 A	2,97 A	3,08 A	2,97 m	5,85
AIM (*)	1,60 AB	1,68 AB	1,50 B	1,63 AB	1,77 A	1,64 m	5,93
NPCM (NS)	84 A	77 A	82 A	80 A	80 A	81 Plantas	7,24
NPSM (NS)	18 A	21 A	17 A	15 A	13 A	17 Plantas	48,56
PPCDM(NS)	1,0 A	1,0 A	2,33 A	2,67 A	1,0 A	1,60 %	70,34
CM (NS)	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 Escala	0
DCS (NS)	269 A	266 A	267 A	267 A	266 A	267 Días	0,73
DM (NS)	5,28	5,24	5,39	5,28	5,12	5,26	2,99



	A	A	A	A	A	cm	
LM (NS)	16,54	17,45	15,30	16,39	17,23	16,58	6,52
	A	A	A	A	A	cm	
PCP (NS)	46,83	37,87	37,79	42,64	38,23	40,67	17,4
	A	A	A	A	A	kg/parcela	
D (*)	0,78 A	0,72	0,69	0,67 B	0,69	0,71	5,49
		AB	AB		AB	%	
PHG (NS)	36,93	34,27	35,80	35,23	33,47	35,14	5,35
	A	A	A	A	A	%	
RH (NS)	3678,2	2850,5	2665,1	2990,4	2798,4	2996,5	17,17
	A	A	A	A	A	Kg/ha	

*Nota.* Promedios con distintas letras son estadísticamente diferentes al 5%, NS= No significativo, \*=significativo al 5%, fuente: Investigación de campo 2022

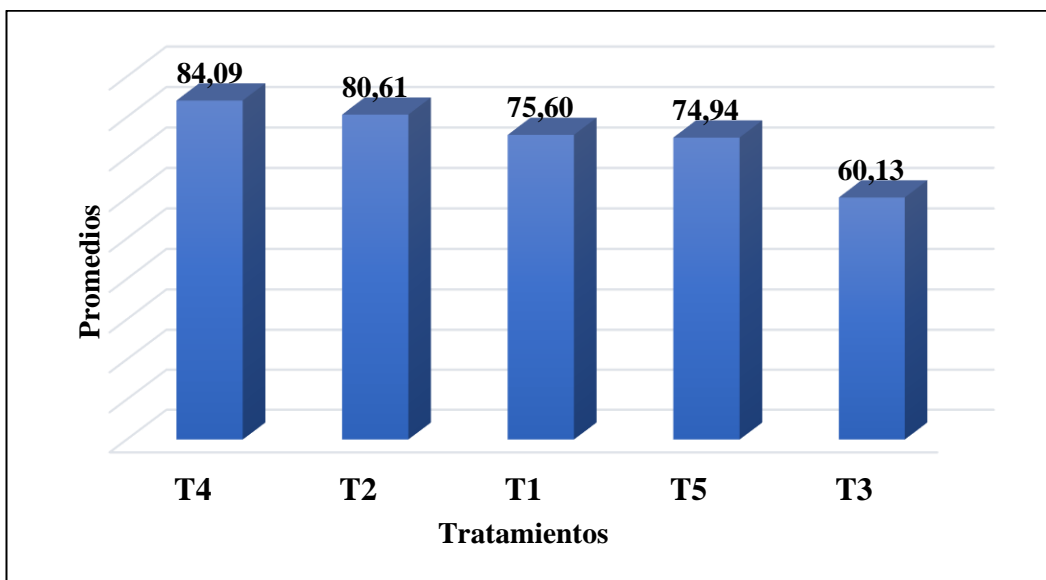
### **Variables agronómicas cultivo de maíz INIAP-111**

La eficiencia productiva y económica de cinco tipos de sistemas de producción para maíz con enfoque de agricultura de conservación fue similar (NS) en relación a las variables: Número de plantas por parcela, Días a la cosecha en choclo, Diámetro de tallo, Altura de planta, Número de plantas con mazorca, Número de plantas sin mazorca, Porcentaje de plantas con dos mazorcas, Cobertura de la mazorca, Días a la cosecha en seco, Diámetro de la mazorca, Longitud de la mazorca, Peso de campo por parcela, Porcentaje de humedad del grano, Rendimiento en kg/ha. Estos resultados permiten inferir que el tipo de labranza y los residuos vegetales, no influyeron en los valores promedios de los componentes agronómicos del maíz INIAP-111 debido a que estos componentes son atributos varietales que dependen de su interacción genotipo ambiente y especialmente de las condiciones ambientales predominantes (Tabla 1).

Las variables: Porcentaje de emergencia, Altura Inserción de la mazorca y desgrane fueron diferentes (\*) es decir presentaron deferencias significativas. Deduciendo que en estos componentes agronómicos si influyo el tipo de labranza y el manejo de los residuos (Tabla N° 1).

### Figura 1

Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, porcentaje de emergencia (PE). Lagucoto III 2022.

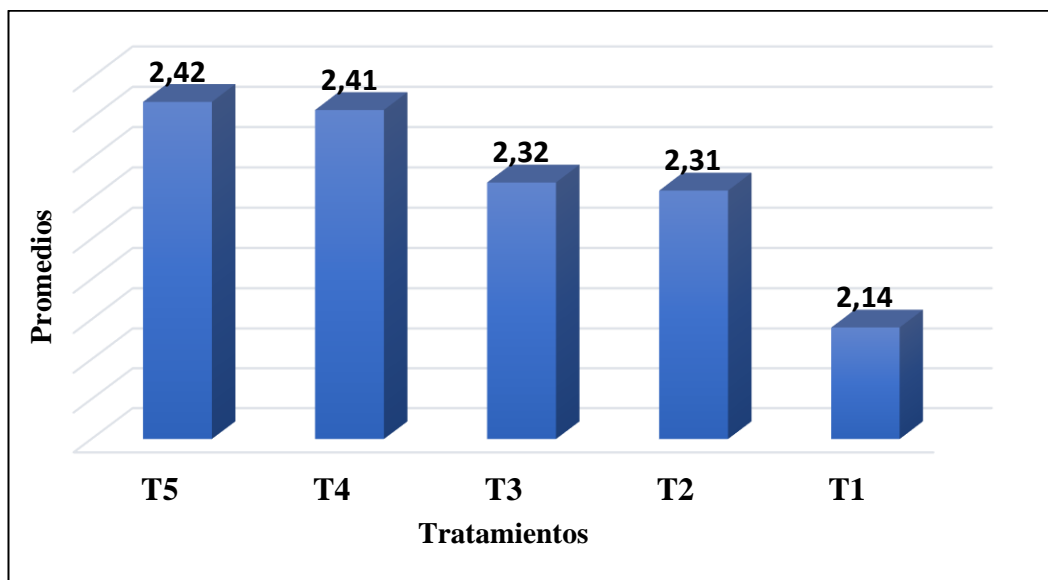


La variable porcentaje de emergencia, obtuvo una media general de 75,07 % y un coeficiente de variación de 4,76 %, demostrando que el tratamiento: T4 (labranza reducida + 50 % de residuos) registra el mayor porcentaje de emergencia con 84,09 % mientras que el T3 (labranza reducida + 100% de residuos) obtiene el menor porcentaje de emergencia con el 60,13% (Tabla N°1 y figura N°1). El porcentaje de emergencia es una característica varietal que depende de su interacción con el ambiente y está relacionada directamente con la germinación y el vigor de la semilla.

Sin embargo (Vargas, 2000) menciona que la germinación de las semillas está controlada por las condiciones internas de la misma y por las condiciones ambientales en el suelo. Los factores ambientales que afectan la germinación de semillas en el campo son: temperatura, contenido de humedad, lluvia, concentración de oxígeno y dióxido de carbono, luz, etileno, e inhibidores volátiles de la germinación.

## Figura 2

Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, diámetro de tallo (DT). Laguacoto III 2022.



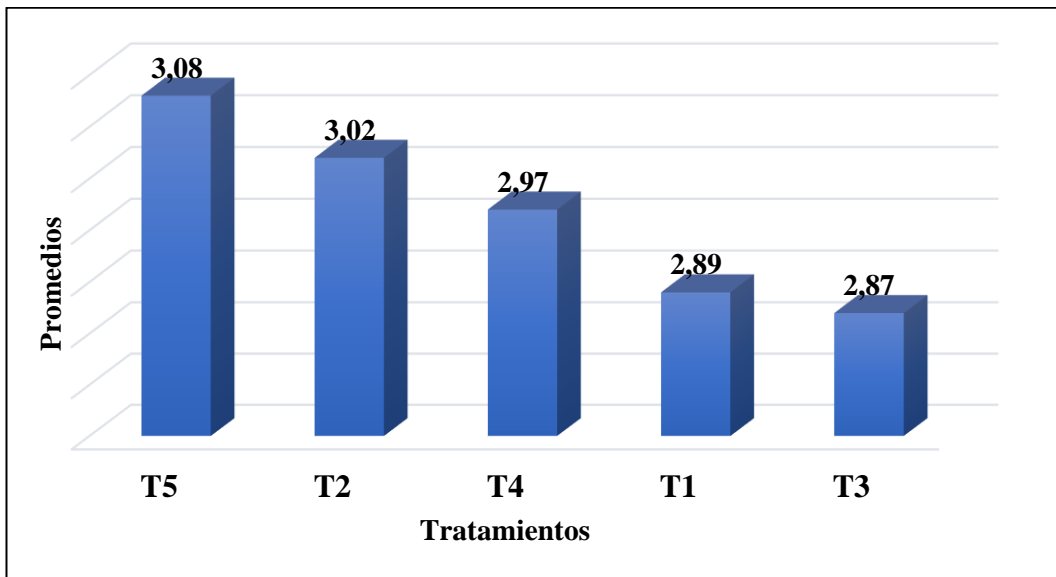
El diámetro de tallo registró una media general de 2,32 cm y un coeficiente de variación de 6,57 % demostrando que los tratamientos: T5 y T4 (labranza reducida + 50 % de residuos) numéricamente registraron el mayor promedio de diámetro de tallo con 2,42 y 2,41cm mientras que el T1 (labranza convencional sin residuos) registró el menor promedio de diámetro de tallo con 2,14 cm (Tabla N°1 y figura N° 2).

El componente agronómico DT es un carácter varietal que depende de factores como: la disponibilidad de nutrientes del suelo, condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio, manejo de componentes agrícolas y las características propias de la variedad.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que, al acumular materia orgánica superficialmente a través de la conservación de residuos de cosechas, se estaría generando condiciones favorables que se traducen en un mejor vigor de las plantas de maíz.

