



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE

CARRERA DE AGRONOMÍA

Tema:

COMPARACIÓN PRODUCTIVA DE MAÍZ INIAP-111, EN DOS SISTEMAS DE
LABRANZA Y MANEJO DE RESIDUOS CON ENFOQUE DE AGRICULTURA
DE CONSERVACIÓN EN LA GRANJA LAGUACOTO III, CANTÓN
GUARANDA, 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**

Autores:

Evelin Jhomayra Guastay Muñoz

Walter Darío Chochos Chimbo

Director:

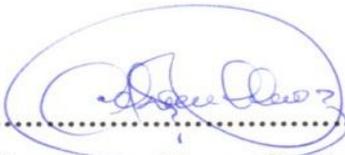
Ing. Nelson Monar Gavilanez MSc.

Guaranda – Ecuador

2022

COMPARACIÓN PRODUCTIVA DE MAÍZ INIAP-111, EN DOS SISTEMAS DE LABRANZA Y MANEJO DE RESIDUOS CON ENFOQUE DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LA GRANJA LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO Y APROBADO POR:



.....
Ing. Nelson Monar Gavilanez MSc.

Director



.....
Ing. Rodrigo Yáñez García MSc.

Biometrista



.....
Ing. David Silva García Mg.

Área De Redacción Técnica

CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Evelin Jhomayra Guastay Muñoz, con número de cédula de ciudadanía 020234563-3 y Walter Darío Chochos Chimbo, con número de cédula de ciudadanía 025018607-9, declaramos que 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 sus respectivo(s) 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 la Propiedad Intelectual, su Reglamento y Normativa Institucional Vigente.



.....
Evelin Jhomayra Guastay Muñoz

Autora

C.I.:0202345633



.....
Walter Darío Chochos Chimbo

Autor

C.I.:0250186079



.....
Ing. Nelson Monar Gavilánez MSc.

Director

C.I: 0201089836



.....
Ing. Rodrigo Yáñez García MSc.

Biometrista

C.I: 0200502227



.....
Ing. David Silva García Mg.

Área De Redacción Técnica

C.I: 0201600327



ESCRITURA N° 20220201004P00479

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:

EVELIN JHOMAYRA GUASTAY MUÑOZ Y

WALTER DARIO CHOCHOS CHIMBO

CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 1 COPIA

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy viernes a los trece días del mes de mayo del año dos mil veintidós, ante mi **ABOGADO GALO GERMAN MONAR GAVILANES, NOTARIO SUPLENTE CUARTO DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura los señores, **EVELIN JHOMAYRA GUASTAY MUÑOZ** de estado civil soltera, y **WALTER DARIO CHOCHOS CHIMBO**, de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambos estudiantes, domiciliado el primero en la parroquia Veintimilla, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve ocho nueve tres nueve seis tres cuatro cuatro y con correo electrónico evelinguastay22@gmail.com, y el segundo en la parroquia Veintimilla, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve ocho nueve cuatro cero cero siete ocho siete y con correo electrónico dariochochos@gmail.com, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros, **EVELIN JHOMAYRA GUASTAY MUÑOZ** de estado civil soltera, y **WALTER DARIO CHOCHOS CHIMBO**, de estado civil soltero, declaramos que los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación es de nuestra absoluta autoría, titulado **“COMPARACIÓN PRODUCTIVA DE MAÍZ INIAP-111, EN DOS SISTEMAS DE LABRANZA Y MANEJO DE RESIDUOS EN LA GRANJA LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLIVAR**, previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Medio Ambiente, carrera de Agronomía.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellos se ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.-----


SRTA. EVELIN JHOMAYRA GUASTAY MUÑOZ.
C.C. 0202345633


SR. WALTER DARIO CHOCHOS CHIMBO.
C.C. 0250186079


ABG. GALO GERMAN MONAR GAVILANES
NOTARIO SUPLENTE CUARTO DEL CANTÓN GUARANDA



Lista de fuentes Bloques

- 📄 📄 [Proyecto de evaluacion fisico quimica del suelo Alex Ninabanda1.docx](#) ⌵ ⌶
- 📄 📄 [024_SANTAMARIA_QUINATOA_2021.docx](#) ⌵
- 📄 📄 [Tesis de Byron y Cristhian 18 Junio 2021.docx](#) ⌵
- 📄 📄 [TESIS-FINAL-CARMEN-Y-DAYSI 21 JUNIO.pdf](#) ⌵
- 📄 📄 [PROYECTO DE INVESTIGACION MANCHAS FOLIARES.pdf](#) ☐
- 📄 📄 [TESIS FINAL ENERO 2022.docx](#) ⌵
- 📄 📄 [TESIS FINAL 2022.docx](#) ☐

Documento [002_CHOCHOS_GUASTAY_BORRADOR_FINAL_DS_02.docx](#) (D136242173)
Presentado 2022-05-11 16:37 (-05:00)
Presentado por eguatay@mailes.ueb.edu.ec
Recibido nmonar.ueb@analysis.orkund.com
Mensaje Proyecto de Investigación de Evelin Guastay, Walter Chochos. [Mostrar el mensaje completo](#)
 8% de estas 47 páginas, se componen de texto presente en 20 fuentes.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
 CARRERA
 DE AGRONOMÍA
 Tema:
 COMPARACIÓN PRODUCTIVA DE MAÍZ
 INIAP-111, EN DOS SISTEMAS DE LABRANZA Y MANEJO DE RESIDUOS CON ENFOQUE DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN
 LA GRANJA
 LAGUACOTO III,
 CANTÓN GUARANDA,
 PROVINCIA BOLÍVAR.


 ING. NELSON MONAR GAVILANEZ MSc.
 DIRECTOR


 ING. DAVID SILVA GARCIA MSc.
 ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mi Dios quien supo guiarme por un buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades de la vida y permitiéndome cumplir una de mis metas más deseadas.

Gracias a mis queridos padres Coralina Muñoz y Ángel Guastay por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, mi perseverancia y mi coraje para poder cumplir mis objetivos. De la misma manera agradecida con mis tíos, Wilian Muñoz y Elías Herrera, por estar siempre presente con sus consejos, su ejemplo y su cariño.

A mis hermanas, Diana Guastay y Jenny Guastay por estar siempre apoyándome en distintas formas, a mí querida sobrina Belinda por brindarme su cariño.

A mis queridos amig@s, Jennifer, Walter, Franklin, Mayra y Maycol que han formado parte de mi vida a los cuales les agradezco por su amistad, consejo, apoyo ánimo y compañía en los momentos más difíciles de la vida. Algunos están aquí conmigo, otros en mis preciados recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero agradecerles por todo lo que me han brindado.

Evelin Guastay

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico principalmente a Dios, por darme sabiduría, salud y vida para culminar con este proceso de obtener uno de mis deseos tan anhelos.

Gracias a mis padres con todo mi corazón María Mercedes Chimbo Yallico y Luis Estuardo Chochos Tualombo, por su apoyo incondicional, el amor y el sacrificio durante todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y así convertirme en lo que soy. Gracias por inculcar en mí el ejemplo del esfuerzo, valentía, de no temer los peligros porque siempre ustedes serán mi escudo protector sobre todo por guiarme cada día con sus consejos para ser una persona de bien y ser la razón más grande para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.

A mi hermano Edwin, y mis hermanas Gladys, Norma, Gloria, Bertha, Margarita, por estar siempre presentes, acompañándome en los buenos y malos momentos por brindarme el apoyo moral en esta etapa de mi vida para seguir adelante.

A mis compañeros y compañeras de estudio a mis maestros, amigos quienes han estado apoyándome de una u otra forma, donde todos en conjunto hemos aprendido seguimos aprendiendo continuamente de todos y nosotros mismos, tanto profesional como personal eso nos enriquecen en ambos ámbitos, que sin importar cuanto tiempo nos tome, siempre todo se puede si de verdad se quiere.

Walter Chochos

AGRADECIMIENTO

En primer lugar queremos agradecer a Dios por todas las bendiciones que nos ha dado, por tener unos padres en quienes podemos confiar y que nos apoyaron para lograr nuestro objetivo profesional.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica, por habernos permitido ser parte de esta institución, igualmente a los docentes quienes nos han brindado sus experiencias y conocimientos.

Un agradecimiento especial a los miembros del tribunal de tesis; Ing. Nelson Monar Gavilánez Mg. (Director), Ing. Rodrigo Yáñez Mg. (Biometrista) e Ing. David Silva García Mg (Redacción Técnica), quienes contribuyeron con su valioso tiempo, conocimiento técnico de esta manera permitiéndonos culminar con la investigación realizada.

Evelin y Walter

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE CUADROS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
INDÍCE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
SUMMARY	XV
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Origen Maíz (<i>Zea mays L.</i>)	4
2.2. Taxonomía.....	5
2.3. Descripción botánica	5
2.3.1. Morfología.....	5
2.4. Características botánicas	6
2.4.1. Semilla.....	6
2.4.2. Raíz.....	6
2.4.3. Tallo	7
2.4.4. Hojas.....	7
2.4.5. Inflorescencia	7
2.4.6. Inflorescencia masculina (panoja).....	7

2.4.7. Inflorescencia femenina (espiga)	8
2.4.8. Fruto	8
2.5. Ciclo vegetativo.....	9
2.6. Variedad INIAP 111 Guagal Mejorado.....	9
2.7. Requerimientos básicos de suelo y clima.....	10
2.8. Capacidad de retención de agua	11
2.9. Las necesidades nutricionales del maíz.....	11
2.10. Manejo agronómico del cultivo.....	12
2.10.1. Preparación del suelo	12
2.10.2. Fertilización.....	13
2.10.3. Semilla.....	13
2.10.4. Densidad de siembra	13
2.10.5. Época de siembra	14
2.10.6. Aporque.....	14
2.10.7. Riego	14
2.10.8. Cosecha	15
2.10.9. Postcosecha	16
2.11. El cultivo de maíz tiene un procedimiento:.....	16
2.12. Fertilización química.....	16
2.13. Control de malezas	17
2.14. Almacenamiento.....	18
2.15. Plagas	19
2.15.1. Gusano trozador (Agrotis ípsilon Hunfnaget).....	19
2.15.2. Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)	19

2.16.	Control químico.....	19
2.16.1.	Gusano de la mazorca (<i>Heliothis zea</i>).....	20
2.17.	Control químico.....	20
2.17.1.	Gorgojo (<i>Pagiocerus forii</i>).....	20
2.18.	Enfermedades	21
2.18.1.	Carbón del maíz (<i>Ustilago maydis</i>).....	21
2.18.2.	Tizón foliar (<i>Helminthosporium turcicum</i>).....	21
2.18.3.	Pudrición de mazorca (<i>Gibberella fujikuroi</i> y <i>Fusarium moniliforme</i>) ...	22
2.19.	Agricultura de conservación.....	22
2.20.	Cobertura orgánica del suelo.....	23
2.21.	Labranza reducida	23
2.22.	Niveles adecuados de residuos	24
2.23.	Influencia de la agricultura de conservación.....	24
2.24.	Influencia de labranza	26
2.25.	Influencia del manejo de residuos	26
2.26.	Erosión del suelo	26
2.27.	Disponibilidad de los nutrientes	27
2.28.	Sistemas de labranzas	28
2.29.	Labranza mínima y labranza cero	28
	CAPÍTULO III.....	30
3.	MARCO METODOLÓGICO	30
3.1.	Ubicación del ensayo	30
3.2.	Situación geográfica y climática	30
3.3.	Zona de vida	31

3.4.	Materiales	31
3.4.1.	Materia experimental.....	31
3.4.2.	Material de campo.....	31
3.4.3.	Material de oficina	32
3.5.	Métodos.....	32
3.5.1.	Factor en estudio	32
3.5.2.	Tratamientos.....	33
3.6.	Procedimiento.....	33
3.6.1.	Tipo de análisis.....	34
3.7.	Métodos de evaluación y datos tomados.....	34
3.7.1.	Porcentaje de Emergencia (PE).....	34
3.7.2.	Altura de planta (AP)	34
3.7.3.	Días a la floración masculina (DFM).....	35
3.7.4.	Días a la floración femenina (DFF).....	35
3.7.5.	Días a la cosecha en choclo (DCCH).....	35
3.7.6.	Rendimiento de choclo en sacos por hectárea (RCH).....	35
3.7.7.	Altura de inserción de mazorca (AIM)	35
3.7.8.	Porcentaje de acame de raíz (PAR).....	36
3.7.9.	Porcentaje acame de tallo (PAT).....	36
3.7.10.	Días a la cosecha en seco (DCS).....	36
3.7.11.	Número de plantas con mazorca (NPCM)	36
3.7.12.	Número de plantas sin mazorca (NPSM).....	36
3.7.13.	Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM)	36
3.7.14.	Diámetro de la mazorca (DM)	37

3.7.15. Longitud de mazorca (LD).....	37
3.7.16. Sanidad de la mazorca (SM)	37
3.7.17. Tamaño del grano (TG).....	37
3.7.18. Porcentaje de humedad del grano (PHG).....	38
3.7.19. Porcentaje de Desgrane (PD)	38
3.7.20. Rendimiento de kg/parcela (RP)	38
3.7.21. Rendimiento por kg/ha (R Kg/ha).....	38
3.8. Manejo del ensayo.....	39
3.8.1. Preparación del suelo.	39
3.8.2. Fertilización química.....	39
3.8.3. Siembra y tape	39
3.8.4. Manejo de rastrojos o restos vegetales	39
3.8.5. Control de plagas.....	40
3.8.6. Control de malezas.	40
3.8.7. Cosecha y selección.	40
3.8.8. Desgrane.....	40
3.8.9. Secado	41
3.8.10. Aventado	41
3.8.11. Almacenamiento.....	41
CAPÍTULO IV	42
4. RESULTADOS	42
4.1. Variables agronómicas del maíz	42
4.3. Correlación (r).....	57
4.4. Regresión (b).....	57

4.5.	Coeficiente de determinación (R^2)	57
4.6.	Análisis económico	63
4.7.	Comparación de hipótesis	65
4.8.	Conclusiones y recomendaciones.....	66
4.8.1.	Conclusiones	66
4.8.2.	Recomendaciones.....	68
	BIBLIOGRAFÍA	69
	ANEXOS	1

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pág.
Cuadro 1: Clasificación taxonómica del maíz	5
Cuadro 2: Características agronómicas y morfológicas.....	10
Cuadro 3: Requerimientos nutricionales de Maíz.....	12
Cuadro 4: Recomendaciones para fertilización de Variedades e Híbridos de Maíz. ..	17
Cuadro 5: Resultados estadísticos y prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de tratamientos en las variables: Porcentaje de Emergencia (PE); Altura de planta (AP); Días a la floración masculina (DFM); Días a la floración femenina (DFF); Días a la cosecha en choclo (DCCH); Rendimiento de choclo en sacos por hectárea (RCHS); Altura de inserción de mazorca (AIM); Porcentaje de acame de raíz (PAR); Porcentaje acame tallo (PAT); Días a la cosecha en seco (DCS); Número de plantas con mazorca (NPCM); Número de plantas sin mazorca (NPSM); Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM); Diámetro de la mazorca (DM); Longitud de mazorca (LM); Sanidad de la mazorca (SM); Tamaño del grano I (TGI); Tamaño del grano II (TGII); Tamaño del grano III (TGIII); Porcentaje de humedad del grano (PHG); Porcentaje desgrane (PD); Rendimiento por parcela (RP); Rendimiento por kg/ha al 13% de humedad (R Kg/ha), Laguacoto, Guaranda, 2021.....	42
Cuadro 6: 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 Guaranda 2022.	56
Cuadro 7: Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP). Cultivo de maíz variedad INIAP-111 Guagal Mejorado. Laguacoto, Guaranda.2022.	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Pág.
Gráfico 1: Ciclo vegetativo del maíz.	9
Gráfico 2: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variable días a la floración masculina y femenina, Laguacoto 2021.	45
Gráfico 3: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variable días a la cosecha en choclo, Laguacoto 2021.....	46
Gráfico 4: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variable rendimiento de choclo en sacos por hectárea, Laguacoto 2021.	47
Gráfico 5: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variable porcentaje de acame de tallo, Laguacoto 2021.....	48
Gráfico 6: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variable días a la cosecha en seco, Laguacoto 2021.	49
Gráfico 7: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variable diámetro de la mazorca y longitud de mazorca, Laguacoto 2021.....	50
Gráfico 8: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variable tamaño de grano (I), (II), (III), Laguacoto 2021.....	51
Gráfico 9: Resultados promedios de los seis tratamientos en el variable porcentaje desgrane, Laguacoto 2021.....	52
Gráfico 10: Resultados promedios de los seis tratamientos en el variable rendimiento de kg/parcela, Laguacoto 2021.	53
Gráfico 11: Resultados promedios de los seis tratamientos en el variable rendimiento por kg/ha, Laguacoto 2021.....	54
Gráfico 12: Regresión lineal entre la variable días a la floración masculina versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	58
Gráfico 13: Regresión lineal entre la variable días a la cosecha en seco versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	58
Gráfico 14: Regresión lineal entre la variable longitud de mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	59

Gráfico 15: Regresión lineal entre la variable longitud de mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	60
Gráfico 16: Regresión lineal entre la variable días a la floración femenina versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	60
Gráfico 17: Regresión lineal entre la variable diámetro de la mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	61
Gráfico 18: Regresión lineal entre la variable tamaño del grano III versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	61
Gráfico 19: Regresión lineal entre la variable porcentaje desgrane versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Contenido
1:	Ubicación Del Ensayo
2:	Base de datos completa
3:	Análisis de suelo
4:	Escala vegetativas del cultivo de maíz INIAP-111.
5:	Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo.
6:	Glosario de términos

RESUMEN

El maíz (*Zea mays L.*) es considerado uno de los 3 cereales más consumidos en todo el mundo junto con el trigo y el arroz. En la sierra del Ecuador el cultivo, es uno de los principales gracias al área sembrada y el papel que cumple en la estabilidad y autonomía alimentaria. La provincia Bolívar es la primordial productora de maíz suave, la siembra de maíz se hace principalmente en terrenos de topografía irregular, donde prevalece el minifundio y en un 86% el sistema de producción en el maíz generalmente es en monocultivo. La agricultura de conservación es un sistema de cultivo que fomenta la variación mecánica del suelo (como puede ser los cultivos sin laboreo), ante este escenario universal, regional y local, se demostró que los rendimientos tienen la posibilidad de aumentar apreciablemente con la utilización de una correcta tecnología que integre técnicas de agricultura de conservación (AC), donde se practique la diversificación vegetal, labranza mínima y la conservación de los residuos vegetales de cosechas anteriores para de esta forma contribuir al incremento del rendimiento. Esta investigación se realizó en la Granja Experimental Laguacoto III, donde presentó una altitud de 2622 msnm, los objetivos planteados fueron: Identificar el sistema de labranza que genera mayor rendimiento en el cultivo de maíz, Establecer la cantidad adecuada de residuos de cosecha, que se deben mantener para elevar la productividad, Generar una base de datos con componentes del cultivo de maíz, basados en labranza de conservación y manejo de residuos de cosecha, en su quinto año de manejo. Se evaluaron los 6 tratamientos que incluyeron tipos de labranza como es reducida y convencional, y el manejo de los restos vegetales a un 0%, 50% y 100%. Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Se realizó la prueba de Tukey al 5%. Al finalizar el quinto año de estudio del proceso de Agricultura de Conservación, se presentaron diferencias significativas para el rendimiento del maíz variedad INIAP-111, teniendo como fuente de cambio, variables agronómicas como : días a floración masculina, días a la cosecha en seco, longitud de mazorca y rendimiento en kg/parcela, incidiendo positivamente en la productividad, registrando los siguientes valores: el T8 correspondiente a labranza reducida y 50% de residuos vegetales, con 3782,1 kg/ha, T3 con labranza reducida y 100% de residuos vegetales, con 3779,9 kg/ha; y, a su vez en el otro escenario, el T4 con labranza reducida y 50% de los residuos vegetales, con 2681,6 kg/ha fue el promedio más bajo, con una media general de 3146,19 kg/ha y un coeficiente de variación de 0,41%, mientras que la eficiencia económica con mayores resultados, se presentó en T8 con labranza reducida y 50% de restos vegetales.

