



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

### **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

#### **CARRERA DE AGRONOMÍA**

##### **TEMA:**

VALORACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE MAÍZ (*Zea mays L.*), EN SISTEMAS DE ROTACIÓN DE CULTIVO CON TRIGO Y FRÉJOL ARBUSTIVO, EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR.

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

##### **AUTORES:**

FRANKLIN REINALDO VÁSQUEZ MORETA

GEOMAYRA JENIFER GUAMBUGUETE SISA

##### **DIRECTORA:**

ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.

**GUARANDA - ECUADOR**

**2022**

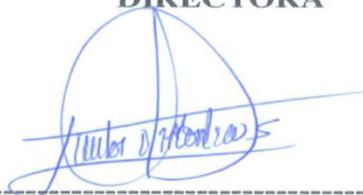
**VALORACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE MAÍZ (*Zea mays L.*), EN SISTEMAS DE ROTACIÓN DE CULTIVO CON TRIGO Y FRÉJOL ARBUSTIVO, EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR.**

**REVISADO Y APROBADO POR:**



-----  
**ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.**

**DIRECTORA**



-----  
**ING. DANILO MONTERO SILVA Mg.**

**BIOMETRISTA**



-----  
**ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg.**

**REDACCIÓN TÉCNICA**

## CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nosotros Geomayra Jenifer Guambuguete Sisa, con cédula de identidad número 0250285459 y Franklin Reinaldo Vásquez Moreta con cédula de identidad número 0250105848, declaramos que el trabajo y los resultados reportados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultados y citados con su respectivo autor (es).

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



-----  
**GEOMAYRA GUAMBUGUETE SISA**

**AUTORA**

**CI: 0250285459**

-----  
**FRANKLIN VÁSQUEZ MORETA**

**AUTOR**

**CI: 0250105848**

-----  
**ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.**

**DIRECTORA**

**CI: 0201084712**

-----  
**ING. DANILO MONTERO SILVA Mg.**

**BIOMETRISTA**

**CI: 0201185584**

-----  
**ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg.**

**REDACCIÓN TÉCNICA**

**CI: 0200933067**



**DRA. MSc. GINA CLAVIJO CARRION**  
**Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.**

ESCRITURA N° 20220201004P00715

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**

**FRANKLIN REINALDO VASQUEZ MORETA. Y.**  
**GEOMAYRA JENIFER GUAMBUGUETE SISA.**

**CUANTÍA: INDETERMINADA**

**Di 1 COPIA**

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy lunes a un día del mes de agosto del año dos mil veintidós, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores **FRANKLIN REINALDO VASQUEZ MORETA**, de estado civil soltero y **GEOMAYRA JENIFER GUAMBUGUETE SISA**, de estado civil soltera, ambas por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana y boliviana, respectivamente, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliados ambas partes en la parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con número de celular cero nueve ocho dos ocho nueve cuatro ocho nueve uno y con correo electrónico [franklinvasrquez589@gmail.com](mailto:franklinvasrquez589@gmail.com); y la segunda en la parroquia Guanujo, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con número celular cero nueve ocho tres nueve cinco tres nueve uno y con correo electrónico [jennyguambuguete15@gmail.com](mailto:jennyguambuguete15@gmail.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles 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. Advertidas las 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 instruidas por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidas sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros: **FRANKLIN REINALDO VASQUEZ MORETA**, de estado civil soltero, portador de la cédula de ciudadanía número cero dos cinco cero uno cero cinco ocho cuatro guion ocho y **GEOMAYRA JENIFER GUAMBUGUETE SISA**, de estado civil soltera portadora de la cedula de ciudadanía número cero dos cinco cero dos ocho cinco cuatro cinco guion nueve; declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado **VALORACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE MAÍZ (Zea mays L.), EN SISTEMAS DE ROTACIÓN DE CULTIVO CON TRIGO Y FRÉJOL ARBUSTIVO, EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR.**, 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 Ambiente; Carrera Ingeniería de Agronómica.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere 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.-----

**SR. FRANKLIN REINALDO VASQUEZ MORETA.**

C.C. 0250105348

**SRTA. GEOMAYRA JENIFER GUAMBUGUETE SISA.**

C.C. 0250285459

**DRA. MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION**  
**NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**



Inicio x Sistema de Autenticación Centi x [Original] 2 document(s) - frv x D142016104 - PROYECTO FRANKLIN X +

URKUND

Documento [PROYECTO FRANKLIN\\_JENIFER.actualizado\\_4101.pdf](#) (D142016104)

Presentado 2022-07-13 11:47 (-05:00)

Presentado por frvasquez@mailtes.ueb.edu.ec

Recibido nmonar.ueb@analysis.orkund.com

Mensaje [Mostrar el mensaje completo](#)