**Figura N° 3**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, altura de planta (AP). Laguacoto III 2022.*



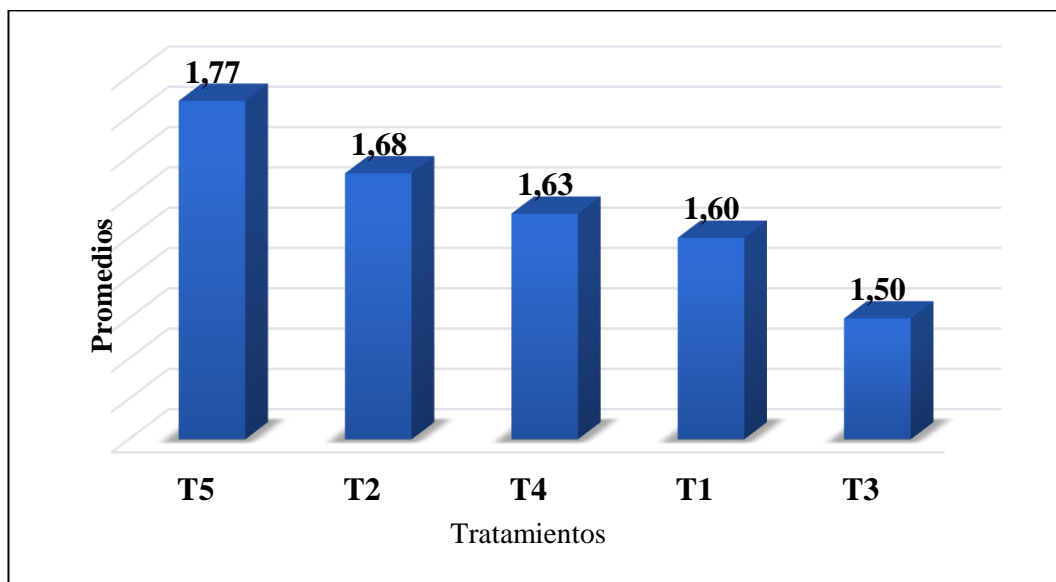
Altura de planta registró una media general de 2,97 m y un coeficiente de variación de 5,85 % (Tabla N° 1).

No se determinaron diferencias estadísticas significativas entre los promedios de la variable altura de planta (AP), pero si se registró diferencias numéricas entre los promedios de los tratamientos en estudio, destacando el T5 (labranza reducida + 50 % de residuos) con el mayor promedio de 3,08 m de altura mientras que el T3 (labranza reducida + 100 % de residuos) obtuvo el menor promedio de 2,87 m de altura (Figura N° 3).

Los resultados permiten deducir que el manejo del rastrojo, mejora las condiciones del suelo, creando un ambiente favorable para el desarrollo de las plantas, conserva la humedad para que la planta aproveche el agua disponible por períodos más largos; y quizás estos al descomponerse brindan nutrientes extras a las plantas.

**Figura N° 4**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, altura inserción de la mazorca (AIM). Laguacoto III 2022.*

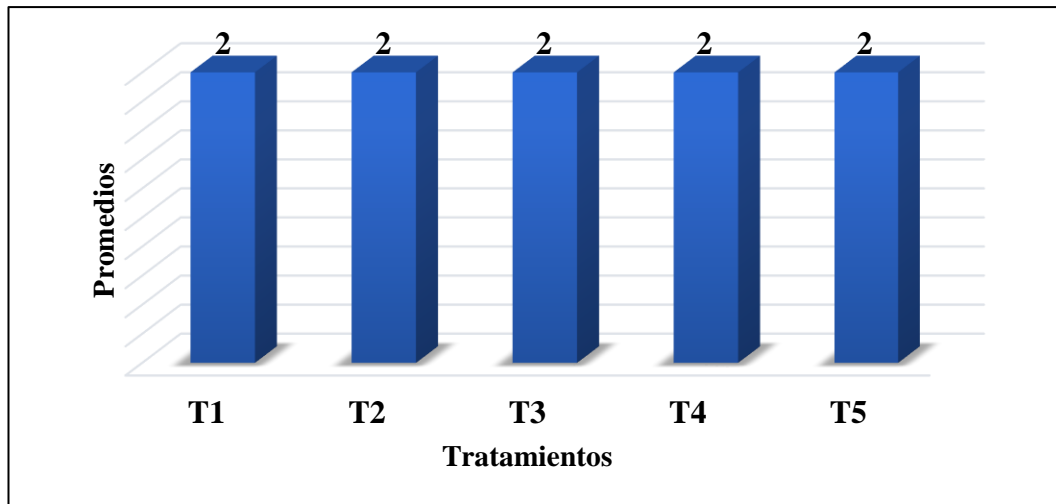


La variable altura inserción de la mazorca registró una media general de 1,64 m y un coeficiente de variación de 5,93 % indicando que el tratamiento: T5 (labranza reducida + 50 % de residuos) numéricamente registró el mayor promedio de altura inserción de la mazorca con 1,77 m, mientras que el T3 (labranza reducida + 100 % de residuos) registró el menor promedio de 1,50 m de altura inserción de la mazorca (Tabla N° 1 y figura N° 4).

El componente agronómico AIM es una característica varietal que depende de su interacción con el ambiente, la nutrición, el manejo de sanidad, y para el presente estudio se puede anotar un mayor desarrollo en las plantas que conservaron un alto porcentaje de residuos (Mo) en sus sitios de siembra, lo cual evita la evaporación del agua y dinamiza la actividad biológica para la posible mineralización de los elementos presentes. Este componente fenotípico de la planta al ser de menor altura puede facilitar la cosecha de las mazorcas y por el contrario cuando se presenta muy elevado podría dificultar su retiro de la planta y elevar costos de producción.

### Figura N° 5

Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, cobertura de mazorca (CM). Laguacoto III 2022.



La CM, se evaluó mediante la Escala propuesta por el CIMMYT, 1986, cuyo descriptor cualitativo tiene una escala que va de 1 a 5. Que corresponde a 1= Excelente, 2= Regular, 3= Punta expuesta, 4= Grano expuesto, 5= Completamente inaceptable.

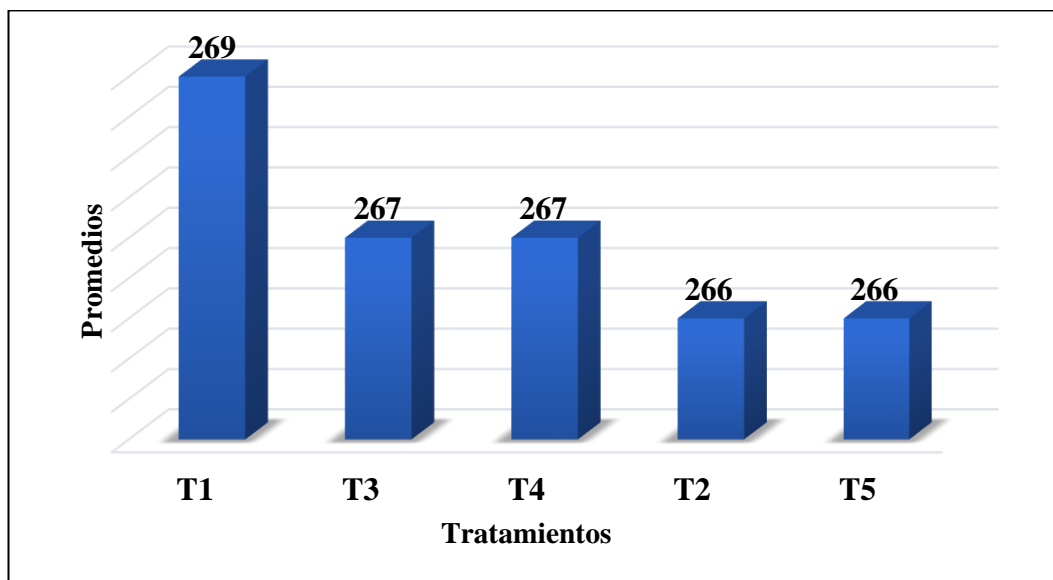
En esta investigación se registró una cobertura de mazorca regular en cada uno de los tratamientos en estudio, deduciendo que este componente agronómico es un carácter varietal, y puede estar influenciado por la disponibilidad de nutrientes en el momento de la formación y llenado del grano.

Sim embargo (Córdoba,2019) menciona que la cobertura de mazorca es un carácter de importancia económica que influye grandemente en las pérdidas posproducción y postcosecha, y en el deterioro de campo ocasionado por insectos y enfermedades fungosas, en áreas de alta precipitación pluvial donde el agricultor deja su cultivo en el campo por periodos prolongados.

Los resultados en esta ocasión, expresa más la respuesta genética de la variedad INIAP-111 que el efecto de los tratamientos, debido a notar que la labranza, la rotación y la conservación de residuos, no alteran la condición intrínseca de la planta.

**Figura N° 6**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, días de la cosecha en seco (DCS). Laguacoto III 2022.*



Días a la cosecha en seco registró una media general de 267 días y un coeficiente de variación de 0,73 % (Tabla N° 1).

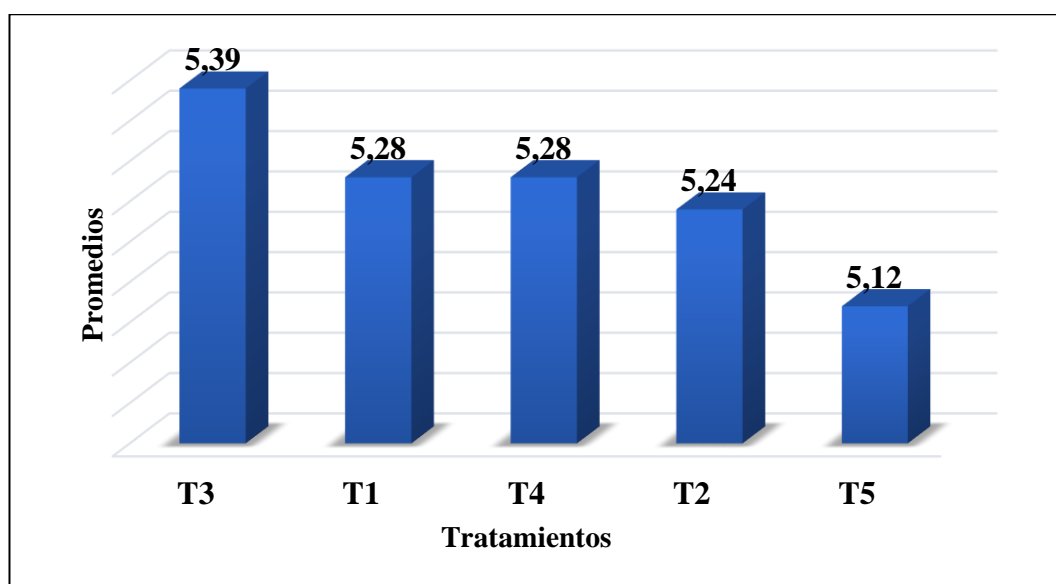
No se determinaron diferencias estadísticas en la variable Días a la cosecha en seco (DCS), pero si se registró diferencias numéricas entre los promedios de los tratamientos en estudio, destacando como los más precoces: T5 (labranza reducida + 50 % de residuos), T2 (labranza convencional + 100 % de residuos) con 266 días, T4 (labranza reducida + 50 % de residuos) y T3 (labranza reducida + 100% de residuos) con 267 días, mientras que el T1 ( labranza convencional sin residuos) fue el más tardío con 269 días (Figura N° 6).