Palabras claves: Agricultura, Labranza, Precoz, Cultivo, Conservación.

SUMMARY

Corn (*Zea mays L.*) is considered one of the 3 most consumed cereals in the world along with wheat and rice. In the mountains of Ecuador, cultivation is one of the main ones thanks to the planted area and the role it plays in food stability and autonomy. The province of Bolívar is the primary producer of soft corn. Corn is planted mainly on land with irregular topography, where smallholdings prevail and 86% of the corn production system is generally monoculture. Conservation agriculture is a farming system that promotes the mechanical variation of the soil (such as crops without tillage), given this universal, regional and local scenario, it was shown that yields have the possibility of increasing significantly with the use of a correct technology that integrates conservation agriculture (CA) techniques, where plant diversification, minimum tillage and the conservation of plant residues from previous harvests are practiced in order to contribute to the increase in yield. This research was carried out at the Laguacoto III Experimental Farm, where it presented an altitude of 2622 meters above sea level, the silver objectives were: Identify the tillage system that generates the highest yield in the corn crop, Establish the adequate amount of harvest residues, which is must maintain to increase productivity, Generate a database with components of the corn crop, based on conservation tillage and crop residue management, in its fifth year of management. The 6 treatments that included types of tillage such as reduced and conventional, and the management of plant debris at 0%, 50% and 100% were evaluated. A Randomized Complete Block Design with three repetitions was applied. Tukey's test was performed at 5%. At the end of the fifth year of study of the Conservation Agriculture process, there were significant differences for the yield of corn variety INIAP-111, having as a source of change, agronomic variables such as: days to male flowering, days to dry harvest, ear length and yield in kg/plot, positively influencing productivity, registering the following values: T8 corresponding to reduced tillage and 50% of vegetable residues, with 3782.1 kg/ha, T3 with reduced tillage and 100% of plant residues, with 3779.9 kg/ha; and, in turn, in the other scenario, T4 with reduced tillage and 50% of vegetable residues, with 2,681.6 kg/ha, was the lowest average, with a general average of 3,146.19 kg/ha and a coefficient of variation of 0.41%, while the economic efficiency with greater results, was presented in T8 with reduced tillage and 50% of vegetable remains.

Keywords: Agriculture, Tillage, Early, Cultivation, Conservation.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es considerado uno de los tres cereales más consumidos a nivel mundial junto con el trigo y el arroz. El nombre maíz se deriva de la palabra caribe-arahuaca mahiz. Este cereal puede ser utilizado como alimento ya sea para personas o animales, en cualquier etapa del desarrollo de la planta o producción. Es un cultivo de importancia económica a nivel mundial, debido a su utilidad como alimento humano y animal. (Ockham, 2013)

En la sierra del Ecuador el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) es uno de los más importantes debido a la superficie sembrada y al papel que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria, al ser un componente básico de la dieta de la población rural. La superficie sembrada de maíz en las provincias de la sierra ecuatoriana para el año 2011 fue de 168486 ha, y el consumo per cápita de maíz es alrededor de 14,50 kg/año. (INIAP, Maíz Suave (*Zea mays L.*), 2014)

La Agricultura Conservación, es un reto y una oportunidad para el sector agrícola en el Ecuador. Iniciar la adopción y la práctica de la AC, puede constituirse en una de las fuentes más importantes de la mejora y de la competitividad de la agricultura del país. (Chicaiza & Curi, 2020)

La provincia Bolívar es la principal productora de maíz suave. En la actualidad 12500 familias se dedican a la siembra de aproximadamente 36500 hectáreas de maíz. La siembra de maíz se realiza principalmente en terrenos de topografía irregular, donde prevalece el minifundio y en un bajo porcentaje se mantiene el sistema de producción del maíz asociado con frejol voluble de tipo Mixturiado. (Changoluiza, 2015)

En este estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Identificar el sistema de labranza que genera mayor rendimiento en el cultivo de maíz.
- Establecer la cantidad adecuada de residuos de cosecha, que se deben mantener para elevar la productividad.
- Generar una base de datos con componentes del cultivo de maíz, basados en labranzas de conservación y manejo de residuos de cosecha, en su quinto año de manejo.

1.2. PROBLEMA

La agricultura convencional, es una de las principales causas para el deterioro de los agro-ecosistemas en la provincia Bolívar, debido al incremento de áreas con monocultivos y el uso indiscriminado de químicos, eliminación de la cobertura vegetal, la quema de residuos de las cosechas anteriores, labranza con maquinaria agrícola en condiciones de ladera lo que provoca procesos severos de erosión, factores que ocasionan fuertes procesos de contaminación en el ambiente y degradación de los recursos naturales para la producción, teniendo como impacto a corto y mediano plazo, la reducción significativa de los niveles de producción y productividad de los cultivos.

El maíz suave es un cultivo con gran capacidad de absorción de nutrientes y de alta demanda de nitrógeno, sin embargo en la provincia Bolívar ha tenido algunos inconvenientes de producción y productividad, debido a que la mayoría de los suelos en donde se encuentran implementados se encuentran en un proceso de degradación severo determinado en gran medida por la pérdida de fertilidad y capa arable.

La agricultura de conservación es un sistema de cultivo que fomenta la alteración mecánica mínima del suelo (por ejemplo cultivo sin laboreo). Frente a este escenario global, regional y local, se ha demostrado que los rendimientos se pueden incrementar apreciablemente con el uso de una adecuada tecnología que incluya técnicas de Agricultura de Conservación (AC), donde se practique la labranza mínima, la conservación de los residuos vegetales de cosechas anteriores para así incrementar el rendimiento.

El presente trabajo de investigación se basa en evaluar algunos de los componentes de rendimiento del maíz suave, basados en sistemas de labranzas amigables con el suelo y la conservación de rastrojos como componentes de mejoramiento y sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola locales.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen Maíz (*Zea mays L.*)

El origen del maíz ha sido causa de discusión desde hace mucho tiempo. Numerosas investigaciones revelan que esta gramínea tiene su origen en México hace unos 7000 años, como el resultado de la mutación de una gramínea silvestre llamada Teosinte. Y seguramente antiguos mexicanos se interesaron en reproducir esta planta y por selección, produjeron algunas variedades mutantes (Guacho, 2014)

Es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teocintle y las del género *Tripsacum*, conocidas como arrocillo o maicillo, son formas salvajes parientes de *Zea mays*. Son clasificadas como del Nuevo Mundo, porque su centro de origen está en América (Acosta, 2009).

La información sobre la producción del cereal se recopiló en las regiones de la Sierra Centro-Norte del país; específicamente, en las provincias de Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Imbabura y Carchi, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados: La superficie cosechada fue menor según el criterio del 21% de los informantes, el 73% afirmó que se ha mantenido igual que el año anterior y tan sólo el 6% manifestó que fue mayor. Respecto a los rendimientos por hectárea, el 82% de los entrevistados consideró que se mantuvieron iguales y, el restante 18% indicó que fueron menores. En consecuencia, el volumen de producción tendría la misma relación con la superficie cosechada. (Banco Central del Ecuador). (BCE, 2020)

2.2. Taxonomía

Cuadro 1: Taxonómica del maíz

Taxonomía	
Reino:	Plantae
Subdivisión:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Subtribu:	Tripsacinae
Género:	Zea
Especie:	mays

Fuente: Ortega, 2014

2.3. Descripción botánica del maíz

2.3.1. Morfología

La estructura de la planta está constituida por una raíz fibrosa y un tallo erecto de diversos tamaños de acuerdo al cultivo con hojas lanceoladas dispuestos y encajados en el tallo es una panoja que contiene la flor masculina, ya que la femenina se encuentra a un nivel inferior y es la que da origen a la mazorca. La planta puede alcanzar una altura de 2,50-3 metros, según el cultivo y las condiciones de explotación. (Yusmaira et al. , 2011).

2.4. Características botánicas

2.4.1. Semilla

La semilla de maíz dulce tiene un endospermo, embrión y pared frutal fusionada al epispermo. Las semillas son ovoides, con ápice agudo obtuso redondeado y comprimido, es variable en color; mide entre 0,5 y 1,2 cm de largo y entre 0,5 y 1 cm de ancho. La cantidad de semilla producida por la mazorca está determinada por el número de hileras de grano y por el número de granos por hilera, pero puede variar con la variedad de maíz y los cambios ambientales. (Nolberto, 2021).

La semilla de maíz dulce para almacenamiento requiere:

- Contenido de humedad de 8 a 12 %.
- Temperatura promedio 10 °C.

Para germinación requiere las siguientes condiciones:

- Contenido de humedad relativa 55 %.
- Temperatura promedio 21 °C.
- Germinación no menor al 80%.
- Tiempo de germinación 6 a 8 días.

2.4.2. Raíz

La raíz del maíz dulce posee un sistema de raíces fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las 7 raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. Cuando la planta alcanza la altura de 0,50 m, las raíces se han extendido y han penetrado hasta unos 0,40 m de profundidad Las raíces del maíz dulce se destruyen con el trasplante, razón por la cual en la actualidad se recurre al uso de piloncitos evitando el stress ocasionado a la planta, en la siembra tradicional. Además, con el

uso de piloncitos se obtienen uniformidad en el crecimiento y uniformidad en la cosecha. (Izquierdo, 2012).

2.4.3. Tallo

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones, formado por nudos y entrenudos de número y longitud variable. La zona de crecimiento está localizada encima de los nudos y tiene 0,5 mm de espesor. El tallo o caña es el órgano de sostén donde van adheridas las hojas, siendo la localización de las yemas alterna, lo cual es de importancia para la formación de las mazorcas, sobre todo en la parte media de la planta. (López, 2014).

2.4.4. Hojas

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Tiene un promedio de 10 hojas, con una longitud entre 30 y 70 cm y su anchura puede variar entre 8 a 15. (Rosero, 2020).

2.4.5. Inflorescencia

El maíz es una especie monoica, es decir que en la misma planta hay flores pistiladas (femenina) y estaminadas (masculina) en inflorescencias separadas. La posición de las inflorescencias ha facilitado los trabajos de mejoramiento por hibridación, pues es muy fácil remover las inflorescencias y cubrir o eliminar las panojas. (Changoluiza, 2015).

2.4.6. Inflorescencia masculina (panoja)

La inflorescencia estaminada (masculina) ocupa el ápice de la planta, su eje central es la continuación del tallo y se ramifica en varias ramas laterales (espigas). La espiga

central es más gruesa pues lleva más de dos pares de espiguillas, mientras que las laterales únicamente llevan dos pares. En cada par de espiguillas hay una pedicelada que ocupa una posición más alta y otra sésil o inferior. Teóricamente solo deben existir un par de espiguillas en cada nudo de las ramas o espigas. La función de la panoja consiste en producir grandes cantidades de polen para fecundar las estructuras femeninas. La inflorescencia masculina se forma al final del tallo, es de 0,20 m a 0,40 m de alto, posee varias espigas aproximadamente de 0,10 a 0,20 m contiene el polen que por acción de la naturaleza cae sobre la flor femenina dando lugar a la fecundación. (Pérez, 2002).

2.4.7. Inflorescencia femenina (espiga)

La inflorescencia femenina se encuentra entre 8 y 13 brácteas largas, duras y finamente pubescentes (peludas), las cuales durante la antesis llegan a medir hasta 13 centímetros de largo. La espiguilla pistilada está constituida por un par de glumas externas, 2 yemas y 2 paleas, pero están tan unidas que aparecen en la mazorca madura como dos hojuelas muy delgadas. El eje de la espiga femenina es carnoso (olote) y puede medir de 8 hasta 30 centímetros de largo y de 2 a 7 centímetros de diámetro. En una espiga bien formada hay entre 750 a 1000 granos potenciales (óvulos), dispuestos alrededor de la mazorca en un número uniforme de hileras. (Araujo, 2017).

2.4.8. Fruto

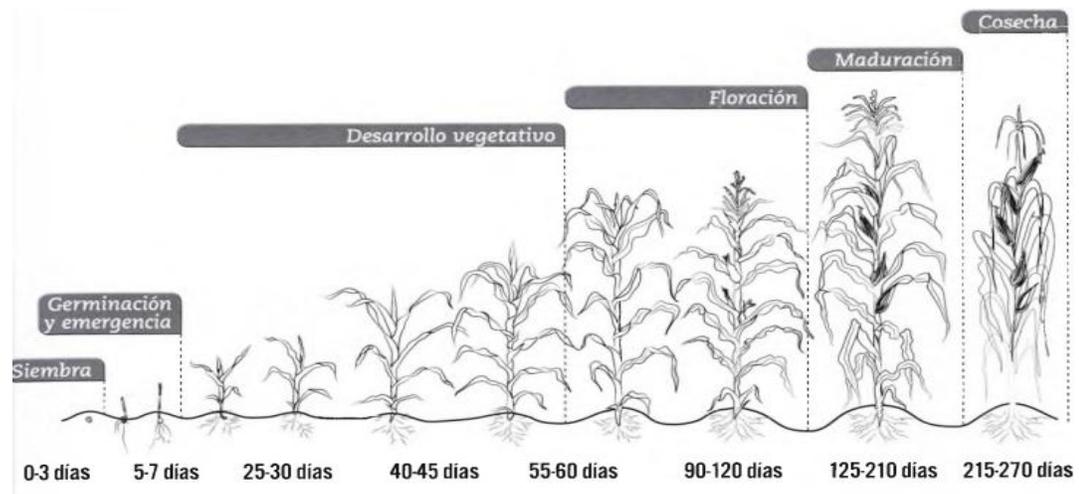
La mazorca o inflorescencia femenina está constituida por el raquis u elote (tusa), en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas y dos flores, una estéril y otra fértil por lo que el número de hileras de mazorcas es par. Si la flor femenina es fecundada, dará lugar a granos, más o 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 1000 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. Ciclo vegetativo

El maíz de altura se cultiva entre los 2200 a 3100 msnm. Las variedades son diferentes para cada zona. La mayoría de los productores siembran desde septiembre hasta mediados de enero, coincidiendo con el inicio del periodo de lluvias, obteniendo de esta forma un mayor grado de germinación, emergencia y producción. El ciclo del cultivo en variedades mejoradas llega hasta los 270 días; sin embargo, este periodo depende de la variedad y del propósito, si es para choclo o grano seco. (Monar et al. , 2011).

Gráfico 1: Ciclo vegetativo del maíz.



Fuente: Carlos Monar, Carlos Yáñez, Xavier Mera; 2011

2.6. Variedad INIAP 111 Guagal Mejorado

INIAP 111, proviene de una base de variedades locales colectadas en casi toda la provincia de Bolívar. Las variedades que presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano, tanto en choclo como en grano seco, se cruzaron

entre ellas para formar la población Guagal, la cual se seleccionó en varios ciclos de cultivo en toda la zona maicera de la provincia Bolívar (Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias) (INIAP, 2014).

Cuadro 2: Características agronómicas y morfológicas

Características	Promedio
Días a la floración femenina	138
Días a la cosecha en choclo	202
Días a cosecha en seco	260
Altura de la planta	300 cm
Altura de la inserción de la mazorca	170 cm
Longitud de la mazorca	20,10 cm
Rendimiento comercial en choclo sacos/ha	250 sacos de 140 unidades
Rendimiento en seco kg/ha en unicultivo	4,000 kg/ha
Rendimiento en seco en kg/ha asociado con fréjol	3,200 kg/ha
Número de hileras por mazorca	12
Color de la tusa	Roja: 90% y Blanca 10%
Color del grano tierno	Blanco
Color de grano seco	Blanco
Tipo de grano	Harinoso
Textura de grano	Suave

Fuente: En localidades que varían de 2200 a 2800 msnm.

2.7. Requerimientos básicos de suelo y clima

El maíz es muy exigente en cuanto a la fertilidad física del suelo. Esto que a menudo se olvida, puede ser en muchos casos el principal factor limitante de la producción. También son importantes varios aspectos relacionados con el clima. (Basantes, 2017)

- Precipitación: 600 a 1200 mm. Repartidas durante el ciclo del cultivo

- Luz: 1000 a 1500 horas durante el ciclo del cultivo (4 meses).
- Altitud: 2200 a 2800 m
- Temperatura: 10-20 °C y máximas de 30-32 °C
- Suelos de preferencia francos, sueltos (no muy arenosos) ni compacto y ricos en M.O.
- pH: 5,6 – 7,5

2.8. Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua del suelo para disponer de cantidades variables de agua, depende de su textura, de su estructura, de la profundidad de las raíces en dicho suelo... y todo ello afectará a la frecuencia de riego y también a las cantidades de agua aplicadas. Una planta en crecimiento requerirá cantidades variables de agua de acuerdo al momento en el que se encuentre de desarrollo. En el momento de la siembra comienzan las necesidades de agua e irán aumentando desde su nacimiento. Alcanzará su punto máximo durante la etapa reproductiva de su crecimiento y posteriormente irá disminuyendo al ir acercándose el periodo de cosecha. (Pallares, 2014).

2.9. Las necesidades nutricionales del maíz

Los nutrientes disponibles generalmente limitan la producción, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización. Una de las herramientas más confiables para evaluar los niveles de nutrientes es el análisis de suelo. Para hacer un correcto muestreo de suelos, se deben seguir ciertas recomendaciones debido a la estratificación de nutrientes y materia orgánica que se da luego de algunos años de siembra directa. Aspectos tales como profundidad, momento, frecuencia de muestreo, etc., deben ser tenidos en cuenta, para una correcta estimación de disponibilidad de nutrientes. (Chicaiza & Curi, 2020)

Cuadro 3: Requerimientos nutricionales de Maíz

Nutriente	Requerimiento	Índice de Cosecha	Rendimiento de 9000 kg/ha	
	kg/ton grano		Necesidad	Extracción
Nitrógeno	22	0.66	198	131
Fósforo	4	0.75	36	27
Potasio	19	0.21	171	36
Calcio	3	0.07	27	2
Magnesio	3	0.28	27	8
Azufre	4	0.45	36	16
Boro	0.020	0.25	0.180	0.045
Cloro	0.444	0.06	3.996	0.240
Cobre	0.013	0.29	0.117	0.034
Hierro	0.125	0.36	1.125	0.405
Manganeso	0.189	0.17	1.701	0.289
Molibdeno	0.001	0.63	0.008	0.005
Zinc	0.053	0.50	0.477	0.239

Fuente: Ciampitti y García, 2007

2.10. Manejo agronómico del cultivo

2.10.1. Preparación del suelo

Se recomienda preparar el suelo con 2 meses de anticipación para facilitar la descomposición de residuos. Las labores de arado, rastrado y surcado pueden realizarse con tractor o yunta. (Changoluiza, 2015).

2.10.2. Fertilización

Es recomendable hacer un análisis de suelo, para realizar un encalado y/o correctivo. Sin embargo, se puede recomendar N120-P100-K80 kg/ha más 20 kg de Mg/ha. El N y K debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-40 dds. Aplicar micronutrientes al suelo (4-5 kg/ha). Deshierba y aporque. 30-40 dds se aplica fertilizante complementario. Medio aporque: a los 30-40 cm altura planta. Aporque 70 a 80 cm altura. (Basantes, Manejo del Cultivo de Maíz, 2017).