La duración de cada una de las etapas del ciclo ontogénico del maíz presenta gran variabilidad en función del genotipo y el ambiente. La temperatura y el fotoperíodo son las variables ambientales que más influyen sobre el desarrollo del cultivo de maíz (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2020).

El incremento de días en el sistema convencional, sin residuos, no se podría atribuir a la interacción de los componentes, sino más bien a una condición propia de variaciones en la fisiología de la planta.

**Figura N° 7**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, diámetro de mazorca (DM). Laguacoto III 2022.*



La variable diámetro de mazorca registró una media general de 5,26 cm y un coeficiente de variación de 2,99 % indicando que el tratamiento: T3 (labranza reducida + 100 % de residuos) numéricamente registró el mayor promedio de diámetro con 5,39 cm, mientras que el T5 (labranza reducida + 50 % de residuos) registró el menor promedio de 5,12 cm de diámetro de mazorca (Tabla N° 1 y figura N° 7).

El DM es un componente varietal que depende de su interacción con el ambiente que está directamente ligado al desarrollo vegetal, pero necesariamente depende de características abióticas como la luz, la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y la identidad genética de la planta (Navas, 2017).

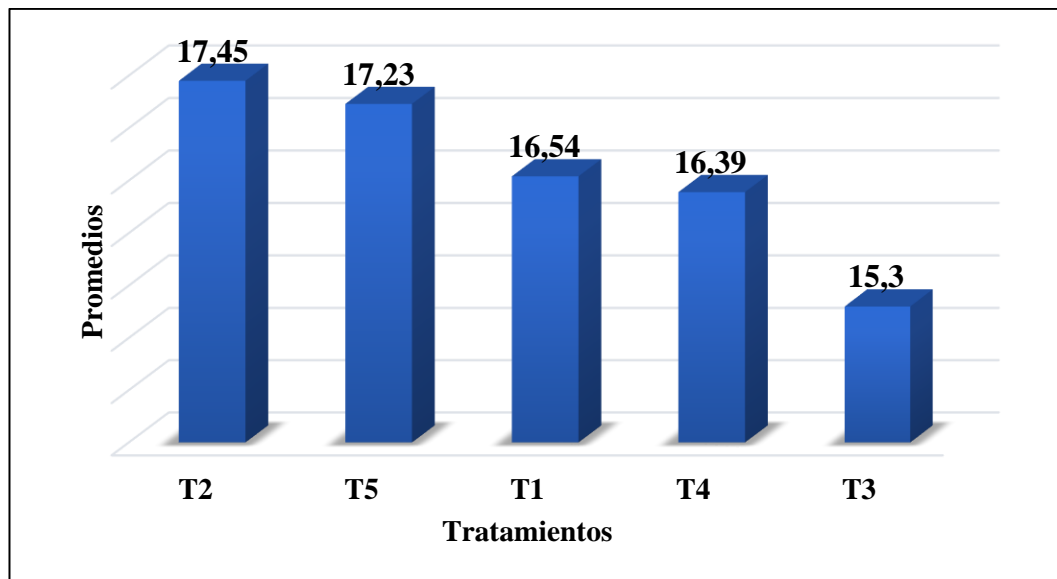
Se puede establecer que la labranza, la rotación de cultivos y el manejo de residuos, si bien puede generar cambios progresivos sobre la condición del suelo, no genera



una respuesta diferencial en componentes del rendimiento como diámetro de las mazorcas; y las diferencias generadas en el estudio son más condiciones del azar.

### Figura N° 8

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, longitud de mazorca (LM). Lagucoto III 2022.*



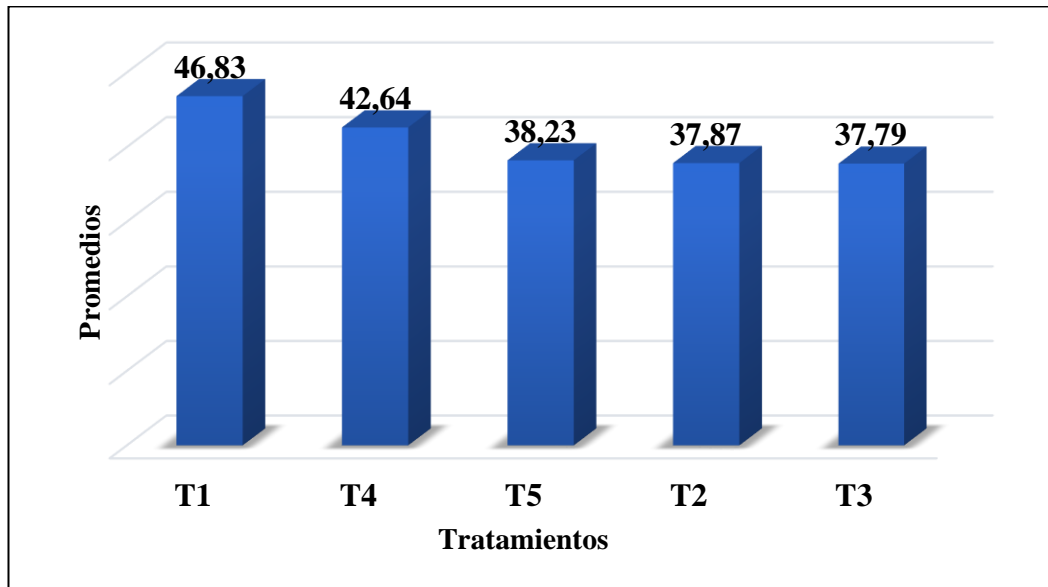
La variable longitud de mazorca registró una media general de 16,58 cm y un coeficiente de variación de 6,52 % indicando que el tratamiento: T2 (labranza convencional + 100 % de residuos) y T5 (labranza reducida + 50 % de residuos) numéricamente registraron el mayor promedio de longitud de mazorca con 17,45 y 17,23 cm, mientras que el T3 (labranza reducida + 100 % de residuos) registró el menor promedio de 15,3 cm de longitud de mazorca (Tabla N° 1 y figura N° 8).

La longitud de mazorca es un carácter varietal que puede ser influenciado por factores como: La disponibilidad de nutrientes del suelo, condiciones edafoclimáticas, sanidad de la mazorca, presentes en la etapa fisiológica de llenado de grano.

En general el tamaño de la mazorca que se ha obtenido en los diferentes tratamientos, es similar a lo establecido en la ficha técnica del INIAP, tomando en cuenta además que el cultivo estaba expuesto a fuertes vientos y condiciones climáticas adversas.

**Figura N° 9**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, peso de campo por parcela (PCP). Laguacoto III 2022.*



Peso de campo por parcela registró una media general de 40,67 kg/parcela y un coeficiente de variación de 17,4 % (Tabla N° 1).

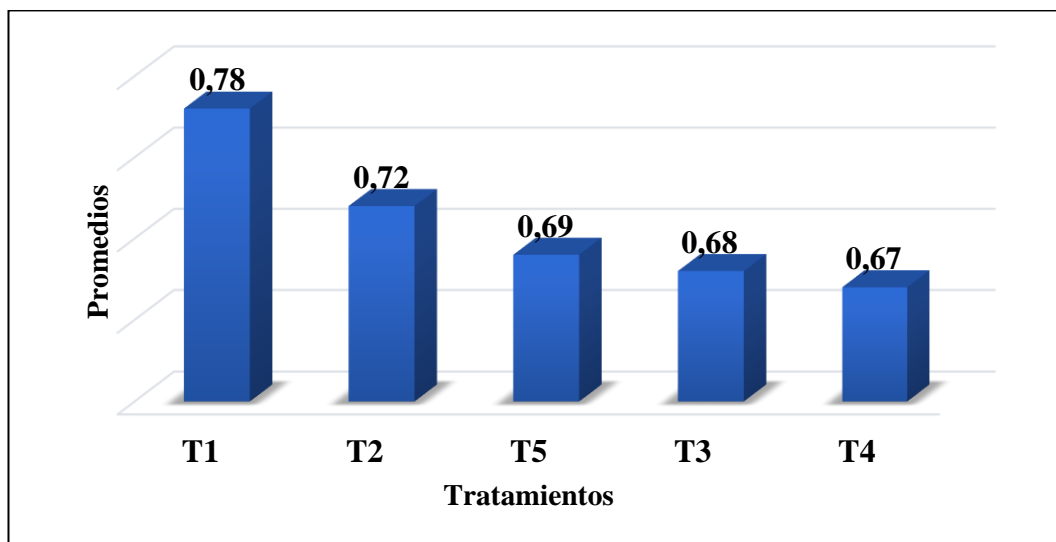
No se determinaron diferencias estadísticas entre los promedios de la variable peso de campo por parcela (PCP), pero si se registró diferencias numéricas entre los promedios de los tratamientos en estudio, registrando al tratamiento T1 (labranza convencional sin residuos) con el mayor peso de campo por parcela, mientras que el tratamiento T3 (labranza reducida + 100 % de residuos) fue el que obtuvo el menor peso de campo por parcela. (Figura N° 9).

El peso está relacionado con la calidad del grano, además de ser una característica varietal que depende de la interacción genotipo ambiente, sin embargo, las condiciones climáticas, edáficas y nutricionales influyen en el rendimiento final, así como también la humedad que es un factor fundamental en el peso del grano.

El sistema convencional, sin lugar a duda puede generar una respuesta positiva a corto plazo, ya que las labores agrícolas se facilitan en un suelo completamente trabajado, sin embargo, es necesario continuar evaluando su sostenibilidad.

**Figura N° 10**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, desgrane (D). Laguacoto III 2022.*



La eficiencia productiva en cuanto a la variable, desgrane (D) registró una media general de 0,71 % de desgrane y un coeficiente de variación de 5,49 % (Tabla N° 1).

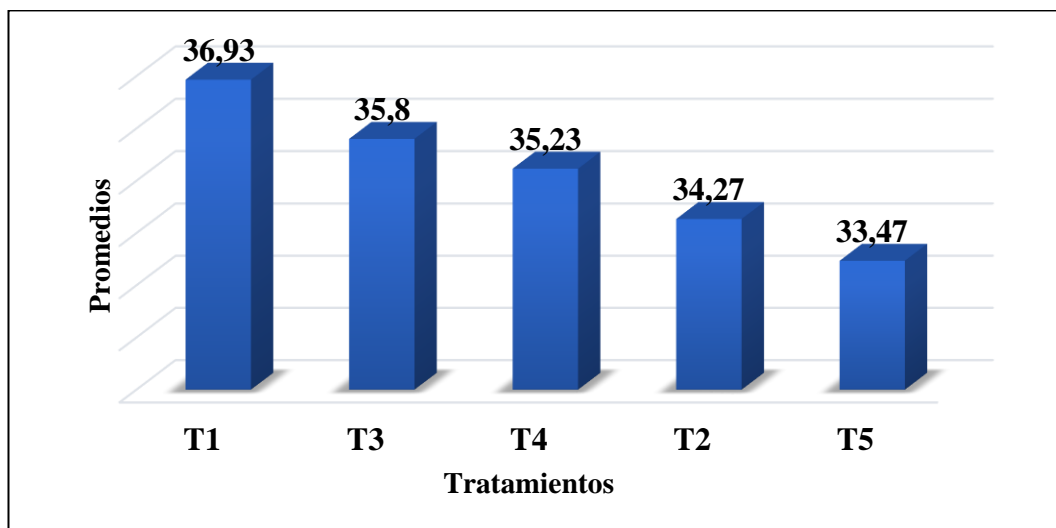
Con la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos de la variable desgrane, el más alto correspondió al Tratamientos: T1 (labranza convencional sin residuos) mientras que el menor porcentaje de desgrane se registró en el tratamiento T4 (labranza reducida + 50 % de residuos) (Figura N° 10).

Estos resultados permiten deducir que los tratamientos en estudio presentan un bajo porcentaje de desgrane. Además, este componente agronómico está relacionado directamente con el estado fisiológico en que es cosechada la mazorca.

Debido a las condiciones climáticas de vientos fuertes, sequía y gran presencia de sólidos en el aire, el proceso de llenado de grano se vio seriamente afectado, sin lograr alcanzar los estándares mínimos de la variedad en esta zona agroecológica.

**Figura N° 11**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, porcentaje de humedad del grano (PHG). Lagucoto III 2022.*

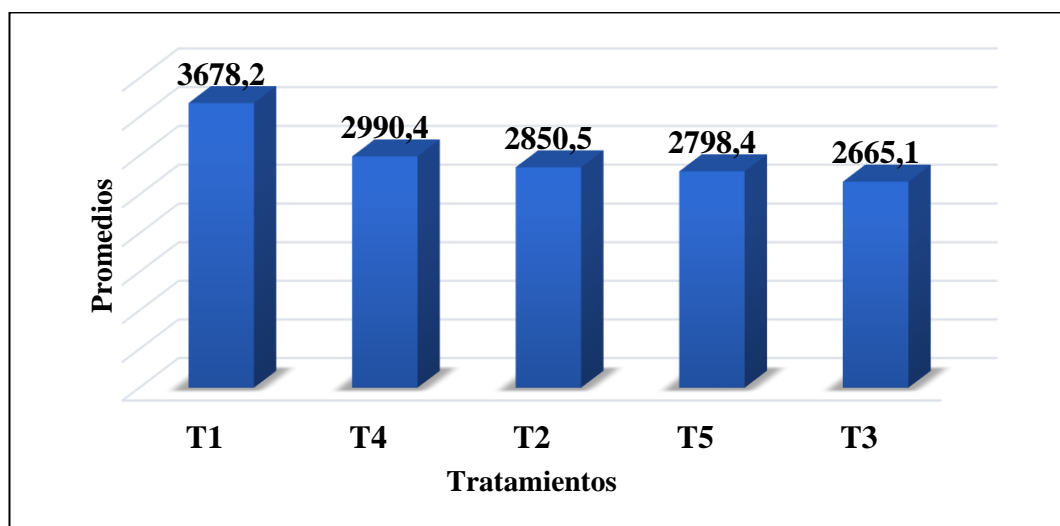


El porcentaje de humedad del grano (PHG) registró una media general de 35,14 % y un coeficiente de variación de 5,35 % indicando que el tratamiento: T1 (labranza convencional sin residuos) numéricamente registra el mayor promedio del porcentaje de humedad con 36,93 % mientras que el tratamiento T5 (labranza reducida + 50 % de residuos) registró el menor promedio de 33,47 % de porcentaje de humedad del grano (Tabla N° 1 y figura N° 11).

La cosecha se puede empezar tan pronto como los granos alcanzan la madurez fisiológica, con una humedad del 30 al 38%. En la madurez fisiológica las semillas desarrollaron completamente su madurez funcional y expresan el máximo potencial de calidad. Se recomienda cosechar en cuanto el grano alcanza su madurez fisiológica. Mientras más tiempo permanezca la semilla en el campo se expondrá a factores indeseables incluyendo la lluvia, insectos, enfermedades, daño de pájaros, temperaturas extremas, entre otros. En definitiva, para su almacenamiento el grano debe estar seco con un 14,5% de humedad limpio (sin partículas extrañas, polvo, grano partido etc.) (Guzmán, 2020).

**Figura N° 12**

*Resultados promedios de cinco tipos de sistemas de producción para maíz variedad INIAP 111 con enfoque de agricultura de conservación en la variable, rendimiento de kg/ha (RH). Laguacoto III 2022.*



El rendimiento en kg/ha (RH) registró una media general de 2996,5 Kg/ha y un coeficiente de variación de 17,17 % indicando que el tratamiento: T1 (labranza convencional sin residuos) numéricamente registra el mayor promedio de rendimiento con 3678,2 kg/ha mientras que el tratamiento T3 (labranza reducida + 100 % de residuos) registró el menor promedio de rendimiento con 2665,1 kg/ha (Tabla 1 y figura 12).

El rendimiento de maíz es un componente de importancia económica para los agricultores de la provincia Bolívar, debido a que es el rubro más cultivado por los mismos, sin embargo, este componente agronómico puede verse afectado principalmente en la fase de floración masculina y femenina, cuando no existe las condiciones adecuadas para que las plantas realicen la polinización y fecundación del polen. Teniendo como resultado mazorcas deformes sin llenado del grano disminuyendo significativamente la producción. Para lograr una productividad óptima del cultivo se necesita trabajar en condiciones ecológicas adecuadas para el crecimiento de las especies, disponer de semillas de alto potencial de rendimiento, preparar bien el suelo, establecer y mantener la densidad de población óptima, disponer de la humedad adecuada en el suelo, proveer a las plantas los nutrientes

que necesitan y protegerlas contra los daños que ocasionan las malezas, insectos y otras plagas que hacen disminuir el rendimiento ( Vinces, 2018).

## 4.2. Análisis de correlación y regresión lineal

**Tabla 2**

*Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes agronómicos) que tuvieron una significancia estadística positiva y negativa en el rendimiento de maíz evaluado en kg/ha al 13% de humedad, Laguacoto III 2022.*

<b>Variables independientes (componentes del rendimiento)</b>	<b>Coefficiente de correlación (r)</b>	<b>Coefficiente de regresión (b)</b>	<b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)</b>
<b>PE</b>	0,5223*	7,745	27,28%
<b>AIM</b>	0,3705*	6,654	13,73%
<b>LM</b>	0,4043*	7,367	16,35%
<b>PCP</b>	0,9629**	0,011	92,72%
<b>D</b>	0,6654**	5,205	44,27%
<b>NPCM</b>	0,5982*	4,782	35,79%
<b>NPSM</b>	-3565	-4,632	12,71%

### 4.2.1. Correlación (r)

La correlación es la estructura de relación positiva y negativa entre dos variables, la misma que no presenta unidades, porque solo pronuncia una relación. El valor máximo de correlación es +/-1. En esta investigación las variables que presentaron una correlación significativa y positiva con el rendimiento en kg/ha al 13% de humedad en el maíz INIAP-111 fueron; Porcentaje de emergencia (PE), Altura inserción de la mazorca (AIM), Longitud de mazorca (LM), Peso de campo por parcela (PCP), Desgrane (D), Número de plantas con mazorca (NPCM), mientras que la variable; Número de plantas sin mazorca (NPSM) presentaron una relación

significativa pero negativa con el rendimiento en kg/ha al 13% humedad en el maíz INIAP-111 (Tabla N° 2).

#### **4.2.1. Regresión (b)**

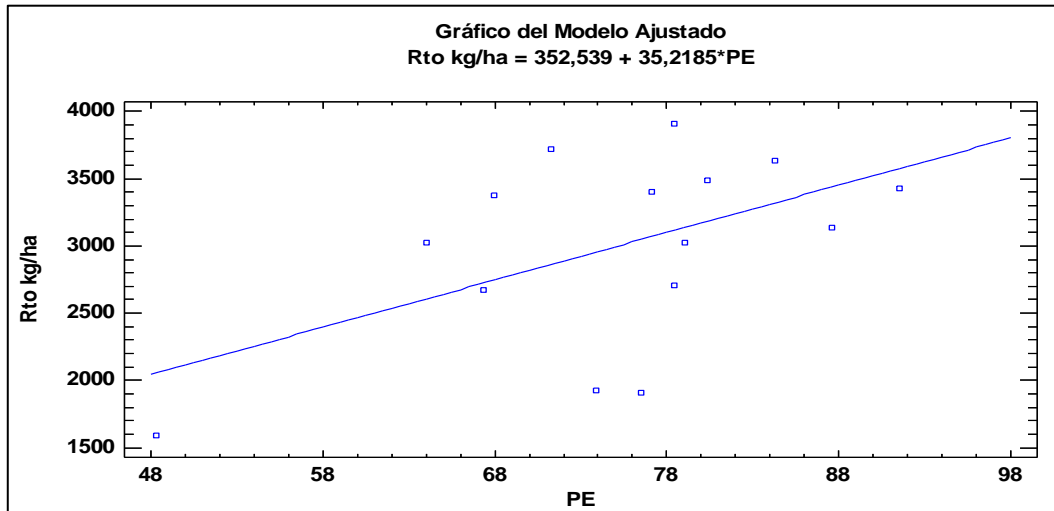
La regresión nos permite observar que por cada cambio único de las variables independientes (Xs) cuanto logramos incrementar o disminuir la variable dependiente (Y) Rendimiento en Kg/ha al 13% de humedad. Para la presente investigación las variables con mayor relación de dependencia para el incremento del rendimiento fueron: Porcentaje de emergencia (PE), Altura inserción de la mazorca (AIM), Longitud de mazorca (LM), Desgrane (D), Número de plantas con mazorca (NPCM). El componente agronómico que redujo el rendimiento de maíz fue; Número de plantas sin mazorca (NPSM) (Tabla N°2).

#### **4.2.3. Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>)**

El coeficiente de determinación, es un estadístico que mide en porcentaje y que nos explica con exactitud en que porcentaje se incrementó o disminuyó el rendimiento en la variable dependiente (Y) por cada cambio único de la variable independiente (Xs) y su valor máximo es de 100%.