2.10.3. Semilla

La elección se inicia en el campo con la selección de las plantas más sanas de mediana altura, de la inserción de la mazorca, mazorcas bien desarrolladas posteriormente, es fundamental hacer una buena selección de mazorcas sanas bien formadas, hileras y granos uniformes en los que se debe eliminar los granos de la punta y de la base de la mazorca. (Lescano & Claudio, 2012).

Para desinfectar la semilla se debe utilizar Captan 80% (Captan), Vitavax 40% (Carboxin + Captan), Dipel 3.5% (Basillos Turgensis var. Kursaki), Hortene (Acefato), la aplicación debe de acuerdo a las instrucciones que imparte el producto. (Edifram, 2018).

2.10.4. Densidad de siembra

Para incrementar el rendimiento, uno de los esfuerzos ha estado encaminado a incrementar las densidades de siembra en el cultivo de maíz, a tal grado que las densidades se han duplicado en los últimos 50 años, al igual que el rendimiento. En un principio la arquitectura de plantas fueron diferentes (altas, tallo grueso y con hojas extendidas) por lo que no cabían muchas plantas en un mismo sitio, pero conforme se incorporaron insumos como los fertilizantes y se requería elevar la producción, también era necesario que las plantas ocuparan menos volumen para

poder acercarlas y establecer un mayor número por superficie. Uno de los cambios más notables fue el cambio de la estructura de la planta, mismas que evolucionaron a plantas con hojas más erectas. Actualmente es posible encontrar híbridos con diferente arquetipo (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura) (INTAGRI, 2018).

2.10.5. Época de siembra

La época de siembra del maíz suave en la Sierra ecuatoriana varía con la del periodo de lluvias de la zona. En general, en la Sierra Norte la época de la siembra comienza en septiembre y avanza hasta mediados de enero coincidiendo con periodos de lluvia de las zonas de producción. (Alvarado et al. , 2011).

2.10.6. Aporque

El aporque en el cultivo del maíz es una práctica ampliamente generalizada en zonas frías de ladera, donde el maíz se siembra como monocultivo, en asociación con otras especies a en relevo, principalmente con el frijol. El aporque principal cuando el cultivo está de rodillero a cinturero (50 a 70 cm de altura aproximadamente) y reaporque cerca de la maduración fisiológica del maíz El aporque puede hacerse en dos formas: mateado, o sea arrimando tierra alrededor de cada mata, y en caballón, amontonando la tierra a lo largo del surco. (Rivera et al. , 2016).

2.10.7. Riego

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando

más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. (InfoAgro, 2017).

2.10.8. Cosecha

La época de cosecha varía de acuerdo con la variedad, temperatura y altitud. El maíz se puede cosechar en choclo y en seco.

- En Choclo: Para conocer el momento de la cosecha del choclo, se puede abrir un poco las hojas que cubren la mazorca y se comprueba el grado de desarrollo de los granos (el grano se presenta blanco y de aspecto lechoso). También se puede guiar por el color del “pelo” del choclo y se afirma que cuando pasan del dorado al castaño, el maíz estaría listo para cosecharlo. (Yáñez et al. , 2013).
- En Seco: Se realiza la cosecha cuando el grano Este en madurez fisiológica (cuando en la base del grano se observa una capa negra), o dejando secar la mazorca en la planta hasta que esté lo suficientemente seca. Actualmente existen aparatos de muy bajo costo que permiten determinar la humedad directamente en el campo. Si se cosecha con un alto contenido de humedad es necesario poner a secar las mazorcas debido a que los granos con mucha humedad son susceptibles a pudriciones, evitando se produzca un recalentamiento por alta temperatura. (Yáñez et al. , 2013).

2.10.9. Postcosecha

El manejo de la postcosecha en el maíz se refiere a todas las prácticas que se realizan después de la cosecha con la finalidad de disminuir las pérdidas, conservar el producto por más tiempo hasta su comercialización o utilización industrial y minimizar el impacto ambiental. (Izquierdo, 2012).

2.11. El cultivo de maíz tiene un procedimiento:

- Doblado: Estas prácticas se realizan cuando la mazorca ha completado ya su madurez fisiológica, 30 días después se procede a la cosecha, esta práctica disminuye la producción de mazorcas y le permite al productor a recolectar el maíz con el grano más seco.
- Recolección: Esta operación se la puede realizar manualmente o con máquinas evitando daños a las mazorcas, por lo general el maíz recolectando tiene una humedad de 37-38%, los campesinos utilizan un método empírico que consiste en morder el grano para ir a evaluar el secado del grano. (Loor, 2019).

2.12. Fertilización química

El maíz, como todo cultivo requiere de suelos con profundidad adecuada y buena fertilidad natural para desarrollarse y producir de acuerdo a su potencial genético. Si queremos conocer la fertilidad natural del suelo se requiere que el productor tome una muestra de suelo de su terreno y la remita a un laboratorio para su respectivo análisis físico-químico. (Chicaiza & Curi, 2020).

El laboratorio indicara al productor, el tipo de fertilizante comercial, la dosis y épocas de aplicación más adecuadas para las condiciones propias de su terreno. Para dar una recomendación sobre fertilización en determinada región es necesario basarse en la experiencia da la investigación a nivel de finca, análisis de suelo, pH, tipo de suelo y

otros factores ambientales. El 50% de Nitrógeno Urea y toda la formula debe aplicarse al momento de la siembra luego entre los 20 y 30 días después de nacido el maíz aplicar el resto de Nitrógeno. Sin embargo, la planta de maíz utiliza más eficientemente el Nitrógeno si se aplica en tres fracciones: el 33% al momento de la siembra y los otros dos tercios a los 20 y 40 días, respectivamente. (Aldrich, 2010).

Cuadro 4: Recomendaciones para fertilización de Variedades e Híbridos de Maíz.

Cultivos-----	Tipo de Tecnología y QQ's de Fertilizante		
	-----Mínima-----	-----Media-----	-----Alta---
Variedad de polinización Libre	1 de Fórmula	1 de Fórmula	2 de Fórmula
Híbridos	2 de Urea 46%	2 de Urea 46% 2 de Fórmula 3 de Urea 46%	3 de Urea 46% 3 de Fórmula 4 de Urea 46%

Fuente: Aldrich, 2010

2.13. Control de malezas

Las malezas compiten por el agua, la luz y los nutrientes del suelo durante las etapas críticas del desarrollo, reduciendo así los rendimientos. Las malezas que afectan al maíz pueden ser controladas por:

- Métodos Culturales, tales como rotación de cultivo, es decir no hacer continuamente maíz año tras año.
- Métodos Mecánicos, que van de la remoción a mano, corte con azada o machete, hasta el uso de cultivadores. Cuando las plantas tengan unos 15 centímetros de altura se puede pasar una carpidora tirada por caballo para el control de maleza y posteriormente cuando las plantas tengan unos 50 centímetros es conveniente aporcar o palmar, con lo que se dará por terminado

el operativo, requiriéndose eventualmente un macheteado de las malezas si el caso lo requiere.

- Métodos Químicos, con herbicidas. Es posible mejorar el manejo de las malezas cambiando de herbicidas, ya que hay muchos herbicidas que se venden bajo distintos nombres comerciales, lo que uno debe conocer es el nombre del ingrediente activo. (Gerónimo et al. , 2017).

2.14. Almacenamiento

Con la finalidad de conservar el grano en su estado original y evitar que se deteriore y pierda sus cualidades originales, podemos diferenciar entre dos tipos de almacenamiento de cereales: el almacenamiento en atmósfera normal y el almacenamiento en atmósfera modificada. (Guerrero, 2018).

Los sistemas de almacenamiento existentes son de dos tipos:

- I) En Atmósfera normal, los tradicionales.
- II) En Atmósfera modificada (bolsas plásticas).

El grano debe estar seco y frío para disminuir su actividad metabólica. Primero hay que considerar que a humedad y la temperatura son las dos variables que más afectan la actividad de los granos y los demás organismos que viven en el granel. A mayor temperatura y humedad, mayor actividad. Como ejemplo, podemos decir si se recibe maíz con 20% de humedad y a 25 °C de temperatura ambiente, se lo podría almacenar por 12 días, pero si la temperatura sube a 30 °C solo se lo podría almacenar por 7 días en esas condiciones. (Alvear, 2016).

2.15. Plagas

2.15.1. Gusano trozador (*Agrotis ipsilon* Hunfnaget)

Las larvas muerden los tallos y destruyen las plantas en secciones de surco, consumen las raíces, cortan el cuello de la planta y consumen hojas tiernas, especialmente perjudiciales en plantas jóvenes. Al terminar de comer una planta se trasladan a la planta más cercana. Tienen hábitos alimenticios nocturnos; durante el día se les encuentra enterrados en el suelo cerca de las plantas. Esta plaga tiene hábitos solitarios, comúnmente se alimentan de plantas de semillero a nivel del suelo, cortan el tallo. Las larvas en ocasiones se alimentan de las raíces. Esta plaga puede hacer daño en los campos recién sembrados. (Chango, 2018).

2.15.2. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

El cogollero es una de las plagas más importantes del maíz. Puede atacar también al sorgo. Se presenta durante todo el año, pero la intensidad de sus poblaciones y daños varían de acuerdo a la época del año y zona del país donde se presenta. En el norte de Nicaragua su incidencia es relativamente baja. Los daños no son tan intensos como en el Pacífico, donde los campos de maíz pueden ser totalmente destruidos por este insecto que perjudica las partes aéreas de las plantas. En las siembras de primera, generalmente las poblaciones son menores que en postrera. (Jiménez, 2016).

2.16. Control químico

Se puede hacer control químico con un producto granulado como Counter 10% G a razón de 15 libras por manzana, aplicado a mano. También se puede controlar con la preparación de un quintal de arena o aserrín, mezclado con 60cc. De Lorsban 4 E.C. (Rocket, 2020).

2.16.1. Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*)

En maíz, las larvas al eclosionar, recorren un camino dentro de los pelos del maíz hacia la mazorca, donde el canibalismo normalmente reduce su número a uno por mazorca. Ahí se alimentan de los granos superiores, a veces penetran más, dejando un túnel lleno de excremento. Asimismo las perforaciones sirven de entrada a organismos como hongos, bacterias, gorgojos y otros insectos. En el sorgo se alimentan del grano en desarrollo. (INIAP, 2014).

2.17. Control químico

Para el control de las poblaciones del gusano elotero se hacen aplicaciones de Cypermctrina (dosis: 0,14 a 0,36 l/ha), Endosulfán (dosis: 1,4 a 2,8 l/ ha), Cypermctrina + Dimetoato (dosis: 1 a 2 l/ha). Imidacloprid, Deltamethrin (0,4 a 0,5 l/ha), Thiodicarb, Imidacloprid, Beta-Cyfluthrin (dosis: 0,5 a 0,75 l/ha), Cyfluthrin (dosis: 0,3 a 1,4 l/ ha). (Chango, 2018).

2.17.1. Gorgojo (*Pagocerus forii*)

Los gorgojos forestales o de plantas ornamentales suelen provocar daños en las plantas que parasitan, llegando incluso a provocar su muerte. Esto es especialmente dañino en caso de afectar a especies protegidas, como por ejemplo la palmera canaria (*Phoenix canariensis*), o plantaciones con importancia natural y cultural como el palmeral de Elche, declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en el año 2000 y afectado por una plaga de picudo rojo en el año 2005. (Yusmaira et al. , 2011).

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. (Changoluiza, 2015).

2.18. Enfermedades

2.18.1. Carbón del maíz (*Ustilago maydis*).

Hongo que parasita plantas de maíz (*Zea mays*), produciendo tumores de hasta 10 cm de diámetro en las inflorescencias. Primero es de color blanco y luego pasa a negro, hecho por el que se llama carbón del maíz y que es el color que dan las esporas de resistencia, las teliósporas, una vez formadas. Forma Soros en tallos, hojas e inflorescencias (tanto masculinas como femeninas) a modo de pústulas o manchas irregulares de tamaños considerables, al principio cubiertos por una membrana lisa, fina, grisácea, que luego se hace parda y rompe liberando la masa de esporas. Esporas globosas, subglobosas, ovoides o algo alargadas e irregulares, de 7 - 11 x 7 - 13 μm , de color pardo verdoso, con una pared de 0.5 μm de grosor, finamente equinulada. Germinan originando un basidio de cuatro células que porta lateral y terminalmente las basidiosporas; a menudo, la parte superior del basidio se separa del resto por una zona de fragmentación. Micelio intracelular predominantemente. (Izquierdo, 2012).

2.18.2. Tizón foliar (*Helminthosporium turcicum*).

El agente causal de Tizón foliar es el hongo saprófago denominado en su forma asexual *Exserohilum turcicum* (previamente clasificada como *Helminthosporium turcicum*), un hongo de climas húmedos donde el maíz es cultivado. Sobrevive en residuos del cultivo de maíz y crece a través del tiempo en sistemas de cultivo con altos residuos de cosecha. Favorecido por mucho rocío, lloviznas frecuentes, alta humedad y temperaturas templadas. Las esporas son dispersadas por el golpe de agua de lluvia y el aire frecuente sobre las hojas de cultivo en la primavera y verano. Las esporas pueden ser transportadas por el viento largas distancias. La infección ocurre

cuando las temperaturas oscilan entre 18 y 22 °C y hay alta humedad relativa, lluvias constantes y/o presencia de rocío. (Pionner, 2014).

2.18.3. Pudrición de mazorca (*Gibberella fujikuroi* y *Fusarium moniliforme*)

La pudrición de la mazorca, causada por hongos, principalmente del género *Fusarium*, es una de las enfermedades más dañinas del maíz en el mundo, pues en países desarrollados llega a reducir el rendimiento en más del 40%. Diferentes especies de *Fusarium* pueden causar secadera y tizón de plántulas, pudrición de raíces y tallos, además de dañar las mazorcas antes de la cosecha o los granos de maíz que se almacenan en condiciones inadecuadas. (Andrade, 2018).

2.19. Agricultura de conservación

La agricultura de conservación resulta atractiva a los agricultores por varios motivos: ahorra tiempo y dinero, el período para plantar puede ser más largo, conlleva a una mayor tolerancia a las sequías y generalmente a mayores rendimientos. A pesar de estas importantes ventajas, los agricultores todavía demoran en adoptar esos cambios tan radicales. Pero en Brasil, la principal razón de la rápida adopción del sistema es que los propios agricultores son muy activos en promoverla. Desde un inicio han estado abocados a crear asociaciones y redes, involucrando también a técnicos y a investigadores de la Asociación Brasileña de Labranza Cero para los Trópicos (ZTAT, en portugués) o de los ‘Clubes Amigos da Terra’ (CAT). Estos grupos y redes apoyan a sus miembros y han resultado ser muy efectivos para la difusión de agricultor a agricultor, y para la aceptación de las ideas y de las tecnologías. También se están convirtiendo en grupos importantes de presión local, que demandan mejoras en el entorno político e institucional, y apoyo político y legal para sus iniciativas. (Vaneph & Benites, 2021).

2.20. Cobertura orgánica del suelo

Mantener cubierta la superficie del suelo es un principio fundamental en la agricultura de conservación. Los residuos de los cultivos se dejan sobre la superficie del suelo, pero puede ser necesario recurrir a cultivos de cobertura si el intervalo de tiempo entre la cosecha de un cultivo y el establecimiento del siguiente es demasiado largo. Los cultivos de cobertura mejoran la estabilidad del sistema de agricultura de conservación, no solo por el mejoramiento de las propiedades del suelo, sino también por su capacidad para favorecer una mayor biodiversidad en el ecosistema agrícola. Mientras que los cultivos comerciales tienen un valor de mercado, los cultivos de cobertura se utilizan principalmente por sus efectos sobre la fertilidad del suelo o como forraje para el ganado. En regiones en las que se producen cantidades menores de biomasa, como las regiones semiáridas o las zonas con suelos erosionados y degradados, los cultivos de cobertura son beneficiosos porque:

- Protegen el suelo durante los períodos de barbecho.
- Movilizan y reciclan los nutrientes.
- Mejoran la estructura del suelo y rompen las capas compactadas y las capas duras.
- Permiten una rotación en un sistema de monocultivo.
- Pueden usarse para controlar malezas y plagas. (Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación). (FAO, 2021).

2.21. Labranza reducida

La labranza reducida que generalmente era posible realizarla con la mano. Los antiguos egipcios y los incas en los Andes de América del Sur efectuaban con un palo un agujero en el suelo y ponían las semillas con la mano en la tierra sin labrear. Incluso en la actualidad, en algunas partes del mundo se colocan las semillas en un agujero después de eliminar el bosque quemándolo. Sin embargo, con el uso de los animales y desarrollo de las máquinas, la labranza rápidamente se convirtió en

sinónimo de la agricultura. Los sistemas de labranza reducida pueden influir positivamente en la abundancia y riqueza de las lombrices. Aunque se las considera como indicadores prácticos del tipo de manejo de suelo que se está realizando, se observan ausencias en el conocimiento sobre cómo afectan los factores físicos, químicos y biológicos sobre su distribución y abundancia. Las lombrices y las hormigas pueden modificar la estructura del suelo a través de la formación de macroporos y de la formación de agregados los cuales junto a otros organismos la intervienen en el ciclo de los nutrientes, promueven el desarrollo radicular y por ende mejoran los cultivos y sus rendimientos. (Manetti, 2019).

2.22. Niveles adecuados de residuos

La cantidad de residuos que se deja inicialmente sobre la superficie del suelo cambia a través del tiempo y está condicionada por la ocurrencia de varios factores. La velocidad del proceso de descomposición modifica la presencia de residuos y depende, en principio, de las condiciones de temperatura, humedad y actividad biológica. El consumo de los residuos que el ganado aprovecha como alimento modifica su cantidad y depende, en gran parte, de la intensidad, la duración y la existencia de otras fuentes de forraje. Cada región, dada su condición ambiental y socioeconómica, tiene características particulares para el desarrollo de la labranza de conservación (Velázquez et al. , 2002).

2.23. Influencia de la agricultura de conservación

La Agricultura de Conservación se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, el agua y todos los recursos agrícolas. Su característica principal es que bajo formas específicas y continuadas de cultivo la regeneración del suelo es más rápida que su degradación, de modo que la intensificación de la producción agrícola es económica, ecológica y socialmente sostenible. La agricultura de conservación busca una producción sostenible y rentable, basada en tres principios:

una perturbación mínima y cobertura permanente del suelo, características de la siembra directa y la rotación de cultivos. Considerada una solución a la inseguridad alimentaria y un mecanismo de adaptación al cambio climático, apropiado para el Caribe, esta práctica agrícola da réditos a sus seguidores. (Lorenzo, 2011).

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:

- 1 Reducción en labranza:** El objetivo es lograr un sistema con cero labranza (es decir, sin labranza) pero el sistema puede involucrar sistemas de siembra con labranza controlada que por lo general no perturben más del 20-25 % de la superficie del suelo.
- 2 Retención de los niveles adecuados de residuos del cultivo y cobertura de la superficie del suelo:** El objetivo es la retención de suficientes residuos sobre el suelo para: proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica;
 - Reducir los escurrimientos de agua y la evaporación
 - Mejorar la productividad del agua
 - Mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo asociadas con una productividad sustentable a largo plazo.
- 3 Uso de rotación de cultivos:** El objetivo es usar una rotación de cultivos diversificados para:
 - Ayudar a moderar/mitigar posibles problemas de malezas, enfermedades y plagas
 - Utilizar los efectos benéficos de algunos cultivos sobre las condiciones del suelo y sobre la productividad del próximo cultivo

- Proporcionar a los agricultores opciones económicamente viables que minimicen los riesgos. (Verhulst et al. , 2015).