### Figura 13

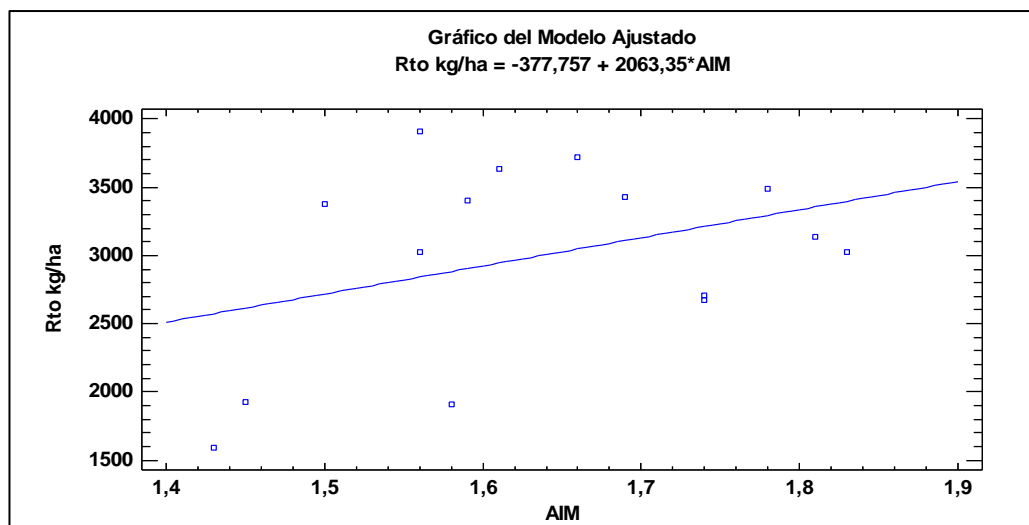
Regresión lineal entre la variable porcentaje de emergencia versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.



En esta investigación el 27,28 % del incremento del rendimiento de maíz, se vio influenciada por los valores promedio más altos del porcentaje de emergencia en el campo (Tabla 2 y figura 13).

### Figura 14

Regresión lineal entre la variable altura inserción de la mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

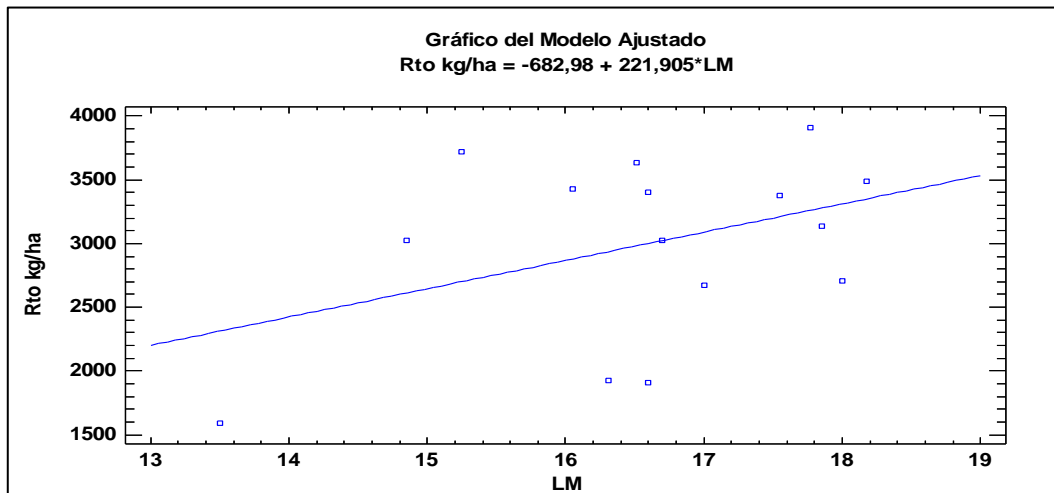




El 13,73 % del incremento del rendimiento de maíz, se debe a los promedios más altos de la altura inserción de la mazorca (Tabla 2 y figura 14).

### Figura 15

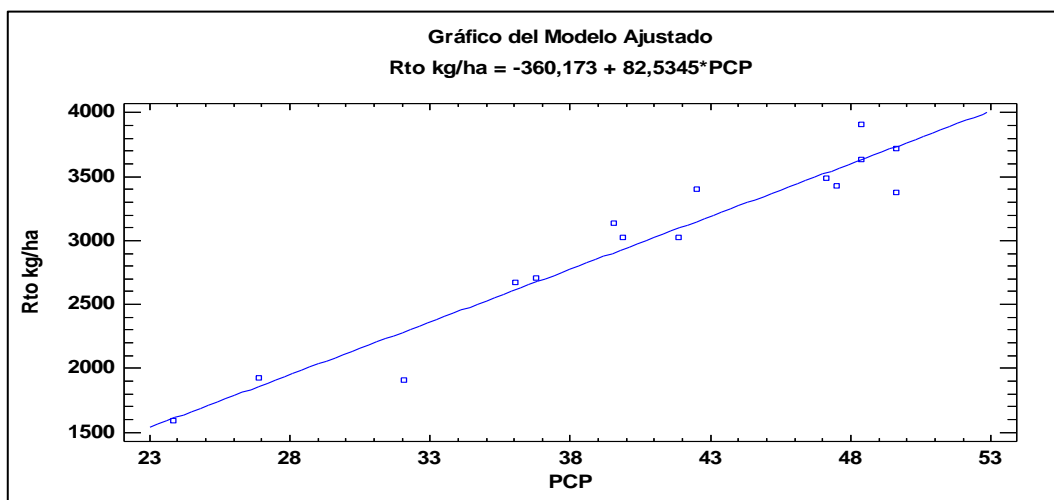
*Regresión lineal entre la variable longitud de la mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.*



El 16,35 % del incremento del rendimiento de maíz, se debe a los promedios más altos de la longitud de la mazorca (Tabla 2 y figura 15).

### Figura 16

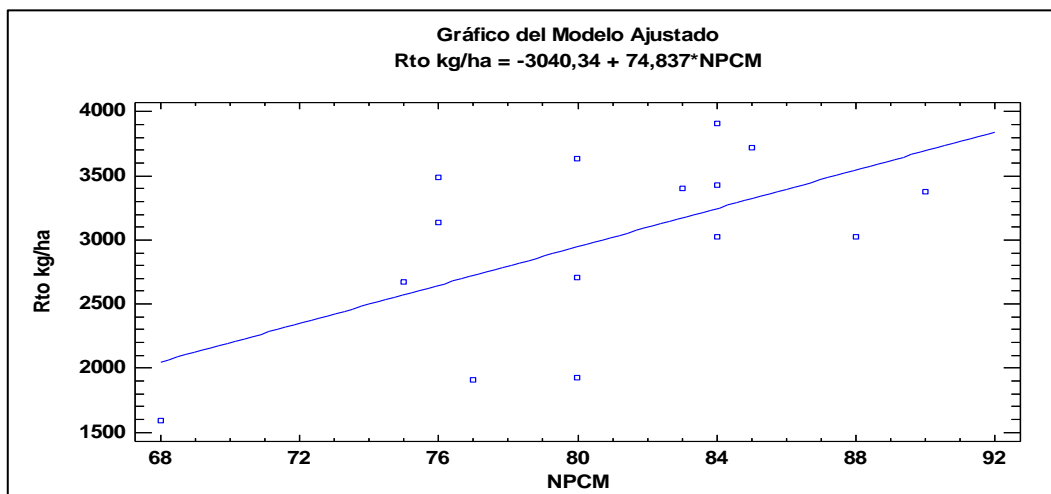
*Regresión lineal entre la variable peso de campo por parcela versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.*



El 92,72 % del incremento del rendimiento de maíz, se debe a los promedios más altos del peso de campo por parcela (Tabla 2 y figura 16).

**Figura 17**

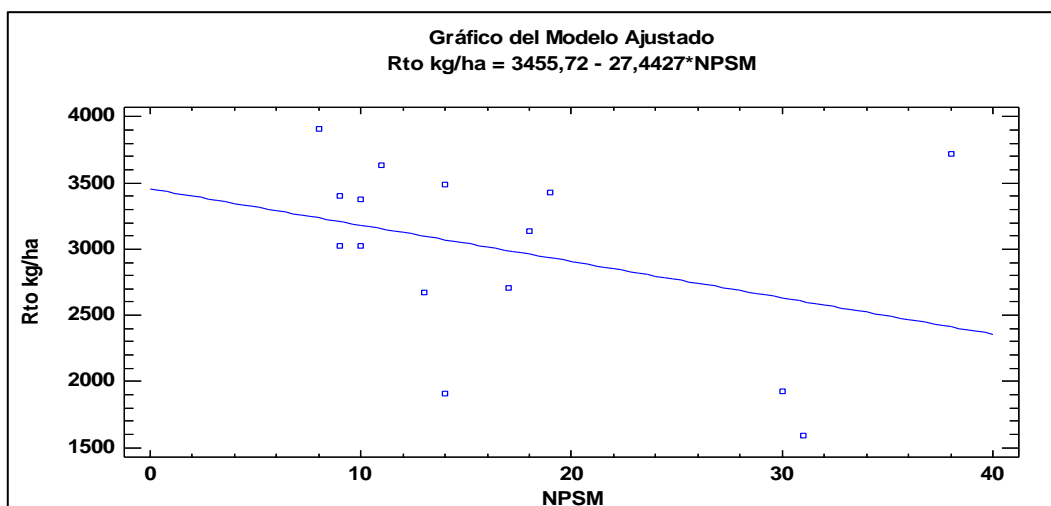
*Regresión lineal entre la variable número de plantas con mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.*



El 35,79 % del incremento del rendimiento de maíz, se debe a los promedios más altos del número de plantas con mazorca (Tabla 2 y figura 17).

**Figura 18**

*Regresión lineal entre la variable número de plantas sin mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.*



El 12,71 % de la reducción del rendimiento de maíz, se debe a los promedios más altos del número de plantas sin mazorca (Tabla 2 y figura 18).

### 4.3. Análisis económico de la relación Beneficio/Costo.

**Tabla 3**

Costo de producción del cultivo de maíz INIAP 111. Laguacoto III 2022.

Actividad	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Costos Variables por tratamiento</b>					
<b>Arriendo del terreno</b>	400	400	400	400	400
<b>Análisis de suelo completo (3 muestras)</b>	87,66	87,66	87,66	87,66	87,66
<b>1. Preparación del suelo</b>					
<b>Glifosato</b>	10	10	10	10	10
Aplicación del glifosato (2 jornales)	30	30	30	30	30
Surcado	20	20	90	90	90
Arada	60	60	0	0	0
<b>2. Siembra</b>					
<b>Atrazina (2kg)</b>	18	28	28	28	28
Jornales (2)	30	30	30	30	30
Semillas (30 kg)	60	60	60	60	60
18-46- 0 (2 sacos)	72	72	72	72	72
Sulphomag (1 saco)	36	36	36	36	36
Vitabax	7	7	7	7	7
Jornales (6)	90	90	90	90	90
<b>3. Labores culturales</b>					
<b>Colocación de rastrojos (6 personas)</b>	0	90	90	90	90
Raleo (6 personas)	90	90	90	90	90
Paraquat (2gl)	52	52	52	52	52
Control de malezas (6 personas)	90	90	45	45	45
<b>4.Fertilizacion complementaria</b>					
<b>Urea (3 sacos)</b>	150	150	150	150	150
Jornales (6 personas)	90	90	90	90	90
<b>5. Cosecha</b>					
<b>Jornales (15 personas)</b>	225	225	225	225	225
Costales	73,56	57,01	53,30	59,81	55,97
Desgrane	615,00	480,00	450,00	495,00	465,00
Piola plástica	2	2	2	2	2
Transporte	20,5	15,83	14,81	16,61	15,55
<b>6. Secado</b>					
<b>Jornales (6 personas)</b>	90	90	90	90	90
<b>7.Almacenamiento</b>					
<b>Jornales (3 personas)</b>	45	45	45	45	45
<b>Total, costos que varían</b>	2463,72	2407,50	2337,77	2391,08	2356,18

**Tabla 4***Relación beneficio/costo*

<b>Concepto</b>	<b>Tratamientos</b>				
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>Rendimiento promedio kg/ha</b>	3678,2	2850,5	2665,1	2990,4	2798,4
<b>Ingreso bruto</b>	4063,57	3133,43	2877,08	3120,17	2995,96
<b>Total, costos que varían</b>	2463,72	2407,50	2337,77	2391,08	2356,18
<b>Total, beneficio neto</b>	1599,85	725,93	539,31	729,10	639,78
<b>Relación Ingreso Costo RI/C</b>	1,65	1,30	1,23	1,30	1,27
<b>Relación Beneficio Costo RB/C</b>	0,65	0,30	0,23	0,30	0,27

La tabla N°4 da a conocer que el tratamiento: T1 (labranza convencional sin residuos) obtuvo el mayor rendimiento y por ende un mayor ingreso económico de \$4063,57 con una relación beneficio/costo de 0,65 lo que significa que los productores de maíz por cada dólar invertido tienen una ganancia de \$0,65.

Los resultados obtenidos en esta zona agroecológica permitieron deducir que la producción de maíz con labranza convencional sin residuos, genera buena rentabilidad económica, demostrando ser una alternativa tecnológica eficiente de la agricultura de conservación que se puede recomendar a los agricultores de la provincia Bolívar.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de las variables en estudio, se acepta la Hipótesis nula planteada en esta investigación la misma que nos indica que la eficiencia productiva y económica del cultivo de maíz, no depende de los sistemas de producción y su interacción genotipo- ambiente ya que no existe la evidencia estadística suficiente al 5 % para rechazarla.

En función a los análisis estadísticos se concluye, que para las variables evaluadas no existió diferencias estadísticas, pero si se obtuvieron diferencias numéricas entre los promedios de los componentes agronómicos evaluados.

El sistema de labranza más eficiente en cuanto al componente agronómico rendimiento fue la labranza convencional sin residuos, con 3678.2 kg/ha, seguido de los tratamientos; T4 (labranza reducida + 50 % de residuos) con 2990.4, T2 (Labranza convencional + 100 % de residuos) 2850.5, T5 (labranza reducida + 100 % de residuos) con 2798.4 y T3 (labranza reducida + 100 % de residuos) con 2665.1 kg/ha.

El mayor ingreso económico se obtiene con el sistema de labranza convencional sin residuos con una relación beneficio/costo de 0,65 lo que significa que los productores de maíz por cada dólar invertido tienen una ganancia de 0.65 con este sistema de producción.

Los componentes agronómicos que incrementaron el rendimiento del cultivo de maíz INIAP-111 en grano seco fueron: Porcentaje de emergencia, Altura inserción de la mazorca, Longitud de mazorca, Número de plantas con mazorca.

El componente agronómico que redujo el rendimiento de maíz fue; Número de plantas sin mazorca.

Esta investigación permitió validar las alternativas tecnológicas apropiadas para mejorar los sistemas de producción local del rubro de maíz, aplicando diferentes tipos de labranza y conservando los restos de los residuos vegetales de la cosecha anterior permitiéndonos de esta manera una reducción de costos y aportando un mejoramiento al suelo.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

En base a los resultados obtenidos se recomienda:

Continuar con la investigación en Agricultura de conservación aplicando diferentes tipos de labranza y utilizando otros rubros agrícolas y conservando los residuos de cosecha para mejorar las condiciones del suelo.

Analizar la importancia de la agricultura de conservación misma que permite la protección del medio ambiente, así como una producción agrícola sostenible, tratando de conseguir una agricultura sostenible en el tiempo, sin degradar los recursos naturales, pero sin renunciar a mantener los actuales niveles de producción, o incluso incrementándolos.

Realizar un manejo adecuado de los residuos de cosecha para eliminar los insectos plagas e impedir que estos se reproduzcan.

Socializar los resultados de esta investigación en diferentes lugares de la provincia Bolívar, como una alternativa para reducir el uso de los fertilizantes químicos y evitar la erosión de los suelos agrícolas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta, R. (2015). El cultivo de maíz, su origen y clasificación. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362009000200016#:~:text=En%20Cuba%2C%20los%20trabajos%20iniciales,los%20tipos%20encontrados%20en%20M%C3%A9xico.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362009000200016#:~:text=En%20Cuba%2C%20los%20trabajos%20iniciales,los%20tipos%20encontrados%20en%20M%C3%A9xico.)
- ANTICIMEX. (2018). Daños provocados por los Gorgojos. Obtenido de <https://www.anticimex.es/gorgojos>
- Baker C, C. B. (2010). Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Obtenido de <https://www.fao.org/3/al298s/al298s00.htm>
- Caicedo, M., & Yanez, C. (2013). Guía para facilitar el aprendizaje sobre manejo integrado de maíz de altura (*Zea mays* L.). Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2440>
- Castillo,G.(2006 ). Ideas concyteg:Labranza de conservación. Obtenido de <https://sices.guanajuato.gob.mx/>
- CESAVEG. (2016). Manual de plagas y enfermedades en en maíz. Obtenido de <http://cesaveg.org.mx/boletines/manual/maiz.pdf>
- CIMMYT. (1986). "Manejo de ensayos e informe de datos para el programa de ensayos internacionales de maíz del CIMMYT". México.
- CIMMYT. (2010). Programa de Maíz del CIMMYT. Enfermedades del maíz una guía para su identificación en el campo (Cuarta ed.). México:.
- CIMMYT. (2013). Rastrojos, manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. Obtenido de [https://www.zef.de/uploads/tx\\_zefportal/publications/tbeuchel\\_t\\_download\\_rastrojos%20manejo,%20uso%20y%20mercados%20en%20el%20centro%20y%20sur%20de%20M%C3%A9xico.pdf](https://www.zef.de/uploads/tx_zefportal/publications/tbeuchel_t_download_rastrojos%20manejo,%20uso%20y%20mercados%20en%20el%20centro%20y%20sur%20de%20M%C3%A9xico.pdf)
- CIMMYT. (2015). Mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentable. Obtenido de <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf>



- Cisneros, F. (2015). Características generales de los insecticidas agrícolas. Obtenido de <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/control-quimico-de-plagas.pdf>
- CONACYT. (2014). Documento de Consenso sobre la Biología de Zea Mays subsp (maíz). Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>.
- Dixon, j. (2016). Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores un mundo cambiante. Obtenido de <https://www.fao.org/publications/card/es/c/a204dc72-8d27-5e2d-ac64-afb32bc22660/>
- Ecured.(2018). Gusano de la mazorca. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Gusano/de/la/mazorca>
- Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. (2011). (Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar.
- Fabara, J. (2016). Manual de capacitación para promotores rurales en protección de cultivos.
- FAO. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación del suelo. Obtenido de <https://docplayer.es/55016110-Fundacion-produce-sinaloa-a-c-jornada-de-transferencia-de-tecnologia-en-el-cultivo-de-chile-memoria.html>
- FAO. (2015). Labranza de conservación ¿fin del arado?: Los agricultores de todo el mundo. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17977/1/T-UCE-0004-CAG-078.pdf>
- FAO. (2020). Agricultura de conservación, Organización de la Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. btenido de <https://www.fao.org/conservation-agriculture/es>
- Friedrich T. (2015). El Papel de la Ingeniería Agrícola en el Desarrollo de la Agricultura de Conservación. Ponencia presentada en el IV Seminario

Internacional de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, Manabí, Portoviejo.

Gonzalez, M. (2015). Apuestas por una Agricultura Sostenible: Laboreo de Conservación. Excma. Obtenido de <https://silo.tips/download/edita-excma-diputacion-de-valladolid-autora-maria-isabel-gonzalez-barragan-diseo#>

Guacho, F. (2014). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad de San José de Chazo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3455>

Heredia, J., & Yáñez, C. (2016). Guía de producción de maíz de altura. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2440>

Heredia, J., & Yáñez, C. (2016). Guía de producción de maíz de altura. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2440>

Homer, I. (2015). Labranza de conservación en laderas.

INIAP. (2010). Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maiz/rotacion1.pdf>

INIAP. (2015). Objetivos de la agricultura de conservación. Obtenido de <https://sites.google.com/site/misitiowebmeqy/manejo-agronomico-del-cultivo-de-maiz-variedad-iniap-guagal-mejorado/variedad-de-maiz-iniap-111-guagal-mejorado>

INIFAP. (2015). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias- Guía para la Asistencia Técnica Agrícola para 2 Área de Influencia del Campo Experimental Valle del Fuerte. Campo Experimental Valle del Fuerte. Agenda Técnica,. Obtenido de <http://www.fps.org.mx/divulgación/index.php?option=comrepositorio&Itemid=269&func=startdown&id=91>

INIFAP-CIRNO. (2015). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias- Guía para la Asistencia Técnica Agrícola para 2 Área de Influencia del Campo Experimental Valle del Fuerte. Campo

Experimental Valle del Fuerte. Agenda Técnica,. Obtenido de [http://www.fps.org.mx/divulgación/index.php?option=com\\_remository&Itemid=269&func=startdown&id=91](http://www.fps.org.mx/divulgación/index.php?option=com_remository&Itemid=269&func=startdown&id=91)

INTA. (2016). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria “Evaluación de tres sistemas de labranza y dos métodos de siembra en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) en la estación experimental Tunshi.

INTA. (2016). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria “Evaluación de tres sistemas de labranza y dos métodos de siembra en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) en la estación experimental Tunshi.