2.24. Influencia de labranza

La labranza es una secuencia de actividades que, a través del tiempo, deben conducir a la formación de un suelo óptimo, con el fin de permitir que las raíces puedan explorar el mayor volumen de este y absorber los nutrientes disponibles. Así lo explicaron Álvaro Rincón Castillo y Samuel Caicedo Guerrero, investigadores del Centro de Investigación de La Libertad de Agrosavia (antes Corpoica), en el artículo "Establecimiento de pastos en sistemas ganaderos de los llanos colombianos".

De forma general, la labranza se hace para corregir cualquier factor fisicoquímico que procesa el suelo y controlar los procesos degradativos, de manera que la planta pueda expresar todo su potencial genético. (Calvache, 2021).

2.25. Influencia del manejo de residuos

Desde el punto de vista ambiental y de salud pública, el manejo adecuado de los residuos en las etapas que siguen a su generación permite mitigar los impactos negativos sobre el ambiente, la salud y reducir la presión sobre los recursos naturales. El reusó y reciclaje de materiales son fundamentales para reducir la presión sobre los ecosistemas y otras fuentes de recursos de las que se extraen. Paralelamente disminuye el uso de energía y de agua necesaria para su extracción y procesamiento, así como la necesidad de espacio para disponer finalmente los residuos. (Acosta, 2009)

2.26. Erosión del suelo

El desarrollo de la erosión puede adoptar un ritmo diferente dependiendo de las circunstancias. Dependiendo de lo rápido de su progreso, puede afectar a la

productividad de la tierra, la fertilidad del suelo, degradar la calidad del agua y dañar el drenaje del agua. La humedad es un factor importante para que el suelo sea productivo reconocido por los agricultores de todo el mundo. La erosión, a su vez, facilita el proceso de contaminación de las aguas subterráneas y la rigidez de la estructura del suelo impide el flujo de agua en las capas más profundas. El efecto de un drenaje deficiente aumenta la erosión debido a un suelo densamente poblado y la productividad del campo podría perderse debido a niveles insuficientes de humedad. Otro efecto perjudicial de la erosión es el aumento del nivel de ácidos en el suelo a medida que la estructura biológica se deteriora. Una vez que las masas orgánicas se diluyen en las capas superiores del suelo, el suelo ya no es capaz de mantener un nivel aceptable de pH. (Padilla, 2020).

2.27. Disponibilidad de los nutrientes

El término nutriente disponible se aplica a los minerales que están solubles en la solución del suelo y que pueden ser absorbidos por las plantas. Los nutrientes solubles en el suelo se originan de reacciones químicas inorgánicas a partir de la roca madre o mediante procesos biológicos (reacciones bioquímicas). La mayoría de los procesos microbianos involucrados en la disponibilidad de nutrientes están relacionados con la liberación de los elementos minerales durante el proceso de descomposición de los restos orgánicos que se depositan en el suelo. Muchas moléculas orgánicas poseen elementos minerales mayoritariamente N, P y S, por ej. Proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas, etc. Durante el proceso de descomposición las cadenas carbonadas de dichas moléculas orgánicas son utilizadas como fuente de energía y C, mientras que los componentes minerales son liberados siguiendo diferentes vías según el mineral de que se trate. El proceso de liberación de minerales de las moléculas orgánicas se denomina mineralización. (Badillo, 2016)

2.28. Sistemas de labranzas

Se define como un sistema de producción que involucra la rotación de cultivos, el uso de coberturas y/o abonos verdes y la no labranza del suelo. Permite la siembra del cultivo sin ninguna labor de preparación, pero requiere suelos sin limitantes físicos, químicos y biológicos, además de una sembradora especializada. (Calvache, 2021).

2.29. Labranza mínima y labranza cero

Con los sistemas de labranza mínima y labranza cero, los productores tienen una herramienta alternativa para una mejor conservación del suelo. Esta práctica con la que se elimina el arado o se labra la tierra poco tiempo antes de la siembra, ofrece un método inmediato de siembra a la cosecha del último cultivo, situación que con la labranza convencional no es funcional pues necesita de mayores rangos de tiempo. (Lorenzo, 2011).

Otras ventajas de esta práctica son disminuciones en pérdidas por erosión, aumento de los niveles de materia orgánica en el suelo y de la productividad, ya que permite una siembra más óptima y precisa con relación al tiempo de espera normal entre dos cultivos. A su vez, las semillas pueden germinar más rápido pues son sembradas a poca profundidad. Con la labranza mínima también se reduce la pérdida del agua de riego por evaporación, lo que implica un benéfico impacto ambiental y ahorro de recursos. (Cardona, 2017).

Labranza cero (o siembra directa), rotación de cultivos y cultivos de cobertura con abono verde son elementos esenciales para el éxito de la expansión de la agricultura de conservación en Latinoamérica. Los agricultores se han dado cuenta que la labranza cero por sí sola resulta un sistema imperfecto e incompleto, en el cual tiende a aumentar la presencia de enfermedades, maleza y plagas, y a disminuir las utilidades. La investigación llevada a cabo en el sur de Brasil también demuestra que las prácticas de labranza cero, en combinación con rotaciones apropiadas de cultivos,

reducen de manera significativa la infestación de maleza. Basándose en esta observación, ha aparecido un enfoque más integrado de labranza cero, que ahora la FAO conoce como «agricultura de conservación». (Vaneph & Benites, 2021).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del ensayo

Esta investigación fue realizada en:

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintimilla
Dirección	Laguacoto III Km 1.5 Vía Guaranda- San Simón

3.2. 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	980 mm
Heliofanía media anual	900/h/1/año
Humedad relativa media anual	70%
Velocidad promedio anual del viento	6 m/s

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

3.3. Zona de vida

De acuerdo a la zona de vida, la localidad se encuentra dentro del bosque Seco Montano Bajo (bs-MB). (Holdridge, L. 1979)

3.4. Materiales

3.4.1. Materia experimental

La investigación tuvo como material experimental a 18 parcelas de validación, implementadas por el programa de semillas UEB, con diferentes sistemas de labranza y manejo de rastrojos, para el cultivo de maíz suave, en la Granja Experimental Laguacoto III.

3.4.2. Material de campo

- Lote de terreno de 3000 m²
- Botas de campo
- Herbicidas: (Atrazina, 24D Amina, Paraquat, Glifosato.)
- Insecticidas (karate, Cipermetrina)
- Fertilizantes (18-46-00, Sulphomag, UREA)
- Baldes plásticos
- Azadones
- Rastrillos
- Machete
- Estacas de madera
- Piola plástica
- Bomba de mochila
- Flexómetro
- Calibrador de vernier

- Cámara fotográfica

3.4.3. Material de oficina

- Computadora
- Impresora
- Internet
- Flash
- Hojas INEN 4
- Lápiz, Esfero grafico
- Libro de campo
- Calculadora
- Programa estadístico STADISTIXS 9.0
- Transporte

3.5. Métodos

3.5.1. Factor en estudio

Sistema de producción de maíz, con 6 tipos de alternativas tecnológicas, que incluyen sistemas de labranza y disposición de residuos de cosecha.

3.5.2. Tratamientos

Se consideró un tratamiento a cada alternativa tecnológica o sistema de cultivo según el siguiente detalle:

Número de Tratamientos	Prácticas de Labranza	Manejo de rastrojo	Rotación
T1 (Testigo)	Convencional	Sin residuos (Testigo absoluto)	MM: Maíz - Maíz
T2	Convencional	Con Residuos 100%	MM: Maíz - Maíz
T3	Reducida	Con Residuos 100%	MM: Maíz - Maíz
T4	Reducida	Con Residuos 50%	MM: Maíz - Maíz
T6	Reducida	Con Residuos 50%	MF: Maíz - Frejol
T8	Reducida	Con Residuos 50%	MQ: Maíz - Quinoa

3.6. Procedimiento

Tipo de diseño: Diseño de Bloques Completos al Azar:

Número de tratamientos:	6
Número de repeticiones:	3
Número de Unidades Experimentales:	18
Área de parcela total:	8 m x 9 m= 72 m ²
Área de parcela neta:	6 m x 7 m= 42 m ²
Área total del ensayo:	72 m ² x 18 u e= 1296 m ²

3.6.1. Tipo de análisis

Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	$\frac{1}{2} e + 6 \frac{1}{2}$ bloques
Tratamientos(t-1)	5	$\frac{1}{2} e + 3 \Theta 2 t$
Error Experimental (t-1)(r-1)	10	$\frac{1}{2} e$
Total (txr) -1	17	

Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

- Prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de tratamientos.
- Correlación y regresión lineal.
- Análisis económicos de la relación beneficio/costo.

3.7. Métodos de evaluación y datos tomados.

3.7.1. Porcentaje de Emergencia (PE)

Se evaluó dividiendo el número de plantas emergidas para el número de semillas sembradas y se multiplicó por cien, esta actividad se realizó en cada parcela a los 25 días después de la siembra.

3.7.2. Altura de planta (AP)

Se determinó con la ayuda de un flexómetro, en centímetros en la etapa de madurez fisiológica en una muestra al azar en 10 plantas de cada parcela neta, midiendo desde la base del tallo hasta el inicio de la inflorescencia masculina. Con los datos obtenidos se procedió a calcular la altura promedio por planta en centímetros para cada unidad experimental.

3.7.3. Días a la floración masculina (DFM)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando aproximadamente un 50% de las plantas presentaron floración masculina.

3.7.4. Días a la floración femenina (DFF)

Se evaluó el número de días transcurridos desde de la siembra hasta contar aproximadamente con el 50% de las plantas con presencia de estigmas expuestos, con al menos 2 cm de largo.

3.7.5. Días a la cosecha en choclo (DCCH)

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando las plantas estuvieron listas para realizar la cosecha del maíz que se encuentre en estado lechoso (choclo), para lo cual se realizó la observación y conteo en la parcela total.

3.7.6. Rendimiento de choclo en sacos por hectárea (RCHSH)

En cada parcela, se contó el número de choclos de cada clase, en base a la norma INEN que establece tres categorías: pequeños (III), medianos (II), grandes (I). Después se estimó en sacos/ha, para lo cual se tomó de referencia que un saco para el mercado local donde 100 choclos fueron clase I, 130 choclos fueron clase II y 160 choclos fueron clase III.

3.7.7. Altura de inserción de mazorca (AIM)

Dato que fue evaluado con la ayuda de un flexómetro, expresado en centímetros, tomados de 10 plantas al azar de cada parcela neta, tomando en cuenta la distancia desde la base de la planta (raíz coronaria) hasta el nudo donde se inserte la mazorca principal.

3.7.8. Porcentaje de acame de raíz (PAR)

Se observaron las plantas que presentaron una inclinación de 45° o más, este dato fue evaluado durante la cosecha y sus resultados se encuentran expresados en porcentaje en función del número total de plantas por parcela.

3.7.9. Porcentaje acame de tallo (PAT)

Variable que se evaluó en el momento de la cosecha, a través de un conteo directo, en las plantas que presentaron tallo quebrado, bajo la inserción de la mazorca superior, expresando en porcentaje los resultados.

3.7.10. Días a la cosecha en seco (DCS)

Se estimó el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando un 80% de las plantas presentaron mazorcas con granos en estado de madurez fisiológica, para realizar la cosecha en seco.

3.7.11. Número de plantas con mazorca (NPCM)

Esta variable se registró en la cosecha, contando la totalidad de plantas que hayan formado mazorcas.

3.7.12. Número de plantas sin mazorca (NPSM)

Esta variable se registró en la cosecha, contabilizando la totalidad de plantas que no hayan formado mazorca.

3.7.13. Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM)

Esta variable se registró en la cosecha, se contabilizó la totalidad de plantas que cuentan con 2 mazorca, y expresado en porcentaje.

3.7.14. Diámetro de la mazorca (DM)

Con la ayuda de un calibrador de vernier, se evaluó en cm la sección media de 10 mazorcas seleccionadas al azar, en el momento de la cosecha.

3.7.15. Longitud de mazorca (LD)

Con el empleo de un flexómetro, se desarrolló la medición desde la base del raquis, hasta el ápice de la misma, expresando los resultados en cm.

3.7.16. Sanidad de la mazorca (SM)

Se registró en 10 mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela neta, en donde se evaluó aspectos como signos de pudrición, según la escala 1 a 6 propuesta por el CIMMYT (1986).

Valor	Porcentaje de granos afectados	Calificación	Valor medio
1	0%	Pudrición ausente	0
2	1-10%	Pudrición ligera	5,5
3	11-25%	Pudrición moderada	18
4	26-50%	Pudrición Severa	38
5	51-75%	Pudrición muy severa	63
6	76-100%	Pudrición extrema	88

3.7.17. Tamaño del grano (TG)

Con el empleo de zarandas calibradas en 12mm, 10mm y 8mm se procedió a clasificar el grano por tamaño en la Planta Procesadora de Semillas de la UEB, posteriormente se pesó y se estableció porcentajes en base al peso total.

3.7.18. Porcentaje de humedad del grano (PHG)

Variable que se procedió a evaluar una vez realizada la cosecha, con un medidor portátil de humedad, expresando los resultados en porcentajes.

3.7.19. Porcentaje de Desgrane (PD)

Variable que se procedió a evaluar en 10 mazorcas que fueron seleccionadas al azar en la parcela neta, realizando un peso inicial y luego procederemos a pesar el grano, con la ayuda de una balanza digital, datos que fueron expresados en porcentajes.

3.7.20. Rendimiento de Kg/parcela (RP)

Con el empleo de una balanza de reloj, se procedió a pesar en Kg/parcela, el total de mazorcas cosechadas en cada una de las unidades experimentales.

3.7.21. Rendimiento por Kg/ha (R Kg/ha)

Cuando se haya realizado la cosecha total, se procedió a evaluar con la ayuda de la siguiente formula:

$$R = PCP * \frac{10000m^2/ha}{ANCM^2/ha} * \frac{100 - HC}{100 - HE} * D$$

R= Rendimiento de maíz en Kg/ha

PCP= Peso de Campo por Parcela en Kg.

ANC= Área Neta cosechada en m^2

HC= Humedad de Cosecha.

HE= Humedad Estándar 13%

D= Porcentaje de Desgrane

3.8. Manejo del ensayo.

3.8.1. Preparación del suelo.

Las parcelas con Labranza Convencional, fueron preparadas con el uso de azadones 15 días antes de la siembra para el barbecho y surcado. En la Labranza Reducida 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 20 cm de profundidad con la ayuda de azadones.

3.8.2. Fertilización química

Como fertilización inicial para el maíz, se aplicó al fondo del surco una mezcla de dos sacos de 50kg de 18 – 46 – 00 y un saco 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 N, se aplicó tres sacos de 50 Kg de urea/ha. Esta dosis se fraccionó en tres momentos: 30; 60 y 90 días. La urea se aplicó en banda lateral en el cultivo de maíz y se tapó con suelo húmedo.

3.8.3. Siembra y tape

Se utilizó azadones para realizar los surcos y poner tres semillas por cada sitio a una distancia de 0,90 cm entre surcos y 0,50 cm entre plantas. Se tapó las semillas con azadones a una profundidad aproximada de 10 cm. Se realizó el raleo a los 30 días, dejando dos plantas/sitio, lo que nos dio una población aproximada de 50,000 plantas/ha.

3.8.4. Manejo de rastrojos o restos vegetales

El rastrojo o restos vegetales del maíz del ciclo anterior de acuerdo a los tratamientos, fue conservado en un 50% y el 100% en cada unidad experimental.

3.8.5. Control de plagas.

Se realizó el control del gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), gusano de la mazorca (*Heliothis zea*) y mosca de mazorca (*Euxesta eluta*), de manera preventiva y de control, cuando se presentaron superando el umbral de daño económico, con aplicaciones de insecticidas de preferencia sello verde o azul como Acefato en dosis de 40 g/20l de agua y Clorpirifos en dosis de 30 cc/20l de agua.

3.8.6. Control de malezas.

El control de malezas se realizó aplicando Atrazina en pre emergencia, en una dosis de 2 kg/ha y además se realizaron deshierbas manuales complementarias en el sistema convencional. El control de malezas en la labranza reducida para maíz, se aplicó el herbicida Glifosato en dosis de 2,5 l/ha, 15 días antes de la siembra. Para el control complementario, se empleó Paraquat en dosis de 120 cc/20 l de agua en forma focal según los requerimientos.

3.8.7. Cosecha y selección.

Cuando se presentó la fase de madurez fisiológica, se realizó la cosecha y selección, en forma manual en cada unidad experimental, se registró el peso correspondiente en kg/parcela y luego se clasificó el grano en semilla y comercial.

3.8.8. Desgrane.

Una vez cosechadas, pesadas, seleccionadas y clasificadas las mazorcas fueron desgranadas manualmente evitando mezclar el grano sano con algunos contaminados o con daño de insectos.

3.8.9. Secado

El secado, se efectuó en forma natural en un tendal, hasta cuando el grano tuvo un contenido del 13% de humedad.

3.8.10. Aventado

Se realizó con la ayuda del viento y con una limpiadora experimental del Proyecto de Investigación y Producción de Semillas de la UEB.

3.8.11. Almacenamiento

El germoplasma previamente etiquetado, seco y limpio se guardó en recipientes de plástico para su conservación o almacenamiento a una temperatura de 12 a 15°C, humedad relativa inferior al 70% y 13% de humedad del grano.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Variables agronómicas del maíz

Cuadro 5: Resultados estadísticos y prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de tratamientos en las variables: Porcentaje de Emergencia (PE); Altura de planta (AP); Días a la floración masculina (DFM); Días a la floración femenina (DFF); Días a la cosecha en choclo (DCCH); Rendimiento de choclo en sacos por hectárea (RCHS); Altura de inserción de mazorca (AIM); Porcentaje de acame de raíz (PAR); Porcentaje acame tallo (PAT); Días a la cosecha en seco (DCS); Número de plantas con mazorca (NPCM); Número de plantas sin mazorca (NPSM); Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM); Diámetro de la mazorca (DM); Longitud de mazorca (LM); Sanidad de la mazorca (SM); Tamaño del grano I (TGI); Tamaño del grano II (TGII); Tamaño del grano III (TGIII); Porcentaje de humedad del grano (PHG); Porcentaje desgrane (PD); Rendimiento de Kg/parcela (R Kg/p); Rendimiento por Kg/ha al 13% de humedad (R Kg/ha), Laguacoto, Guaranda, 2021.