INTAGRI. (2013). Obtenido de Manejo de Herbicidas en Maíz: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo/de/herbicidas/en/maiz>

Jenny. (2015). (2 de Mayo de 2010). Cultivo de Maíz. Obtenido de <http://jennyww.wagroalimentoscultivados.blogspot.com/2010/05/botanica-delaplanta.html>

Jimenez, A. (2016). Agricultura de conservación, productividad y cambio climático. Obtenido de <https://intoleranciadiario.com/blog/2016/11/20/406324-agricultura-de-conservacion-productividad-y-cambio-climatico.html>

Jouve. (2014). “sistemas de producción”. Obtenido de <http://www.emapas.inecc.gob.mx/download/lch/sistemas/de/produccion.pdf>

Jump, J. B. (2013). Agricultura de conservación, una práctica innovadora con beneficios económicos y medioambientales. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/pdf/cpc/SegundoDesayunoAgrario2013.pdf>

Kuretto, F. (2017). Beneficios De La Labranza Mínima Para Realizar En Un Terreno-AGRONOMASTER. Obtenido de <https://agronomaster.com/labranza-minima/>

Martínez, A. (2008). Memoria Jornada de Transferencia de Tecnología del Cultivo de Maíz, Fundación Produce Sinaloa A.C. Obtenido de <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/30-granos-y-flores?download=103:vi-jornada-del-cultivo-de-maiz>

- Martinez, A. (2014). Memoria Jornada de Transferencia de Tecnología del Cultivo de Maíz, Fundación Produce Sinaloa A.C.
- Monar, V. C. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Provincia Bolívar. Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL/SNI/data/sigad/plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001/PDOT%20BOLIVAR%202015/02-09-2015\\_12-08-14.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL/SNI/data/sigad/plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001/PDOT%20BOLIVAR%202015/02-09-2015_12-08-14.pdf)
- Nele Verhulst, I. F. (2015). Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? Obtenido de <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf>
- Ospina, J. (2015). Manual técnico del cultivo de Maíz bajo Buenas Practicas Agrícolas. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://xdoc.mx/documents/manual-del-cultivo-de-maiz-5e8259b7136f7>
- Pitty, A. (2012). Guia Fotografica para la Identificacion. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/218639274/Guia-Para-La-Identificacion-de-Maleza>
- Quiroz, D., & Merchán, M. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (Sea maíz L.) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quev.
- Romero, G. (2015). Fundamentos básicos en la utilización de máquinas y equipos para laboreo del suelo. Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/4731>
- Valladares, C. (2016). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de. (Tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma De Honduras, La Ceiba. Obtenido de <https://docplayer.es/20866339-Taxonomia-y-botanica-de-los-cultivos-de-grano.html>
- Verhulst, N. (2011). Conservation agriculture for wheat-based cropping systems under gravity irrigation: increasing resilience through improved soil quality. *Plant Soil* 340, 467–480.

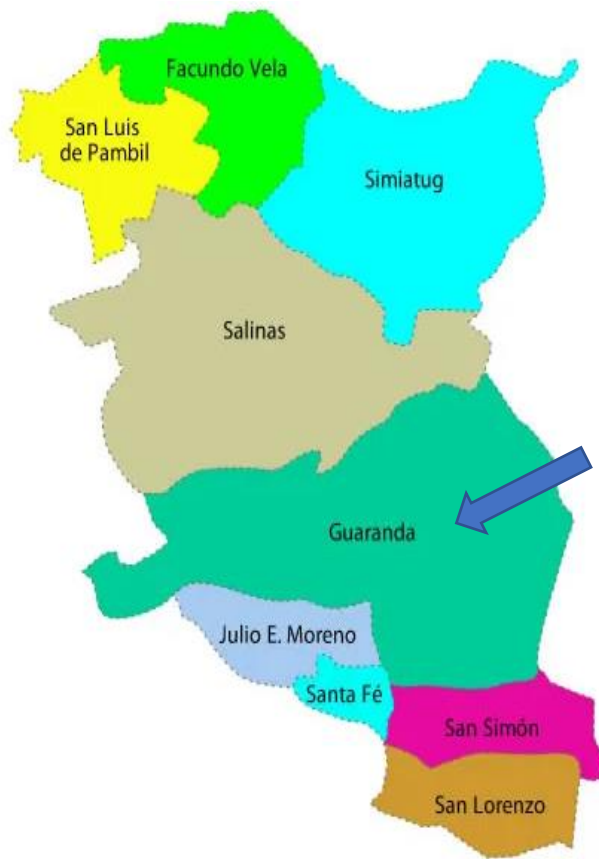
Vogel, A. (2000). Causas, efectos y formas de erosión de los suelos serranos. Manejo y conservación de suelos: la degradación del suelo y los cambios históricos. Camaren. Quito.

Yáñez, C. (2013). INIAP-111: "Guagal Mejorado". Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2415>

# **ANEXOS**

## Anexo 1.

### Mapa de ubicación de la investigación



**Anexo 2.**

Croquis del ensayo

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

Camino								
R1	Camino	T3		T5		T1	T4	T2
Camino								
R2	Camino	T5		T2		T4	T3	T1
Camino								
R3	Camino	T4		T5		T1	T2	T3
Camino								



### Anexo 3.

### Resultados de Análisis fisicoquímicos del suelo

MC-LASPA-2201-01



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS  
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.  
Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240  
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 22-0517

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Chillo Chillo Marco Vinicio  
**PETICIONARIO:** Chillo Chillo Marco Vinicio  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Chillo Chillo Marco Vinicio  
**DIRECCIÓN:** Guaranda

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 02/09/2022  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 9:40  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 05/09/2022  
**FECHA DE EMISIÓN:** 09/09/2022  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** S4

Análisis	pH		N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases meq/100g	MO %	CO.* %	Textura (%)			IDENTIFICACIÓN				
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Arena	Limo							Arcilla	Clase Textural						
22-2006	6,27	L Ac	65	A	20,0	M	7,77	B	0,39	B	0,43	A	16,59	A	3,12	A	5,5	M	15,7	A	163	A	24,2	A	5,33	7,24	45,80	20,14	2,97	A				39	34	27	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 1 T1
22-2007	6,08	L Ac	86	A	39,5	A	7,54	B	0,29	B	0,74	A	18,13	A	3,15	A	3,9	M	17,4	A	201	A	26,2	A	5,76	4,24	28,66	22,02	3,49	A				35	36	29	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 1 T2
22-2008	6,09	L Ac	58	M	30,1	A	6,77	B	0,34	B	0,54	A	16,03	A	3,21	A	4,0	M	15,1	A	199	A	18,9	A	4,99	5,97	35,76	19,78	3,10	A				35	40	25	FRANCO	Bloque 1 T3
22-2009	5,84	Me Ac	73	A	47,8	A	6,59	B	0,29	B	0,68	A	15,85	A	2,96	A	4,1	M	18,1	A	211	A	25,5	A	5,35	4,33	27,50	19,50	3,03	A				35	38	27	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 1 T4
22-2010	5,93	Me Ac	31	M	58,2	A	9,53	B	0,34	B	0,52	A	15,57	A	3,79	A	4,4	M	17,1	A	194	A	22,3	A	4,11	7,22	36,91	19,88	2,97	A				35	36	29	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 1 T5
22-2011	6,24	L Ac	70	A	25,0	A	6,62	B	0,30	B	0,53	A	18,80	A	3,60	A	4,9	M	17,1	A	171	A	19,5	A	5,22	6,79	42,25	22,94	3,23	A				37	38	25	FRANCO	Bloque 2 T1
22-2012	6,23	L Ac	60	M	27,2	A	6,18	B	0,29	B	0,73	A	16,82	A	3,13	A	3,8	M	14,2	A	171	A	18,5	A	5,37	4,26	27,16	20,69	3,16	A				37	38	25	FRANCO	Bloque 2 T2
22-2013	6,25	L Ac	59	M	18,7	M	6,12	B	0,29	B	0,82	A	17,38	A	3,17	A	3,5	M	16,6	A	172	A	19,6	A	5,47	3,85	24,92	21,38	3,03	A				39	34	27	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 2 T3
22-2014	5,92	Me Ac	81	A	71,2	A	8,70	B	0,27	B	0,76	A	18,07	A	3,31	A	4,2	M	18,2	A	233	A	26,0	A	5,46	4,33	27,99	22,14	3,43	A				37	34	29	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 2 T4
22-2015	5,97	Me Ac	71	A	44,6	A	7,80	B	0,28	B	0,65	A	15,56	A	2,80	A	3,7	M	14,8	A	208	A	22,9	A	5,55	4,31	28,24	19,01	2,97	A				39	34	27	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 2 T5
22-2016	6,16	L Ac	59	M	31,0	A	6,95	B	0,23	B	0,40	A	16,39	A	3,46	A	4,0	M	19,4	A	187	A	20,1	A	4,74	8,74	50,13	20,25	2,70	A				35	32	33	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 3 T1
22-2017	5,35	Ac	59	M	69,4	A	8,59	B	0,29	B	1,01	A	15,56	A	3,40	A	3,4	M	17,7	A	197	A	22,8	A	4,58	3,36	18,76	19,96	3,23	A				35	38	27	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 3 T2
22-2018	4,92	M Ac	78	A	86,5	A	8,80	B	0,29	B	0,40	A	14,53	A	3,20	A	3,5	M	18,4	A	258	A	29,9	A	4,55	8,04	44,58	18,12	3,10	A				35	36	29	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 3 T3



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS  
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.  
Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240  
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 22-0517

NOMBRE DEL CLIENTE: Chillo Chillo Marco Vinicio  
PETICIONARIO: Chillo Chillo Marco Vinicio  
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Chillo Chillo Marco Vinicio  
DIRECCIÓN: Guaranda

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 02/09/2022  
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 9:40  
FECHA DE ANÁLISIS: 05/09/2022  
FECHA DE EMISIÓN: 09/09/2022  
ANÁLISIS SOLICITADO: S4

Análisis	pH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)			IDENTIFICACIÓN													
																			Arena	Limo	Arcilla		Clase Textural												
22-2019	5,49	Ac	77	A	28,5	A	7,20	B	0,27	B	0,28	M	15,13	A	2,70	A	3,2	M	14,7	A	185	A	19,9	A	5,60	9,57	63,16	18,11	2,90	A	37	40	23	FRANCO	Bloque 3 T4
22-2020	5,42	Ac	69	A	27,8	A	8,53	B	0,24	B	0,52	A	16,16	A	3,17	A	3,8	M	18,6	A	214	A	26,5	A	5,10	6,07	37,06	19,85	3,16	A	35	34	31	FRANCO-ARCILLOSO	Bloque 3 T5

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E. *	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g		%	ppm	ppm	ppm	ppm		

OBSERVACIONES:

\* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S,B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger Acido	LAI = Lige Alcalino	M = Medio
PN = Prac Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Horo)	

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasion
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION		
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		M. = Medio
		A = Alto



LABORATORISTA



RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

\* Opiniones de interpretación ,etc.que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

**Anexo 4.**

Base de datos

R	T	PE	NPP	DCC	DT	AP	AIM	NPCM	NPSM	PPCDM	CM	DCS	DM	LM	PCP	D	PHG	RH
1	1	78,43	155	178	2,35	3,13	1,56	84	8	1	2	268	5,00	17,77	48,36	0,79	36,1	3905,80
1	2	80,39	143	179	2,42	3,21	1,78	76	14	1	2	263	5,13	18,18	47,14	0,68	31,4	3486,70
1	3	64,05	138	180	2,7	2,96	1,56	88	10	3	2	267	5,27	14,85	39,86	0,74	35,3	3026,51
1	4	91,5	135	178	2,44	2,96	1,69	84	19	2	2	268	5,23	16,05	47,50	0,70	35,8	3428,97
1	5	78,43	127	176	2,45	3,11	1,74	80	17	2	2	266	5,00	18,00	36,77	0,70	34	2704,85
2	1	77,12	148	178	2,14	3,02	1,59	83	9	1	2	268	5,42	16,60	42,50	0,79	36,4	3404,77
2	2	87,58	152	179	2,31	3,20	1,81	76	18	1	2	266	5,30	17,85	39,55	0,75	33,6	3139,48
2	3	67,97	144	180	2,15	2,94	1,50	90	10	2	2	268	5,70	17,55	49,64	0,68	36,9	3377,84
2	4	84,31	152	178	2,54	2,94	1,61	80	11	5	2	266	5,31	16,51	48,36	0,72	34,4	3636,34
2	5	79,08	163	176	2,64	3,03	1,83	84	9	0	2	267	5,04	16,70	41,86	0,69	34,7	3021,33
3	1	71,24	110	178	1,93	2,52	1,66	85	38	1	2	270	5,42	15,25	49,64	0,76	38,3	3724,08
3	2	73,85	110	179	2,21	2,65	1,45	80	30	1	2	270	5,28	16,31	26,91	0,72	37,8	1925,25
3	3	48,36	107	180	2,11	2,72	1,43	68	31	2	2	267	5,21	13,50	23,86	0,64	35,2	1590,91
3	4	76,47	157	178	2,24	3,01	1,58	77	14	1	2	268	5,30	16,60	32,05	0,58	35,5	1905,86
3	5	67,32	150	176	2,18	3,09	1,74	75	13	1	2	264	5,32	17,00	36,05	0,68	31,7	2668,91

## Anexo 5.

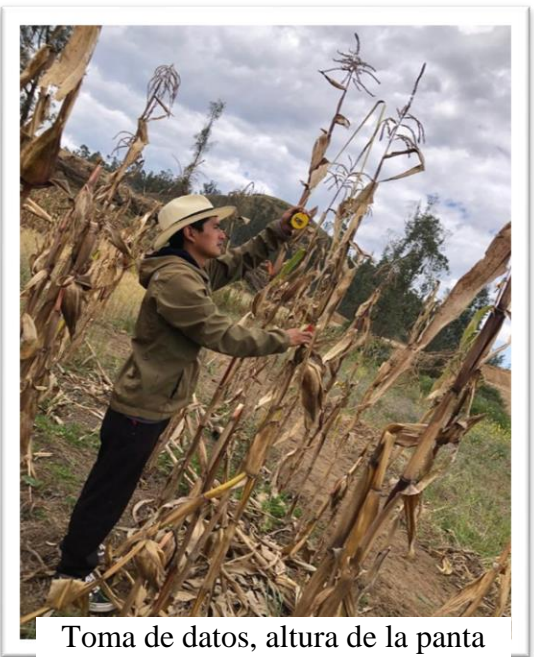
### Fotografías



Toma de datos, días a la cosecha en choclo



Control de malezas



Toma de datos, altura de la panta

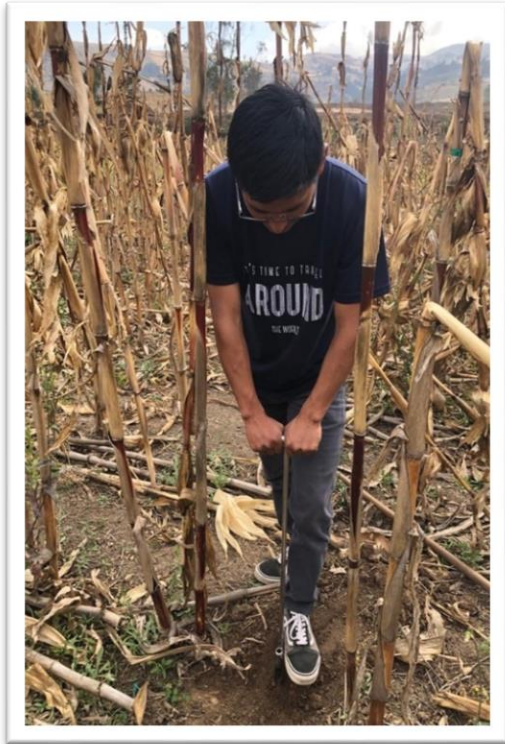


Toma de datos, diámetro del tallo



Presentación visita de campo





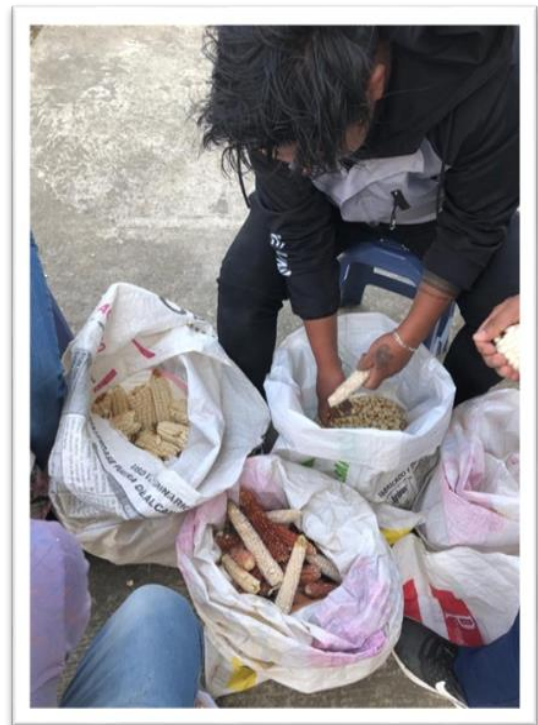
Toma de muestras para el análisis del suelo



Cosecha



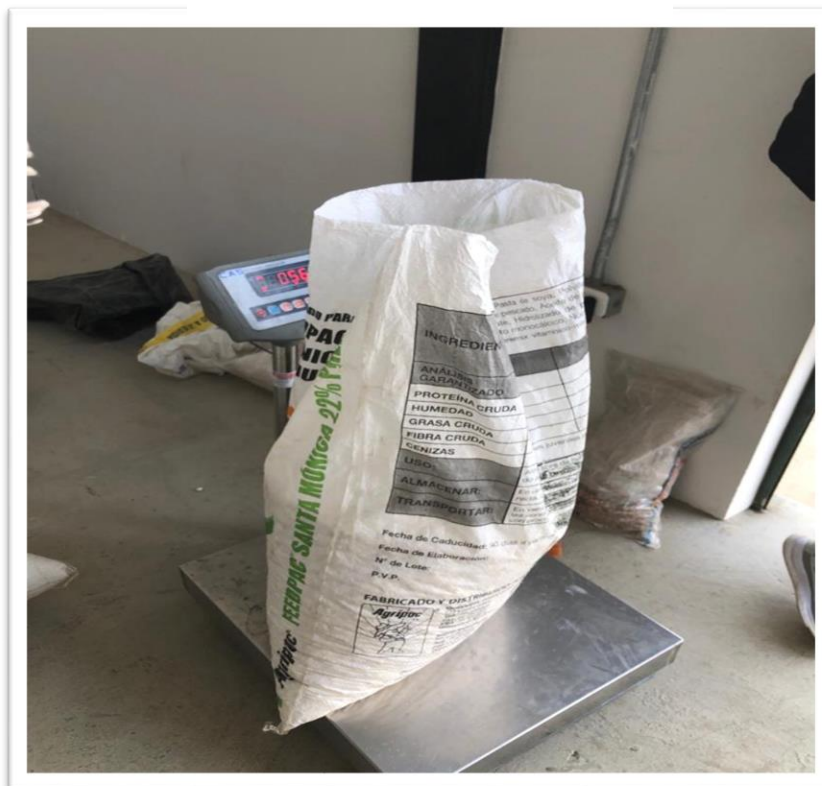
Evaluación del diámetro de la mazorca



Desgrane



Secado



Evaluación del peso al 13% de humedad

## Anexo 6.

### Glosario de términos

**Eficiencia productiva:** La eficiencia es el estado que beneficiaría al menos a una persona y no perjudicaría a ninguna. En la agricultura orgánica, es importante tener en cuenta la capacidad de producir un rendimiento alto por unidad de recursos empleados, en lugar de la productividad absoluta. Por tanto, la eficiencia se mide mediante la eficiencia de los recursos naturales (expresada como eficiencia energética) y la eficiencia económica (expresada como rendimiento neto).

**Eficiencia económica:** Se puede definir eficiencia económica como la eficiencia con la cual un sistema económico utiliza los recursos productivos a fin de satisfacer sus necesidades. De acuerdo a Todaro el concepto significa en materias de “producción, utilizar los factores de producción en combinaciones de menor coste, en consumo, asignación de gastos que maximicen la satisfacción (utilidad) del consumidor”

**Cobertura del suelo:** Son capas de materiales como paja, turba, compost, etc que se extiende sobre la superficie de un terreno para conservar la humedad y evitar que crezcan las malas hierbas. La cubierta vegetal es importante en la agricultura de conservación para proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, así como para mantener el suelo bajo sombra y con el más alto porcentaje de humedad posible.

**Agricultura de conservación:** Según la FAO, comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales mediante un manejo integrado del suelo, agua, agentes biológicos e insumos externos.

**Fisiográfico:** La definición de fisiográfico como relativo, concerniente, perteneciente y alusivo a la fisiografía como la parte de la geografía que se trata acerca de la configuración de la tierra y del mar formado del globo terráqueo incluido su relieve y la apariencia del terreno o territorio.

**Monocultivo:** Se refiere a las plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie, con los mismos patrones, resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación (control de plagas, fertilización y alta estandarización de la producción), lo que hace más eficiente la producción a gran escala.

**Planta Monoica:** La planta tiene tanto flores masculinas como femeninas. Ambos tipos de flores se encuentran en la misma planta y su polinización es regularmente por el viento. Generalmente las flores masculinas suelen situarse en el extremo de las ramas o en lugares elevados, con la finalidad de que el polen pueda ser dispersado y llegue a la flor femenina. Entre las plantas más cultivadas con estas características están: maíz, sorgo, arroz, trigo y cucurbitáceas.

**Rastrojo:** es el conjunto de restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cortar un cultivo. A menudo se cree que el rastrojo es un resto vegetal de poco valor.



Sin embargo, el rastrojo es un recurso muy bueno para proteger el suelo del impacto de la precipitación erosiva y la consiguiente escorrentía.

**Biomasa:** Es la cantidad total de materia orgánica presente en un organismo, población, ecosistema o área.

**Madurez fisiológica:** hace referencia al momento del proceso de maduración en que la mazorca ha llegado a su máximo desarrollo y, por lo tanto, puede consumirse y ser comercializado con todas las garantías.

**Agrotóxicos:** son todas las moléculas de plaguicidas que encontramos en lugares donde no debería estar y que afectan nuestra salud de manera crónica o de manera aguda, pero que afectan a nuestra salud.

**Agroquímicos:** se entiende a cualquier sustancia o mezcla de sustancias naturales o sintéticas utilizado para prevenir, eliminar y/o controlar cualquier plaga, enfermedad o maleza en la actividad agrícola.

**Labranza mínima:** se trata de una preparación del terreno en la que no existe labor profunda, sino una o dos pasadas de implementos sobre la superficie y la posterior siembra, esta técnica mezcla los residuos del cultivo anterior con la tierra.

**Labranza cero:** es una forma de cultivar sin arar. No se perturba el suelo y los campos retienen una buena cobertura de materia vegetal viva o en descomposición durante todo el año.