Variable	Tratamiento						\bar{x}	(CV%)
	T1	T2	T3	T4	T6	T8		
(PE) (NS)	98.04 A	94.45 A	94.12 A	91.83 A	91.50 A	97.71 A	94.61 %	4.30
(AP) (NS)	292.10 A	293.97 A	294.77 A	304.97 A	297.93 A	319.07 A	300.47 cm	3.47
(DFM) (**)	127 BC	128 B	127 CD	126 D	125 E	129 A	127 días	0.25
(DFF) (**)	132 B	134 A	131 C	132 B	134 A	132 BC	132 días	0.33
(DCCH) (*)	180 A	181 A	180 A	180 A	180 A	180 A	180 días	0.22
(RCHSH)	362	360	361	362	375	372	365	0.41

(**)	B	B	B	B	A	A	Sacos	
(AIM)	157.50	158.77	160.83	163.03	162.07	161.47	160.61	3.65
(NS)	A	A	A	A	A	A	cm	
(PAR)	3.14	3.95	3.72	3.83	3.30	3.85	3.62%	12.62
(NS)	A	A	A	A	A	A		
(PAT)	31.23	25.74	16.98	16.19	10.98	12.36	18.91%	15.87
(**)	A	A	B	B	B	B		
(DCS)	267	268	269	268	267	267	267 días	0.09
(**)	BC	B	A	B	C	C		
(NPCM)	85	84	80	78	81	86	82	5.94
(NS)	A	A	A	A	A	A	Plantas	
(NPSM)	11	11	12	11	12	10	11	10.77
(NS)	A	A	A	A	A	A	Plantas	
(PPCDM)	3.82	3.83	3.59	3.71	3.57	4.13	3.78 %	13.80
(NS)	A	A	A	A	A	A		
(DM)	5.12	5.26	5.04	5.34	5.34	5.36	5.24	2.41
(*)	A	A	A	A	A	A	cm	
(LM)	16.08	17.63	17.84	16.85	18.08	17.01	17.25	4.23
(*)	A	A	A	A	A	A	cm	
(SM)	2	2	2	2	2	2	2.28	22.19
(NS)	A	A	A	A	A	A	Escalas	
(TG I)	49.21	57.15	50.96	33.17	58.85	40.13	48.24 %	0.17
(**)	D	B	C	F	A	E		
(TG II)	45.36	39.45	44.34	59.14	37.81	53.58	46.61 %	0.18
(**)	C	E	D	A	F	B		
(TG III)	5.43	3.40	4.69	7.69	3.34	6.29	5.14 %	0.18
(**)	C	E	D	A	F	B		
(PHG)	21.88	25.30	24.67	25.07	24.97	24.67	24.42 %	12.19
(NS)	A	A	A	A	A	A		
(PD)	20.78	19.65	24.45	26.23	29.22	19.06	23.23 %	0.76
(**)	D	E	C	B	A	F		
(RP)	6.05	9.34	9.43	6.73	6.04	9.44	7.84	4.46

(**)	B	A	A	B	B	A	Kg/p	
(RH)	2517	3706.6	3779.9	2681.6	2409.1	3782.1	3146.1	0.41
(**)	D	B	A	C	E	A	Kg/ha	

Promedios con distintas letras son estadísticamente diferentes al 5%: NS= No significativo; *=significativo al 5%; **=Altamente significativo al 1%.

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Guastay E y Chochos W

Variables agronómicas. Cultivo de maíz INIAP-111 Guagal Mejorado

La respuesta agronómica de los seis tratamientos (Alternativas tecnológicas) son estadísticamente similares (NS) en relación a las variables: Porcentaje de emergencia, Altura de planta, Altura de inserción de mazorca, Porcentaje de acame de raíz, Número de plantas con mazorca, Número de plantas sin mazorca, Porcentaje de plantas con dos mazorcas, Sanidad de la mazorca, Porcentaje de humedad del grano (Cuadro 5). Estos resultados nos infieren que el tipo de labranza y los residuos vegetales, no repercutieron significativamente en los valores promedios de los componentes agronómicos del maíz INIAP-111 y más bien son atributos varietales y dependen de su interacción genotipo ambiente y especialmente las condiciones de humedad, temperatura, vientos, calor, cantidad y calidad de la luz solar, sanidad y entre otros.

Los valores registrados de los componentes de las variables agronómicas de esta investigación, son equivalentes a la ficha técnica de la variedad INIAP-111 (INIAP.2015). La variedad INIAP-111, es de ciclo tardío, tolerante a la sequía, resistente al acame de tallo y raíz, enfermedades foliares, excelente calidad de maíz para choclo, grano seco para la transformación del mote y otros subproductos del cultivo.

El grupo de variables que presentaron diferencias significativas fueron: Días a la floración masculina, Días a la floración femenina, Días a la cosecha en choclo, Rendimiento de choclo en sacos por hectárea, Porcentaje acame tallo, Días a la cosecha en seco, Diámetro de la mazorca, Longitud de mazorca, Tamaño del grano I,

Tamaño del grano II, Tamaño del grano III, Porcentaje desgrane, Rendimiento de Kg/parcela, Rendimiento por Kg/ha al 13% de humedad.

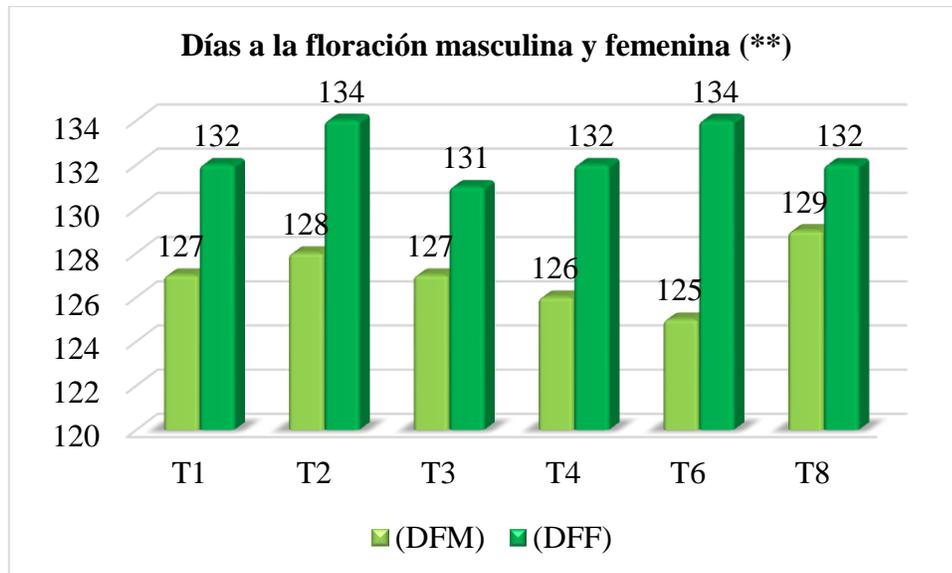


Gráfico 2: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variables días a la floración masculina y femenina, Laguacoto 2021.

La floración masculina y la floración femenina, presentaron diferencias estadísticas marcadas en los diferentes tratamientos, pudiendo observar una mínima precocidad en T6 (labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) en el caso del apareamiento de la espiga, mientras que la parcela más tardía se observó en el T8 (labranza reducida + 50% de residuos), con la diferencia de que el T8 tuvo previamente un sistema de rotación con el cultivo de Quinua, en el ciclo previo de producción; por lo cual quizás esta dinámica de asociación de cultivos pudo generar la diferencia en el tiempo de floración masculina.

En el caso de la floración femenina, para el cultivo de maíz, esta se presenta posterior a la floración masculina, y para el presente caso, se mantienen las diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, pudiendo determinar que el T3 (Labranza reducida + 100% de residuos de cosecha) fue el más precoz en relación a los diferentes tratamientos, aunque numéricamente el rango de días transcurridos entre los mismos teóricamente no presentaría un problema para su manejo técnico,

orientado además porque todas las parcelas utilizan la misma variedad de maíz. (Cuadro No.5 y gráfico No.2).

Los días de floración femenina y masculina, son un aspecto fisiológico de mucha importancia para los procesos de polinización y fecundación de una planta, en donde se pueden asegurar mayores y mejores niveles de productividad. En el caso específico del experimento, dependieron de la cantidad de residuos vegetales aportados a cada parcela y el sistema de labranza; teniendo en cuenta que este aspecto puede estar condicionado además por la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas, posibles cambios bruscos de temperatura, humedad relativa y del suelo, entre los principales.

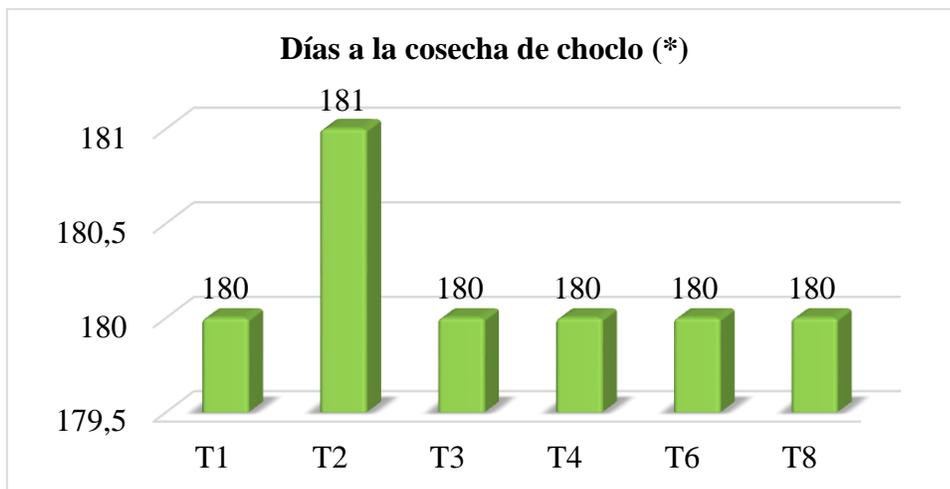


Gráfico 3: Resultados promedios de los seis tratamientos en la variable días a la cosecha en choclo, Laguacoto 2021.

En cuanto a la variable días a la cosecha de choclo, presentó una significancia estadística mostrando que el tratamiento T2 (Convencional + 100% de residuos de cosecha) fue el más tardío en presentar días a la cosecha, frente al resto de los tratamientos que fueron más precoces en estar listos para días a la cosecha en choclo. (Cuadro No.5 y gráfico No.3).

Las diferencias entre los tratamientos tienen una relación con los días de floración femenina y masculina, siendo un aspecto fisiológico, por lo que se pudo haber

generado una pequeña diferencia en la maduración del cultivo, esta variable pudo haber tenido una afectación por la disponibilidad de nutrientes, por el sistema de labranza empleado.

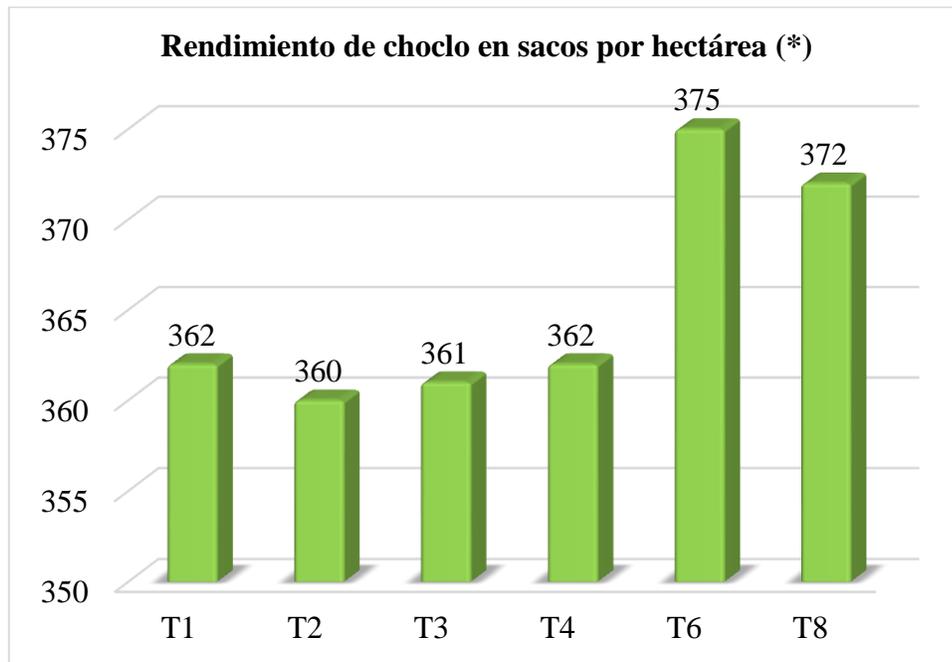


Gráfico 4: Resultados promedios de los seis tratamientos en la variable rendimiento de choclo en sacos por hectárea, Laguacoto 2021.

Los rendimientos de choclo en sacos obtenidos por hectárea, se puede apreciar que el T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) y T8 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) tuvieron una gran predominancia en el rendimiento frente a los demás tratamientos, los cuales pudieron ser mayores frente a los otros, porque estos tratamientos se vieron influenciados por un sistema de rotación con los cultivos Frejol y quinua, mientras que los demás tratamientos incluyeron al maíz como cultivo anterior, esta variable está influenciada por las condiciones climáticas que se presentaron en la zona de estudio y por la disponibilidad de nutrientes. (Cuadro No.5 y gráfico No.4).

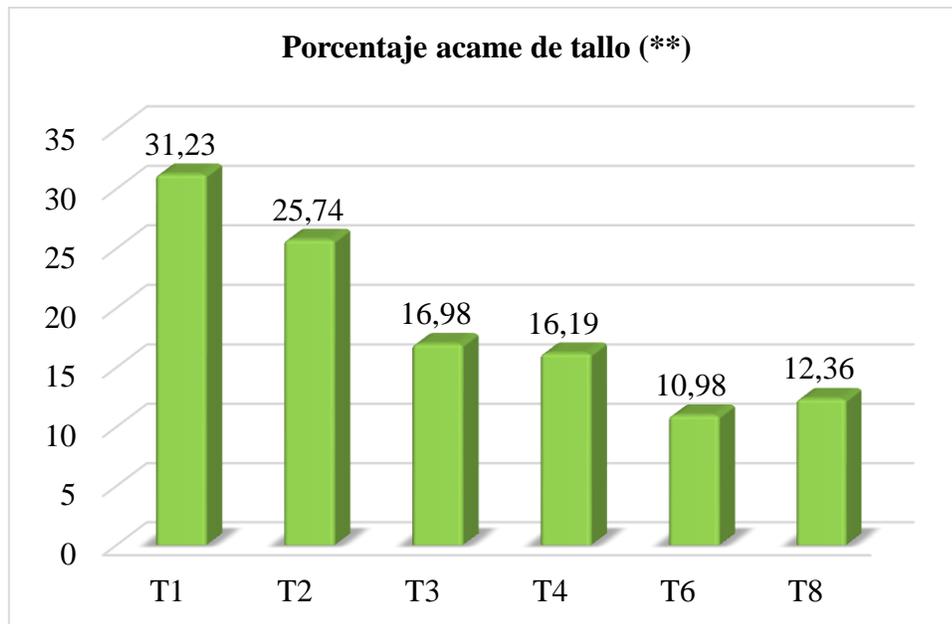


Gráfico 5: Resultados promedios de los seis tratamientos en la variable porcentaje de acame de tallo, Laguacoto 2021.

El porcentaje de acame de tallo estuvo marcado con una dominancia de los tratamientos T1 (Convencional Sin residuos) (Testigo absoluto) y T2 (Convencional + 100% de residuos de cosecha), lo que les convierte en los tratamientos con más acame presentado, el mismo que se pudo haber dado por la falta de un buen anclaje de las plantas, mientras que los tratamientos T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) y T8 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) presentaron el menor porcentaje de acame de tallo, siendo un factor importante la rotación con otros cultivos lo cual ayudaría a tener un mejor anclaje y una mayor disponibilidad de nutrientes. (Cuadro No.5 y Gráfico No.5).

En el porcentaje de acame de tallo tiene un rol importante el agricultor el cual es el encargado de llevar un correcto manejo nutricional y agronómico del cultivo, sin embargo el maíz se puede ver afectado por las abundantes precipitaciones y por las fuertes corrientes de viento presentadas.

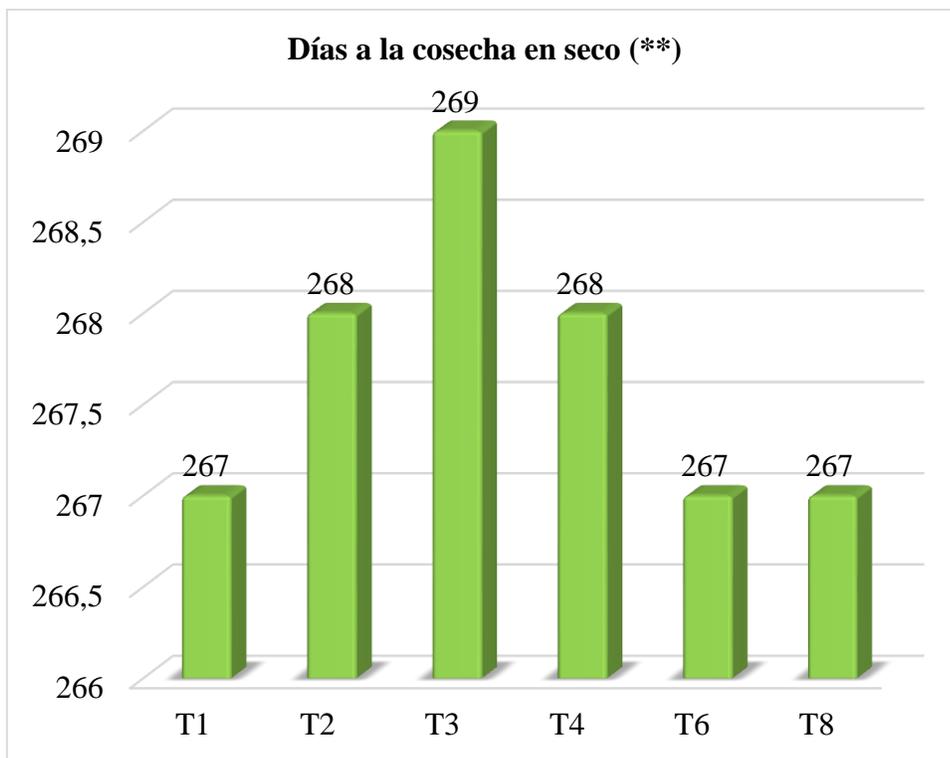


Gráfico 6: Resultados promedios de los seis tratamientos en la variable días a la cosecha en seco, Laguacoto 2021.

De acuerdo a los diferentes sistemas de labranza en relación a la variable días a la cosecha del maíz suave en seco, fueron parcialmente diferentes los resultados estadísticos pudiendo observar que T3 (Labranza reducida + 100% de residuos de cosecha) fue el más tardío en cumplir su ciclo fisiológico para la cosecha en seco, sin embargo T1 (Convencional Sin residuos) (Testigo absoluto), T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) y T8 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) fueron los más precoces en presentar días a la cosecha en seco debido a que esta variable es un carácter varietal, pero sin embargo se pudo ver afectada por los sistemas de labranza utilizados, por las constantes precipitaciones en la recta final del ciclo del cultivo lo que retardaría al cultivo alcanzar su estado óptimo de cosecha. (Cuadro No.5 y gráfico No.6).

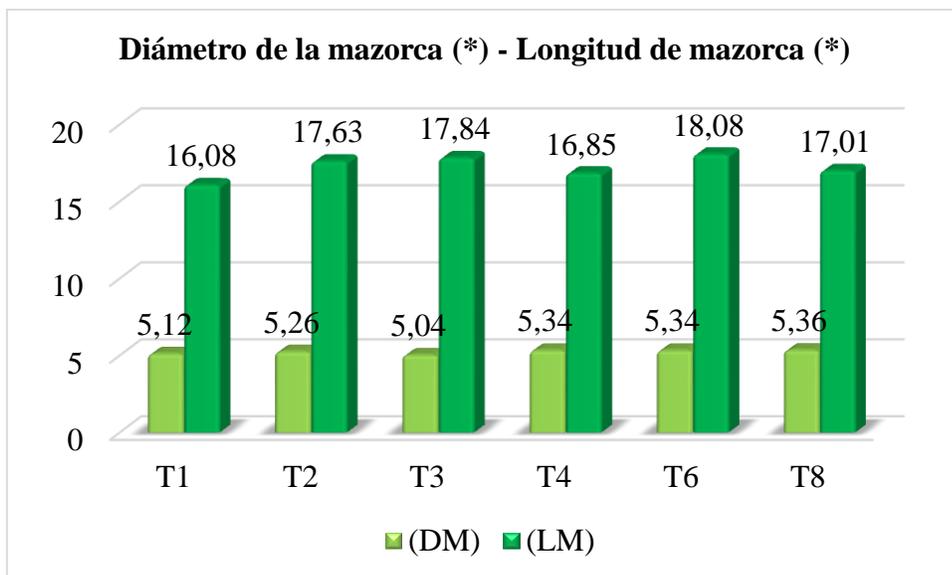


Gráfico 7: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variables diámetro de la mazorca y longitud de mazorca, Laguacoto 2021.

El diámetro y longitud de la mazorca, presentaron diferencias estadísticas en los distintos tratamientos, registrando el mejor diámetro de mazorca en T8 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha), mientras que T3 (Labranza reducida + 100% de residuos de cosecha) presentó el menor diámetro de todas las parcelas.

En el caso de la longitud de la mazorca en el cultivo de maíz, la misma que tiene una relación con el diámetro de la mazorca, se pudo determinar que el T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) registró la mayor longitud de mazorca, sin embargo el T1 (Convencional Sin residuos) (Testigo absoluto), registró la menor longitud de la mazorca esto se puede aducir por el tipo de labranza (convencional) utilizada, frente al T6 que fue la mejor longitud siendo quizás un factor importante el sistema de rotación el cultivo fréjol. (Cuadro No.5 y Gráfico No.7).

Estos descriptores diámetro de mazorca y longitud de mazorca son caracteres varietales y se pueden ver influenciado por los siguientes factores: disponibilidad de nutrientes del suelo, cantidad de residuos de cosecha, condiciones climáticas, cambios bruscos de temperaturas, constantes precipitaciones.

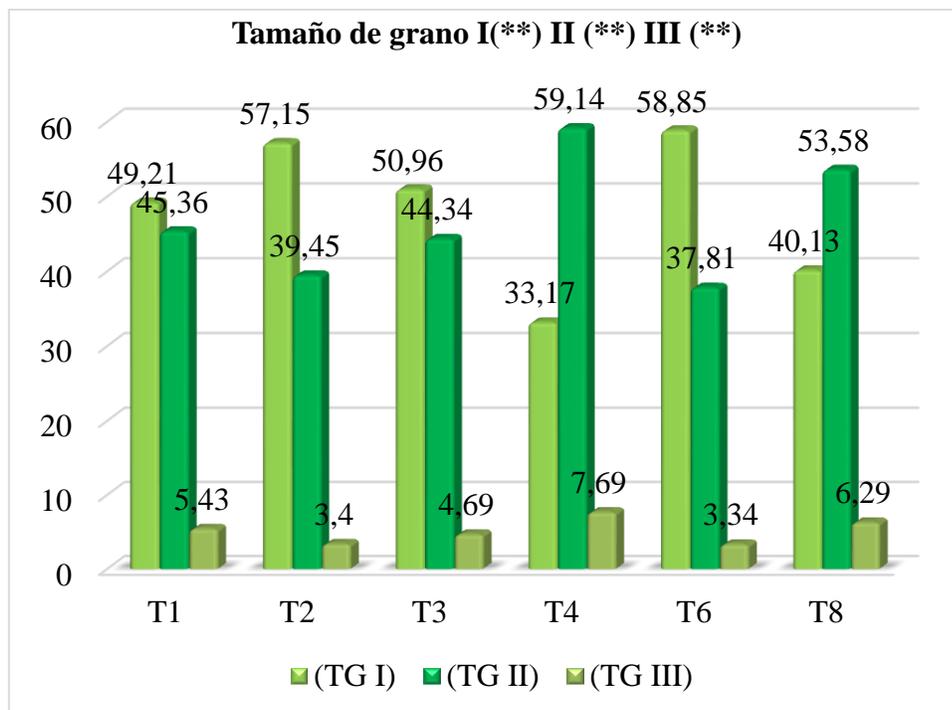


Gráfico 8: Resultados promedios de los seis tratamientos en las variables tamaño de grano (I), (II), (III), Laguacoto 2021.

En la siguiente variable correspondiente al tamaño de grano, se obtuvo que el 66,66% de los tratamientos presentaron valores correspondientes al tamaño de grano grande, siendo así que T2 (Convencional + 100% de residuos de cosecha) y T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) el cual viene de un sistema de agricultura de conservación con rotación con el cultivo de frejol, obtuvieron el mayor tamaño de grano sobre el 57%, en relación a los otros tamaños de grano, mientras que los tratamientos T4 (Labranza reducido + 50% de residuos de cosecha) y T8 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) el tamaño de grano predominante fue el tamaño de grano mediano que son granos entre 12 y 10 mm, con la diferencia de que el T8 tuvo previamente un sistema de rotación con el cultivo de Quinoa y todos los tratamientos presentaron una incidencia baja de tamaño de grano delgado. (Cuadro No.5 y gráfico No.8).

El tamaño de grano es muy importante para los agricultores de la provincia Bolívar y para su comercio el mismo, que se puede ver influenciado por los siguientes factores:

disponibilidad de nutrientes del suelo, condiciones climáticas en la fase de llenado del grano hasta la madurez fisiológica.

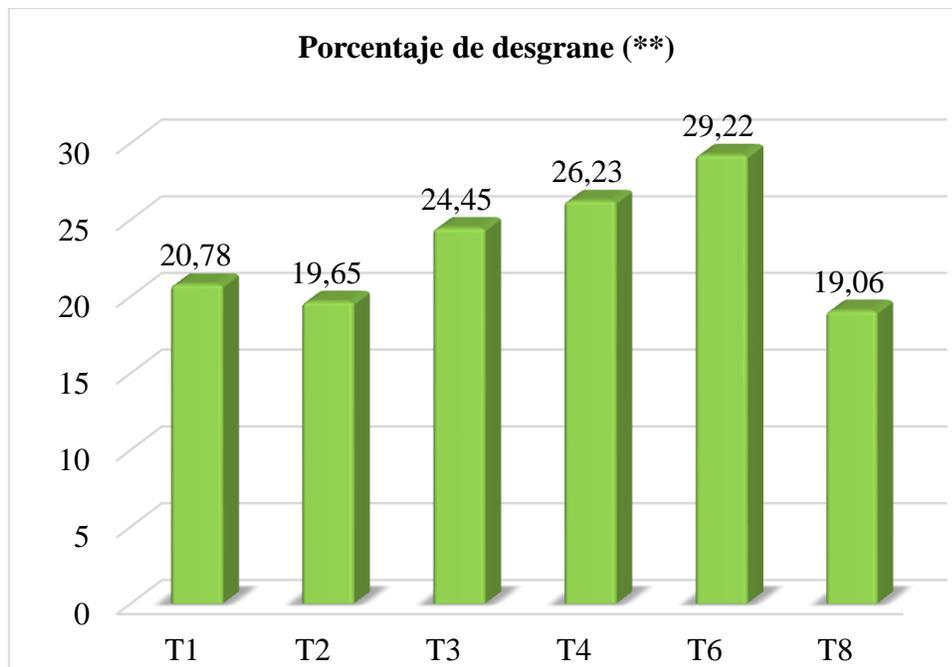


Gráfico 9: Resultados promedios de los seis tratamientos en la variable porcentaje desgrane, Laguacoto 2021.

En el porcentaje de desgrane de maíz, se registró que el T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) fue el que mayor desgrane presentó, quizás debido a que este tratamiento tiene un sistema de rotación con frejol, existiendo una diferencia considerable con el T1 (Convencional Sin residuos) (Testigo absoluto) que fue el que menor porcentaje de desgrane presentó. (Cuadro No.5 y Gráfico No.9).

La variable porcentaje de desgrane se puede ver influenciada por los factores como; cambios bruscos de temperatura, constantes precipitaciones, mal manejo del plan de fertilización, método de cosecha empleada y por el tipo de labranzas utilizado.

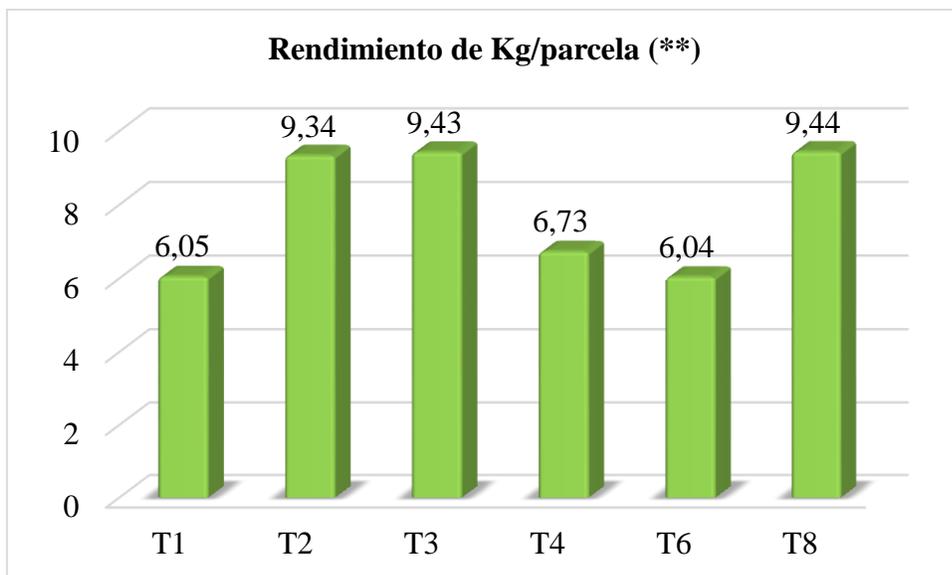


Gráfico 10: Resultados promedios de los seis tratamientos en la variable rendimiento de kg/parcela, Laguacoto 2021.

El rendimiento de kg/parcela manifestó diferencias estadísticas, observándose que el T8 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) se encuentra influenciado por los niveles de N:86, P:24, K:80 porque anteriormente presentó sistema de rotación de quinua y T3 (Labranza reducida + 100% de residuos de cosecha) registraron los mejores rendimientos de kg/parcela el cual está enmarcado sobre los 9,40 kg/parcela, mientras que T1 (Convencional Sin residuos) (Testigo absoluto) y T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) con la diferencia que este tratamiento consta de un sistema de rotación con frejol por cual presentó diferencias en los nutrientes como es el N:76, P:32 y K: 0,78, registraron los más bajos rendimientos de parcela. (Cuadro No.5 y Gráfico No.10).

Esta variable presentó diferentes resultados debido a los cambios climáticos que se presentó en la zona agroecológica y por los daños evidenciados en los diferentes tratamientos, ya que el efecto de los residuos es directamente proporcional es decir mientras más residuos exista va a ver mejores características edafológicas, particularmente en materia orgánica y por ende el factor biológico, brindando mayor vigor a la planta y en sí a la cosecha.

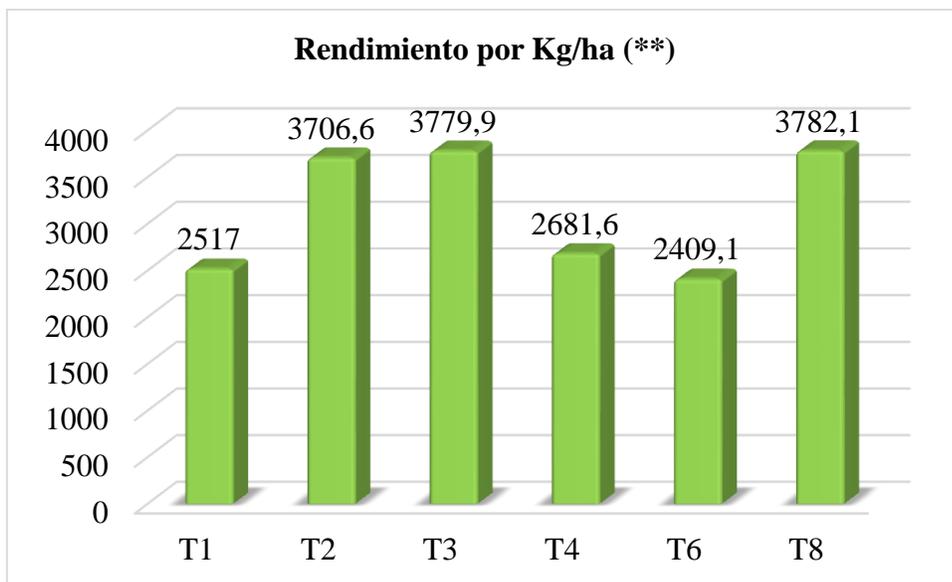


Gráfico 11: Resultados promedios de los seis tratamientos en la variable rendimiento por kg/ha, Laguacoto 2021.

El rendimiento de kg/ha, presentó diferencias significativas en los diferentes tratamientos, observando que el T8 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) el mismo que se contempla a un sistema de rotación con quinua el cual se encontró influencia por los siguientes nutrientes N:86, P:24, K:80 es primordial resaltar que el nitrógeno es importante para los procesos principales del desarrollo de las plantas y su rendimiento, registró el mejor rendimiento, sin embargo el T6 (Labranza reducida + 50% de residuos de cosecha) anteriormente consto de un sistema de rotación con frejol el cual presentó el promedio más bajo, identificando claramente que los diferentes sistemas de labranza actuaron como un determinante para elevar o disminuir la productividad de maíz. (Cuadro No.5 y Gráfico No.11).

El rendimiento de maíz es de mucha importancia para los agricultores de la provincia Bolívar, sin embargo esta variable se puede ver afectada por los días de floración masculina y femenina porque es fundamental que cumpla una educada polinización y fecundación en la planta, de esta manera se pueden asegurar mayores y mejores niveles de producción, manejo agronómico del cultivo, la disponibilidad de

nutrientes, cambios constantes de las condiciones climáticas de la zona agroecológica.

4.2. Análisis de correlación y regresión lineal.

Cuadro 6: 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 Guaranda 2021.

VARIABLES INDEPENDIENTES (COMPONENTES DEL RENDIMIENTO)	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	COEFICIENTE DE REGRESIÓN (b)	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²) (%)
Días a la floración masculina (DFM) (**)	0,664	314,35	45
Días a la cosecha en seco (DCS) (**)	0,359	310,86	13
Longitud de mazorca (LM) (*)	0,226	158,59	51
Rendimiento de Kg/parcela (R Kg/p) (**)	0,850	324,44	72
Días a la floración femenina (DFF) (**)	-0,344	-166,93	12
Diámetro de la mazorca (DM) (*)	-0,158	-617,80	25
Tamaño del grano III (TG-III) (**)	-0,099	-39,44	9
Porcentaje desgrane (PD) (**)	-0,593	-98,46	35

*significativo al 5%. **Altamente significativo al 1%

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Guastay E y Chocho W

4.3. 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 la presente investigación se determinó que las variables presentaron una correlación significativa y positiva con el rendimiento en kg/ha al 13% de humedad en el maíz INIAP-111 fueron; Días a la floración masculina (DFM), Días a la cosecha en seco (DCS), Longitud de mazorca (LM), Rendimiento en Kg/parcela (RP), y mientras que las otras variables presentaron una relación significativa pero negativa con el rendimiento en kg/ha al 13% humedad en el maíz INIAP-111 fueron; Días a la floración femenina (DFF), Diámetro de la mazorca (DM), Tamaño del grano III (TG-III), Porcentaje de desgrane (PD). (Cuadro No. 6).

4.4. 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: Días a la floración masculina (DFM), Días a la cosecha en seco (DCS), Longitud de mazorca (LM), Rendimiento en Kg/parcela (RP). El componente agronómico que redujo el rendimiento de maíz fue; Días a la floración femenina (DFF), Diámetro de la mazorca (DM), Tamaño del grano III (TG-III), Porcentaje de desgrane (PD). (Cuadro No. 6).

4.5. Coeficiente de determinación (R²)

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%. (Cuadro No. 6).

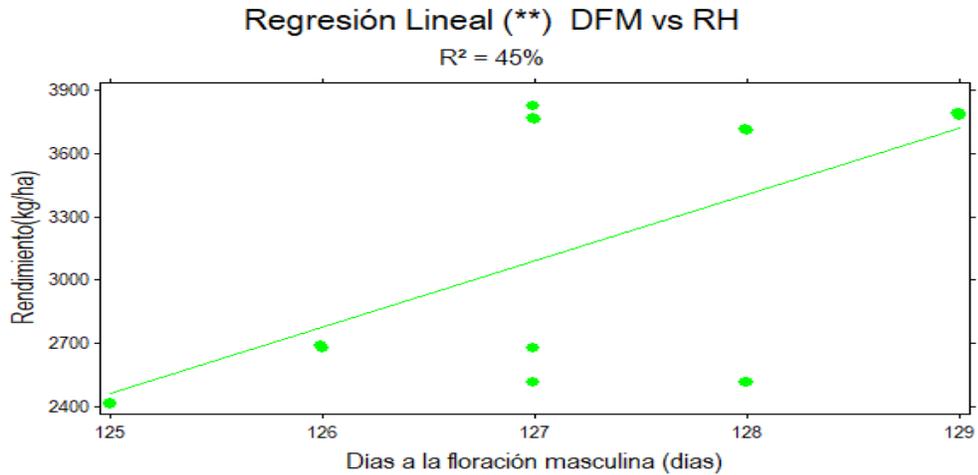


Gráfico 12: Regresión lineal entre la variable días a la floración masculina versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

En esta investigación el 45% del incremento del rendimiento de maíz, se vio influenciada por los valores promedios más altos de días a la floración masculina; por lo cual se infiere que una planta con una buena floración permite que la polinización en las flores femeninas sea más efectiva, permitiéndonos obtener un buen rendimiento. (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 12).

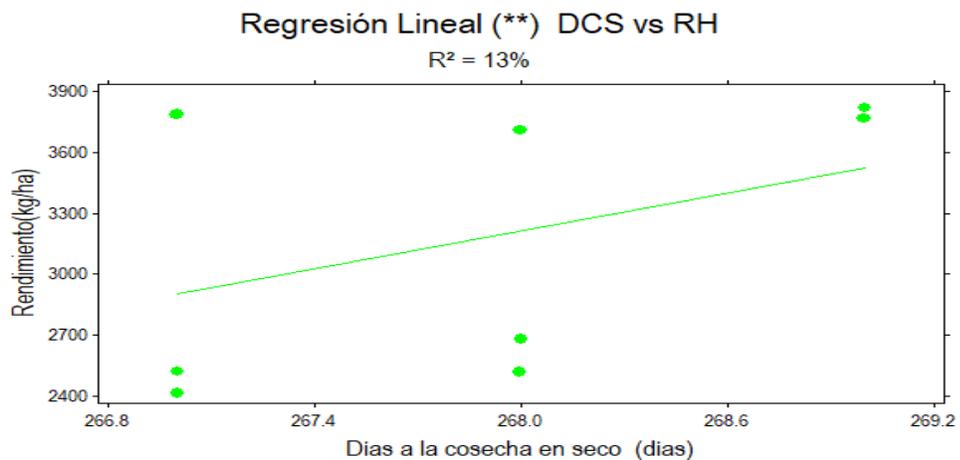


Gráfico 13: Regresión lineal entre la variable días a la cosecha en seco versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

En esta investigación el indicador que registro el valor más alto de R^2 fue días a la cosecha en seco con un incremento de 13 % (Cuadro No.6). Resultado que se justifica, que mientras la planta sea más vigorosa puede mejorarse en su reproducción y rendimiento. (Gráfico No.13).

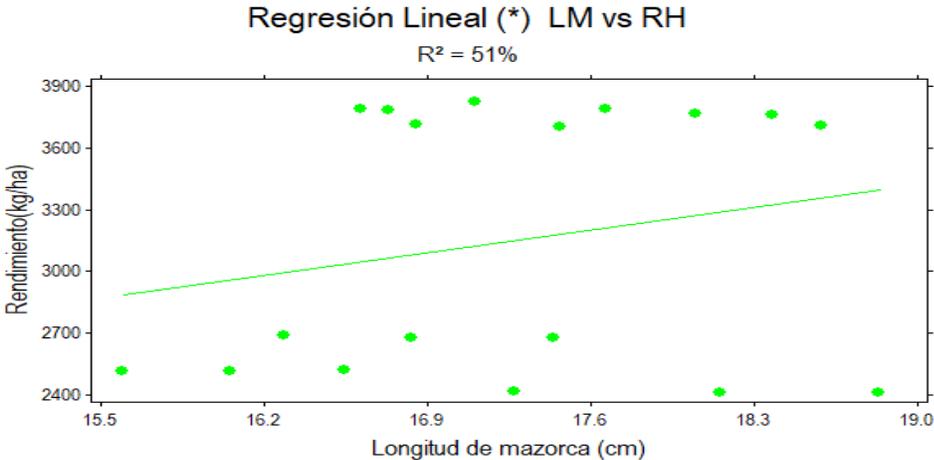


Gráfico 14: Regresión lineal entre la variable longitud de mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

En esta investigación el indicador que registro el valor más alto de R^2 fue la longitud de mazorca con un incremento de 51 % (Cuadro No.6). Resultado que se justifica, puesto que cuando conseguimos mazorcas más largas en longitud, se podrá incrementar la producción del cultivo. (Gráfico No.14).

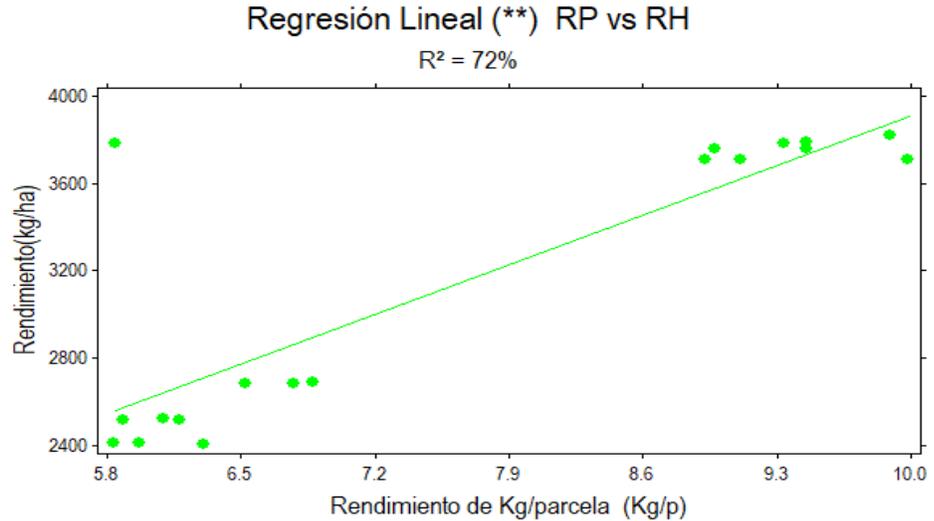


Gráfico 15: Regresión lineal entre la variable longitud de mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

El 72% del incremento del rendimiento de maíz, fue influenciado por los valores promedios más altos de rendimiento de Kg/parcela; donde se da a conocer que una planta con una buena nutrición va a proporcionar una estructura fuerte a el cultivo de maíz y por ende tendrá como efecto un buen rendimiento en la cosecha. (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 15).

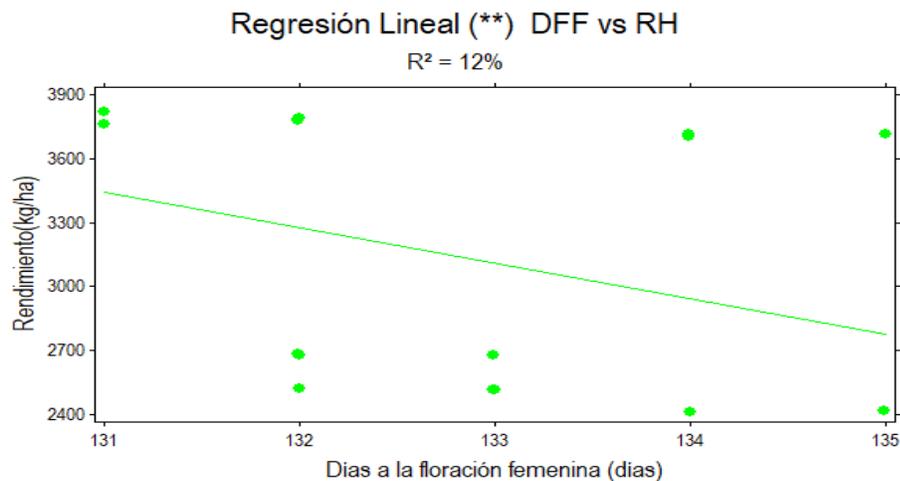


Gráfico 16: Regresión lineal entre la variable días a la floración femenina versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

En esta investigación el 12% de la reducción del rendimiento de maíz existió debido a los valores de los promedios más altos de días a la floración femenina; se infiere que a menor polinización de la flor femenina, se obtendrá como resultado un menor rendimiento. (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 16).

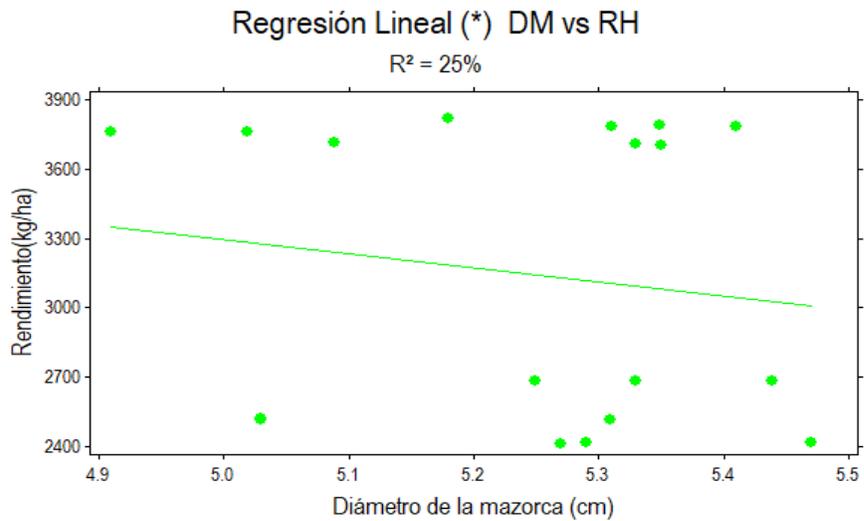


Gráfico 17: Regresión lineal entre la variable diámetro de la mazorca versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

El 25% de la disminución del rendimiento del maíz se presentó por los valores de los promedios más altos de diámetro de la mazorca; debido a la falta de nutrientes en el cultivo de maíz presento un menor diámetro de mazorca y así obteniendo un el rendimiento menor. (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 17).

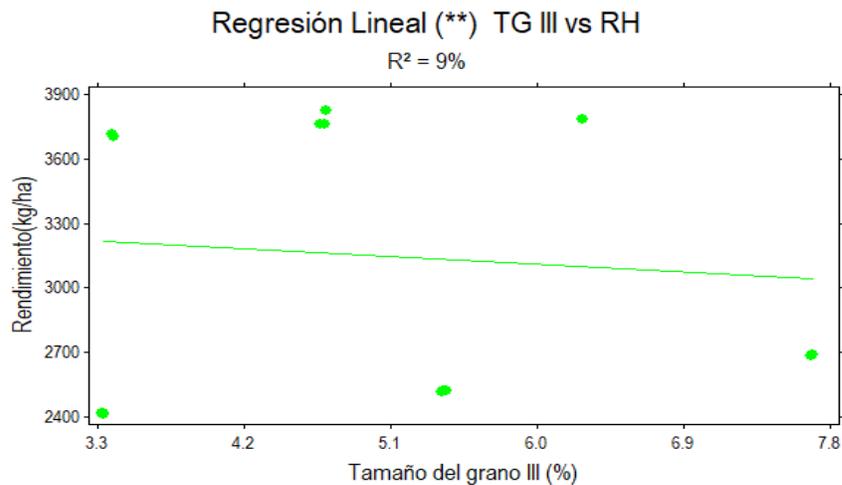


Gráfico 18: Regresión lineal entre la variable tamaño del grano III versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

En esta investigación el 9% de la reducción del rendimiento de maíz existió debido a los valores de los promedios más altos de tamaño de grano III; se infiere que a granos

más livianos (densidad y tamaño) presentaran menor potencial productivo de INIAP-111. (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 18).

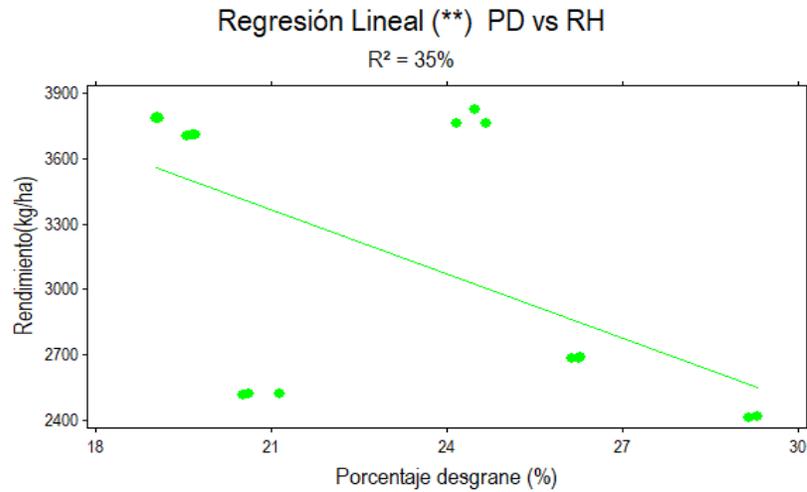


Gráfico 19: Regresión lineal entre la variable porcentaje desgrane versus el rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

El 35% de la disminución del rendimiento del maíz se presentó por los valores de los promedios más altos de porcentaje desgrane; debido a los promedios más altos de este componente, siendo menor el rendimiento. (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 19).

4.6. Análisis económico de la relación Beneficio/Costo.

Cuadro 7: Costos

Actividad	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total/hora
Análisis de suelo	Análisis completo de suelo	Análisis	1	30	30
Preparación del suelo	Colocación de restos vegetales				240
Semilla		Kg	30	3.5	105
Siembra	Siembra	Jornal	5	15	75
Fertilización	A la siembra				
	18-46-0	Kg	100	1.25	125
	Sulpomag	Kg	50	0.6	30
	Aplicación	Jornal	2	15	30
	A los 30,60 y 90 días				
	Urea	Kg	100	0.9	90
	Aplicación	Jornal	1	15	15
Control de malezas	Manual	Jornal	2	15	30
	Químico	Jornal	7	15	105
	atrazina	kg	2	9	18
	2-4 D Amina	Lt	1.5	7.5	11.25
	Paraquat	Gl	3	6.5	19.5
Control de plagas	Jornal	Jornal	6	15	90
	Cipermetrina + clorpirifos	Lt	1.5	20	30
Cosecha	Manual	Jornal	10	15	150
		Saco	100	0.3	30
	Desgrane	Jornal	28	15	420
Poscosecha	Ensacado	Jornal	4	15	60
	Transporte	Transporte	84	0.25	21
Total costos variables					1724.75
Costos fijos	Arriendo	u	1	400	400
	Interés del capital circulante				172.48
Total de costos directos					2297.23

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Guastay E y Chochos W

Cuadro 8: Relación beneficio/costo, Laguacoto, Guaranda, 2021

Componente	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T6	T8
Rendimiento de maíz en Kg/ha	2517	3706.6	3779.1	2681.6	2409.1	3782.1
Ingreso Bruto	1800.44	2692.43	2713.44	1863.65	1754.65	2663.61
Costo Total	2297.23	2297.23	2297.23	2297.23	2297.23	2297.23
Ingreso Neto	-496.79	395.20	416.21	-433.58	-542.58	366.38
Relación Beneficio Costo B/C	-0.22	0.17	0.18	-0.19	-0.24	0.16

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Guastay E y Chochos W

De acuerdo al análisis de relación beneficio/costo se tomó en cuenta el mejor rendimiento de maíz, siendo el tratamiento T8 con una labranza reducida al 50% de residuos vegetales, el que mejor rendimiento presento en esta investigación teniendo un costo total de \$2297,23 y obteniendo un ingreso bruto de \$2663,61 teniendo como referencia los precios de quintal de tamaño de grano tipo I con un valor de \$35, tamaño de grano tipo II con un valor de \$30 y el tamaño de grano tipo III con un valor de \$ 25; dejando un beneficio neto de \$366,38 dando como resultado final una relación de B/C de \$ 0,16, lo que quiere decir que el agricultor con este tipo de labranza y la implementación del 50% de residuos vegetales de la cosecha anterior, por cada dólar que invierta obtendrá una ganancia de 0,16, siendo un muy buen escenario para este tipo de alternativas tecnológicas de la agricultura de conservación. (Cuadro No. 8).

4.7. Comprobación de hipótesis

Una vez analizados los resultados estadísticos, agronómicos y análisis económico del presupuesto parcial y al final del mismo, existe la suficiente evidencia científica con el 99% en la presente investigación de la Agricultura de Conservación en su quinto año, se pudo determinar que existió diferencias estadísticas altamente significativas en los diferentes componentes del rendimiento de maíz mediante la implementación de los diferentes tipos de labranza con la aplicación de diferentes porcentaje los residuos vegetales la cosecha anterior.

En base a los resultados obtenidos en este quinto año de implementación del sistema de agricultura, por lo tanto se acepta la Hipótesis Alterna planteada en esta investigación que fue; La respuesta productiva del maíz Iniap-111, depende del sistema de labranza, el manejo de rastrojos y su interacción genotipo – ambiente.

En este proceso investigativo desarrollado en la zona Agroecológica en la Granja Laguacoto III, nos ha permitido seleccionar y disponer de las alternativas tecnológicas como es labranza convencional, labranza reducida con la incorporación del 50% y 100% de residuos vegetales de la cosecha anterior.

4.8. Conclusiones y recomendaciones

4.8.1. Conclusiones

En función de los resultados agronómicos, estadísticos, económicos y objetivos planteados, se sugieren las siguientes conclusiones:

- El sistema de labranza más eficiente en los componentes agronómicos del rendimiento de maíz INIAP-111 en seco fue la labranza reducida con 50% de residuos correspondientes a vegetales de quinua de la cosecha anterior con 3782,1 kg/ha al 13% de humedad. El análisis de suelo realizado nos proporcionó como resultados los siguientes elementos N: 86 ppm, P: 24 ppm y K: 0,80 ppm.
- La cantidad adecuada que se deben mantener es el 50% de residuos vegetales, porque en los resultados obtenidos se observa que el análisis de suelo realizado el mismo que nos proporcionó en N: 86 ppm, P: 24 ppm y K: 0,80 ppm, tiene una relación directa con el T8 que presentó un rendimiento de 3782,1 kg/ha al 13% de humedad, estando conformado de labranza reducida al 50% de residuos vegetales de la cosecha anterior donde presento una buena producción.
- Los componentes agronómicos que incrementaron el rendimiento del cultivo de maíz INIAP-111 en grano seco fueron: Días a la floración masculina (45%), Días a la cosecha en seco (13%), Longitud de mazorca (51%) y Rendimiento en Kg/parcela (72%).
- Económicamente se validaron varias alternativas tecnológicas para la zona agroecológica de la Granja Laguacoto III, misma que influyen la labranza convencional, reducida y la conservación del 50% y el 100% de los residuos vegetales, se tomó en cuenta el tratamiento que presento un mejor rendimiento

de maíz, el cual fue el T8 con labranza reducida y 50% de residuos de la cosecha anterior, con un valor de la relación de B/C de 0,16.

- Finalmente esta investigación en el quinto año de la implementación 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.

4.8.2. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones establecidas en esta investigación, se sugieren las siguientes recomendaciones.

- Continuar con la investigación en Agricultura de conservación en el sexto año, aplicando diferentes tipos de labranza y utilizando los diferentes criterios de AC, diversificando rubros, manejando amigablemente el suelo y conservando residuos vegetales de cosechas anteriores.
- Analizar la importancia que tiene la agricultura de conservación para poder ir mejorando la producción e incluir cultivos que sean de relevancia para el mercado, de esta manera podremos realizar rotación de cultivos que beneficiaran al suelo.
- La Agricultura de Conservación, es un modelo que se ajusta a los productores agroecológicos u orgánicos, únicamente hay que adicionar otros cultivos en la rotación de cultivos y que sean de relevancia para el mercado.
- Organizar espacios para la socialización de la información investigativa generada para motivar y capacitar a los agricultores en alternativas tecnológicas que promuevan la conservación de los suelos y así para poder contribuir con el medio ambiente.
- Identificar en la agricultura de conservación las diferentes densidades de poblaciones bacterianas y hongos entomopatógenos para el control de insectos que puede presentar el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- (BCE), B. c. (Enero de 2020). Reporte de Coyuntura. Obtenido de Maíz suave: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201903.pdf>
- Acosta, R. (14 de Mayo de 2009). El cultivo del maíz, SU origen y clasificación. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016
- Agro. (2014). Disponibilidad De Nutrientes Para Las Plantas. Obtenido de <http://agro.unc.edu.ar/~microbiologia/wp-content/uploads/2014/04/unidad-6-Disponibilidad-de-nutrientes.pdf>
- Aldrich, S. (Abril de 2010). El Cultivo Del Maíz. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Recuperado el 2 de Junio de 2021, de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-maiz.pdf>
- Alvarado et al. . (2011). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. Ecuador, Quito. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.262>
- Alvear, L. (2016). Conceptos Básicos Para El Almacenamiento De Granos En Chacra. Recuperado el 2 de Junio de 2021, de https://www.aianer.com.ar/noticias/207_conceptos-bsicos-para-el-almacenamiento-de-granos-en-chacra-.html
- Andrade, H. (08 de Febrero de 2018). Control de las principales plagas y enfermedades del maíz. Obtenido de <https://futurcrop.com/es/blog/post/control-de-las-principales-plagas-y-enfermedades-del-maiz>
- Araujo, N. (2017). Descripción botánica de la planta de maíz. Recuperado el 6 de Junio de 2021
- Badillo, A. (01 de 2016). Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad iniap 122, en dosis diferentes, en la parroquia Malchinguí, cantón Pedro Moncayo, provincia Pichincha”. Titulo

- de Ingeniero en Administración y producción. Universidad Nacional de Loja. Recuperado el 18 de 05 de 2021, de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/10735/1/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS%20MAIZ%20%2012-01-2016.pdf>
- Basantes, E. (9 de Enero de 2017). Manejo del Cultivo de Maíz. Obtenido de <https://elproductor.com/2017/01/manejo-del-cultivo-de-maiz/>
- Basantes, E. (9 de Enero de 2017). Manejo del Cultivo de Maíz. Ecuador. Obtenido de <https://elproductor.com/2017/01/manejo-del-cultivo-de-maiz/>
- Calvache, M. (15 de 02 de 2021). Estos son los tipos de labranza que usted puede utilizar en su predio. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Estos-son-los-tipos-de-labranza-que-usted-puede-utilizar-en-su-predio.aspx>
- Cardona, A. (25 de Abril de 2017). La Labranza Mínima Es Una Práctica Sostenible Para La Tierra. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/aprenda/la-labranza-minima-es-una-practica-sostenible-para-la-tierra-2622672>
- Chango, C. (2018). Manejo De Gusano Trozador (*Agrotis Ipsilon*) En Lechuga (*Lactuca Sativa L.*), A Partir De Extractos De Dos Variedades De Ají (*Capsicum Annuum*)”. . Universidad Técnica De Ambato, Ambato.
- Changoluiza, G. (31 de Julio de 2015). Respuesta Del Maíz (*Zea mayz L.*) Iniap 111 Al Biofertilizante Y fertilización Nitrogenada, En La Granja Laguacoto III, cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1158/1/140.pdf>
- Chicaiza, B., & Curi, G. (2020). Evaluación De Sistemas De Manejo Con Base A La Agricultura De Conservación Para Adaptación Al Cambio Climático. . Universidad Estatal De Bolívar, Guaranda.
- Edifram. (6 de Noviembre de 2018). Vademécum Agrícola. 803-810. Quito, Ecuador: Sexta edición. Obtenido de https://issuu.com/edifarm/docs/vademecum_agricola_xv_version_demo
- FAO. (2021). Obtenido de <http://www.fao.org/conservation-agriculture/es/>

- FAO. (2021). Agricultura de conservación. Cobertura orgánica del suelo. Recuperado el 13 de Junio de 2021, de <http://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>
- Gerónimo et al. . (2017). El cultivo del maíz en los sistemas minifundistas y del pequeño productor familiar. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado el 2 de Junio de 2021, de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-el-cultivo-del-maiz-en-los-sistemas-minifundista.pdf>
- Guacho, E. (2014). “Caracterización Agro-morfológica Del Maíz (*Zea mays L.*) De La localidad San José De Chazo.”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>
- Guerrero, R. (17 de Diciembre de 2018). El Almacenamiento De Granos: Factores Que Influyen Y Tipos De Almacenamiento. Recuperado el 1 de Junio de 2021, de <https://www.agrariasananton.es/almacenamiento-de-granos-factores/#:~:text=Tipos%20de%20almacenamiento%20de%20granos,el%20almacenamiento%20en%20atm%C3%B3sfera%20modificada.>
- InfoAgro. (2017). El Cultivo Del Maíz (1ª parte). Riego. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
- INIAP. (2014). Maíz Suave (*Zea mays L.*). Ecuador . Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rmaizs>
- INTAGRI. (8 de Febrero de 2018). Densidad de Siembra en el Cultivo de Maíz. Recuperado el 01 de Junio de 2021, de intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/densidad-de-siembra-en-el-cultivo-de-maiz
- Izquierdo, R. (2012). Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays*), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. Unidad Politécnica Salesiana, Quito. Recuperado el 10 de Junio de 2021
- Jiménez, E. (2016). Plagas de Cultivos. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.

- Lescano, D., & Claudio, H. (2012). Estudio de la Eficiencia de Nitrógeno en dos sistemas de Rotación, en el Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.). Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda - Ecuador. Obtenido de <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1055/1/086.pdf>
- Loor, L. (2019). Evaluación del estándar de calidad en el manejo postcosecha del maíz (*Zea mays*). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manabí. Recuperado el 8 de Mayo de 2021
- López, N. (10 de Noviembre de 2014). Generalidades del cultivo de Maíz. Obtenido de <http://maiznancyajamaca.blogspot.com/2014/11/1.html>
- Lorenzo, D. (Diciembre de 2011). La Agricultura De Conservación. Algunas Consideraciones Sobre La Problemática De Su Implementación En La Región Del Caribe. 04, 1-13. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. Recuperado el 24 de Junio de 2021
- MAG. (12 de Abril de 2018). Agricultores conocen sobre manejo agronómico de enfermedades en maíz suave. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/agricultores-conocen-sobre-manejo-agronomico-de-enfermedades-en-maiz-suave/#>
- Manetti, P. (2019). Efectos de los sistemas de labranza de los cereales sobre los organismos perjudiciales y benéficos del suelo en el sudeste bonaerense. Universitat Lleida Escola Técnica Superior D'Enginyeria Agrària, Argentina.
- Monar et al. . (2011). Maíz INIAP 111 Guangal Mejorado, una alternativa para la producción de maíz suave en la provincia Bolívar. 5-10. Quito, Ecuador: Estación Experimental Santa Catalina. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2656>
- Nolberto. (2021). Descripción botánica de la planta de maíz. Recuperado el 12 de Junio de 2021, de <http://www.productosvegetales.tk/2017/02/descripcion-botanica-de-la-planta-de.html>
- Ockham, G. d. (2013). Producción y procesamiento del maíz en Colombia . Revista Científica Guillermo de Ockham, 98.

- Ospina, J. G. (2015). Manual técnico del cultivo de Maíz bajo Buenas. Medellín, Colombia: Fotomontajes S.A.S.
- Padilla, H. (05 de Febrero de 2020). Erosión Del Suelo: Factor Crucial En La Agricultura. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/erosion-del-suelo/>
- Pallares, A. (23 de Diciembre de 2014). Capacidad de retención de agua del suelo. Obtenido de <https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/retencion-de-agua-del-suelo>
- Pérez, N. (2002). Evaluación de métodos de formación de semilla certificada de híbrido de maíz HB-Proticta. Universidad de San Carlos, Guatemala. Recuperado el 9 de Junio de 2021
- Pionner. (2014). Tizón foliar del maíz. Obtenido de https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Mexico_Intl/Agronomia/Articulos_PDF/CN_6B_TIZON_FOLIAR_2014.pdf
- Rivera et al. . (2016). El Aporque Como Practica Cultural Del Maíz (*Zea Niavs*) Monocultivo En Relevo Con Frijol Voluble (*Phaseolus vulgaris*). Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35420>
- Rocket, M. (2020). Hoja tecnica cogollero en sorgo y maiz. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/481091298/Hoja-tecnica-cogollero-en-sorgo-y-maiz>
- Rosero, A. (2020). Aplicación de índice de vegetación normalizada para determinar estado nutricional de maíz (*Zea mays L.*). Universidad Agraria del Ecuador, Manabí. Recuperado el 15 de Junio de 2021
- Vaneph, S., & Benites, J. (09 de Junio de 2021). Un éxito inesperado: De la agricultura de labranza cero a la de conservación. Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-17-numero-3/2293-un-exito-inesperado-de-la-agricultura-de-labranza-cero-a-la-de-conservacion>
- Velázquez et al. . (2002). Cantidad, Cobertura y Descomposición de Residuos de Maíz Sobre el Suelo. Tierra Latinoamericana, 1-13.

- Vencius, M. (24 de Junio de 2021). Tizón foliar o Tizón común en maíz: recomendaciones para su manejo. Obtenido de <https://elabcrural.com/tizon-foliar-o-tizon-comun-en-maiz-recomendaciones-para-su-manejo/>
- Verhulst et al. . (2015). Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? Mexico: Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo.
- Yáñez et al. . (2013). Guía de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd>
- Yusmaira et al. . (04 de Febrero de 2011). Cultivo de Maiz. Recuperado el 08 de Junio de 2021, de <http://elmaizdelzulia.blogspot.com/2011/02/morfologia-de-la-planta-de-maiz.html>

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación Del Ensayo



Anexo 2: Base de datos completa

1. Tratamientos
2. Repeticiones
3. Porcentaje de Emergencia (PE)
4. Altura de planta (AP)
5. Días a la floración masculina (DFM)
6. Días a la floración femenina (DFF)
7. Días a la cosecha en choclo (DCCH)
8. Rendimiento de choclo en sacos por hectárea (RCHS)
9. Altura de inserción de mazorca (AIM)
10. Porcentaje de acame de raíz (PAR)
11. Porcentaje acame tallo (PAT)
12. Días a la cosecha en seco (DCS)
13. Número de plantas con mazorca (NPCM)
14. Número de plantas sin mazorca (NPSM)
15. Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM)
16. Diámetro de la mazorca (DM)
17. Longitud de mazorca (LM)
18. Sanidad de la mazorca (SM)
19. Tamaño del grano I (TGI)
20. Tamaño del grano II (TGII)
21. Tamaño del grano III (TGIII)
22. Porcentaje de humedad del grano (PHG)
23. Porcentaje desgrane (PD)
24. Rendimiento por parcela (RP)
25. Rendimiento por kg/ha al 13% de humedad (RKG/HA)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	97.06	294.4	127	133	180	364	158.1	26.26	3.45	267	87	12	3.03	5.03	15.60	3	49.43	45.12	5.45	22.3	20.53	6.0
2	1	89.22	296.8	128	135	181	360	164.4	21.11	3.85	268	78	12	3.33	5.33	18.59	2	57.15	39.45	3.40	22.0	19.71	8.9
3	1	93.14	288.3	127	131	180	363	159.4	8.42	3.70	269	81	14	3.16	4.91	18.05	2	51.07	44.24	4.68	25.2	24.18	9.4
4	1	91.18	312.5	126	132	180	361	163.3	15.12	4.05	268	74	12	3.49	5.44	16.83	2	33.17	59.14	7.69	25.7	26.25	6.7
6	1	95.10	321.1	125	134	180	376	169.3	7.22	3.49	267	86	11	4.12	5.29	17.27	2	58.85	37.81	3.34	24.3	29.18	5.9
8	1	100.00	336.5	129	132	181	373	163.1	8.25	4.60	267	87	10	4.12	5.31	16.61	3	40.13	53.58	6.29	23.9	19.06	9.3
1	2	100.00	290.7	128	133	180	364	158.5	35.48	3.61	268	83	10	4.30	5.03	16.05	2	49.10	45.48	5.42	23.6	21.17	6.1
2	2	96.08	296.4	128	134	181	361	153.0	28.57	4.55	268	88	10	4.08	5.35	17.47	2	57.15	39.45	3.40	30.3	19.57	9.9
3	2	94.12	303.6	127	131	181	360	173.2	18.09	3.57	269	84	10	3.19	5.02	18.38	2	50.91	44.39	4.70	21.3	24.67	8.9
4	2	96.08	296.4	127	133	180	363	162.1	17.53	3.53	268	85	12	3.09	5.25	17.44	3	33.17	59.14	7.69	22.8	26.13	6.5
6	2	97.06	281.1	125	135	181	375	159.3	16.16	3.45	267	87	12	3.03	5.27	18.15	2	58.85	37.81	3.34	22.4	29.31	5.8
8	2	99.02	312.6	129	132	181	371	161.2	14.85	3.33	267	90	11	3.96	5.41	16.74	2	40.13	53.58	6.29	25.3	19.09	5.8
1	3	97.06	291.2	128	132	180	360	155.9	31.96	2.35	268	85	12	4.12	5.31	16.55	2	49.10	45.48	5.42	19.7	20.63	5.8
2	3	98.04	288.7	128	134	181	359	158.9	27.55	3.45	268	87	11	4.08	5.09	16.85	2	57.15	39.45	3.40	23.6	19.68	9.1
3	3	95.10	292.4	127	131	180	360	149.9	24.44	3.90	269	77	13	4.44	5.18	17.10	2	50.91	44.39	4.70	27.5	24.51	9.9
4	3	88.24	306.0	126	132	180	364	163.7	15.91	3.90	268	77	11	4.55	5.33	16.29	3	33.17	59.14	7.69	26.7	26.31	6.8
6	3	82.35	291.6	125	134	181	376	157.6	9.52	2.86	267	70	14	3.57	5.47	18.84	3	58.85	37.81	3.34	28.2	29.18	6.3
8	3	94.12	308.1	129	132	180	372	160.1	13.98	3.61	267	83	10	4.30	5.35	17.67	2	40.13	53.58	6.29	24.8	19.04	9.4

Anexo 3: Análisis de 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.
 Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240
 Mail: laboratorio.dsa@niap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 22-0097

NOMBRE DE CLIENTE: Guastay Evelin, Chochos Walter, Vásquez Franklin, Guambuquete Jennifer
PETICIONARIO: Guastay Evelin, Chochos Walter, Vásquez Franklin, Guambuquete Jennifer
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Universidad Estatal de Bolívar
DIRECCIÓN: Guaranda

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:
FECHA DE ANÁLISIS:
FECHA DE EMISIÓN:
ANÁLISIS SOLICITADO:

Análisis	pH		N		P		S*		B*		K		Ca		Mg		Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO *	CO.*	Arena	Lim.	
	Unidad		ppm	meq/ 100g	ppm	ppm	ppm	ppm			meq/ 100g	%	%																
22-0247	6,85	PN	79	A	35	A					0,45	A	16,97	A	2,98	A						5,69	6,70	44,80	20,40				
22-0248	6,64	PN	70	A	34	A					0,28	M	14,32	A	2,86	A						5,01	10,06	60,52	17,46				
22-0249	6,48	LAc	90	A	36	A					0,46	A	16,92	A	3,47	A						4,87	7,55	44,35	20,85				
22-0250	6,47	LAc	73	A	20	M					1,08	A	16,03	A	3,21	A						4,99	2,97	17,81	20,33				
22-0251	6,23	LAc	84	A	44	A					0,71	A	12,79	A	2,49	A						5,14	3,50	21,50	15,99				
22-0252	6,62	PN	76	A	32	A					0,78	A	15,42	A	2,80	A						5,51	3,60	23,45	19,00				
22-0253	6,48	LAc	67	A	43	A					0,69	A	14,42	A	2,86	A						5,04	4,15	25,07	17,97				
22-0254	6,56	PN	86	A	24	A					0,80	A	18,62	A	3,63	A						5,13	4,53	27,77	23,04				

Análisis	Al+H*	Al*	Na *	C.E.	N. Total	N-NO3 *	K H2O*	P H2O*	Cl*	IDENTIFICACION

OBSERVACIONES:

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

* Ensayos no solicitados por el cliente

INTERPRETACION		
pH		Elemento
Aa = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA	
C.F. = Fajda Saturada	
M.O. = Dicotomato de Potasion	
Al+H = Titulación NaOH	



Firmado electrónicamente por:
JOSE ALONSO
IUCERO
MALATAY
LABORATORISTA

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

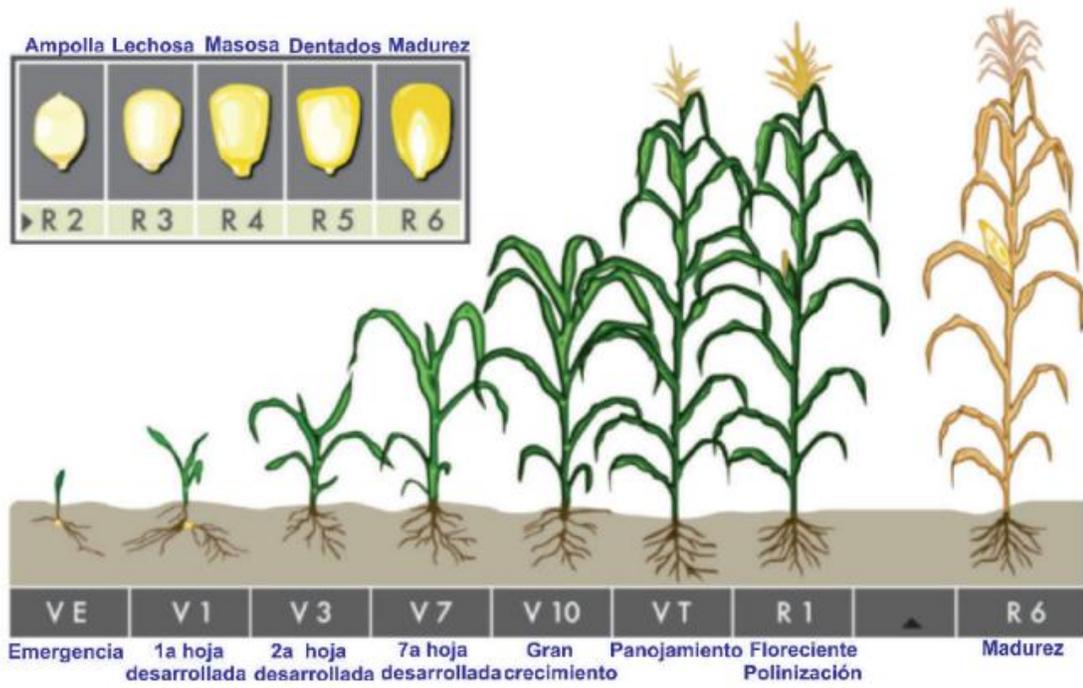
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados amba 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 dirigida 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 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: Escala vegetativas del cultivo de maíz INIAP-111.



Anexo 5: Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo.



Abono 18-46-0



Maíz INIAP-111



Cuadrando la parcela de estudio



Trazado para realizar el surcado



Labranza convencional



Surcado



Distancia de siembra entre planta



Aplicación de abono



Porcentaje de Emergencia



Control de malezas



Altura de planta



Días a la floración femenina y masculina



**Rendimiento de choclo en sacos
por hectárea**



Altura inserción mazorca



Porcentaje de acame de raíz



Porcentaje acame tallo



**Porcentaje de plantas con
dos mazorcas**



Número de plantas sin mazorca



Número de plantas con mazorca



Días a la cosecha en seco



Pureza física del maíz



Post cosecha y clasificación



Porcentaje de humedad del grano



Desgrane



Rendimiento por parcela



Secado del gran



Almacenamiento

Anexo 6: Glosario de términos

- **Agricultura de conservación:** Se basa en los principios interrelacionados de la mínima alteración mecánica del suelo, la cobertura permanente del suelo con material vegetal vivo o muerto y la diversificación de cultivos mediante rotación o cultivos intercalados.
- **Agricultura:** Es un conjunto de técnicas para el cultivo de la tierra destinadas para maximizar la calidad y cantidad de la cosecha.
- **Barbecho:** es una técnica de la agricultura por la cual la tierra de cultivo se deja sin sembrar durante uno o varios ciclos vegetativos
- **Fertilidad:** Es la capacidad que se tiene para concebir un hijo. Esto se produce cuando el óvulo se fusiona con un espermatozoide mientras se encuentra en una de las trompas de Falopio.
- **Germinación:** Es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y desarrollan, a partir del embrión, las estructuras esenciales para la formación de una planta normal.
- **Inflorescencia:** es todo sistema de ramificaciones que remata en flores.
Pedúnculo: es el eje principal o parte del tallo que soporta el receptáculo común o el raquis. Raquis: es la parte del tallo que lleva las ramas floríferas. Pedicelo: es la parte del tallo que sostiene cada flor.
- **Labranza mínima:** La tierra puede ser labrada y sembrada en una sola operación; por ejemplo, usando aperos con un tractor manual chino, se obtiene en una operación un lecho de siembra de 5 cm, se siembra y se cubre con tierra
- **Latifundio:** en este sentido, implica la explotación agraria de grandes extensiones de terreno por un solo propietario, de lo cual han derivado gran cantidad de conflictos sociales.

- **Madurez fisiológica:** hace referencia al momento del proceso de maduración en que la fruta ha llegado a su máximo desarrollo y, por lo tanto, puede consumirse con todas las garantías.
- **Nutrición:** Es el proceso biológico en el que los organismos animales y vegetales absorben de los alimentos los nutrientes necesarios para la vida. La nutrición es importante porque es fundamental para el funcionamiento y el mantenimiento de las funciones vitales de los seres vivos, ayuda a mantener el equilibrio homeostático del organismo, tanto en procesos macrosistémicos, como la digestión o el metabolismo.
- **Panoja:** Inflorescencia compuesta formada por un racimo cuyos ejes laterales se ramifican de nuevo en forma de racimo o a veces de espiga.
- **Pedicelado:** Flor provista de pedicelo que la une al eje principal de la inflorescencia (*Pleurothyrium cuneifolium*).
- **Producción:** Es, de manera general, el proceso de fabricar, elaborar u obtener productos o servicios. Como tal, la palabra proviene del latín productiō, productiōnis, que significa ‘generar’, ‘crear’.
- **Pubescentes:** En botánica, cualquier órgano vegetal (hoja, fruto) o conjunto (v.gr., brote) que presenta su superficie vellosa, cubierta de pelos finos y suaves.
- **Residuos vegetales:** La capa de materia orgánica viva y muerta que se ubica entre la materia verde y la superficie del suelo. Los componentes principales de los residuos vegetales son los tallos y las raíces del césped que se acumulan más rápido de lo que se descomponen.