9% de estas 64 páginas, se componen de texto presente en 15 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Lista de fuentes	Bloques
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D133500619</a>	<input type="checkbox"/>
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D62039295</a>	<input type="checkbox"/>
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D109601411</a>	<input type="checkbox"/>
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D136242173</a>	<input type="checkbox"/>
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D7767426</a>	<input type="checkbox"/>
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D77757568</a>	<input type="checkbox"/>

0 Advertencias Reiniciar Compartir

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

DE AGRONOMIA TEMA: VALORACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE MAIZ (Zea mays L.), EN SISTEMAS DE ROTACIÓN DE CULTIVO CON TRIGO Y FREJOL ARBUSTIVO, EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLIVAR.

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:

 **ING. SONIA FERRERO BORJA Mg.**  
DIRECTORA

 **ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg.**  
ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

Escribe aquí para buscar

12°C Chubascos 12:05 13/07/2022

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios por darme sabiduría necesaria para tomar mis decisiones y siendo una persona de bien ayudándome a superar todos mis problemas y logrando a cumplir todas mis metas.

A mis padres Reinaldo Vásquez y Oliva Moreta por confiar en mí y por su apoyo condicional a lo largo de esta carrera y nunca dejarme solo en esta etapa de mi vida, por el amor por los consejos que me brindan cada día porque gracias a ellos soy una persona con valores, principios, me siento afortunado por los padres que tengo, ellos me dan las fuerzas y valor necesarias para cumplir todas mis metas a lo largo de esta carrera y nunca dejarme solo en esta etapa de mi vida.

A mis hermanos Alex, Rusbel, y hermana Kerly por estar siempre en los buenos y malos momentos y por estar siempre dándome ánimos para nunca rendirme y cumplir todas mis metas.

A mis compañeros, compañeras y maestros que estuvieron apoyándonos de una u otra forma donde aprendimos el valor de la amistad de la compañía, siempre recordaremos los buenos y malos momentos que compartimos, gracias a cada uno de ellos por ser parte de mi vida.

**Franklin Vásquez**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico con mucho amor y cariño a mi Dios y mi ángel de la guarda quienes me supieron guiarme, y darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban en mi vida cotidiana y permitiéndome cumplir una de mis metas más deseadas.

Gracias a mis queridos padres Ángel Guambuete y Narcisa Sisa por su apoyo incondicional, sus consejos, comprensión, amor y por ayudarme con los recursos necesarios para culminar esta etapa de mi vida. Me han enseñado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, mi perseverancia y mi coraje para poder cumplir mis objetivos.

A mis hermanos, Jhonatan Guambuete, Alexander Guambuete y a mi hermana Nelly Guambuete, por estar siempre apoyándome con las mejores palabras para darme ese ánimo en distintas formas con amor verdadero de hermanos.

A mis queridos amigos/as, Walter, Franklin, Evelyn y Vanessa que han formado parte de mi vida estudiantil a los cuales les agradezco por su gran amistad, consejo, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de la vida.

A una persona muy especial desde que llegó a mi vida me ama, respeta, comprende y me apoya cada día para ser un mejor ser humano, gracias a usted Damián Manobanda por ser parte de mi vida. Le amo.

**Jenifer Guambuete**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por todas las bendiciones que nos ha dado, a nuestros padres y hermanos por el apoyo y dedicación, para lograr cumplir la meta como profesionales.

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

Un agradecimiento a los miembros del tribunal del proyecto de investigación; Ing. Sonia Fierro Borja Mg. (Directora), Ing. Danilo Montero Silva Mg. (Biometrista), Ing. Sonia Salazar Ramos Mg. (Redacción Técnica) quienes contribuyeron con su valioso tiempo y nos guiaron y aportaron con su conocimiento para poder culminar el proyecto de investigación.

**Franklin- Jenifer**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
<b>1.1.    INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.    PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
CAPÍTULO II .....	5
2.    MARCO TEÓRICO .....	5
2.1.    Origen .....	5
2.2.    Clasificación taxonómica.....	5
2.3.    Descripción morfológica de la planta .....	5
2.3.1. Raíz.....	5
2.3.2. Tallo .....	6
2.3.3. Hojas.....	6
2.3.4. Inflorescencia .....	6
2.3.5. Fruto .....	7
2.4.    Ciclo del cultivo.....	7
2.5.    Condiciones edafoclimáticas .....	8
2.5.1. pH.....	8
2.5.2. Suelo.....	9
2.5.3. Altitud.....	9
2.5.4. Latitud .....	9
2.5.5. Temperatura .....	9
2.5.6. Precipitación.....	10
2.6.    Prácticas agronómicas.....	10
2.6.1. Preparación del suelo .....	10
2.6.2. Siembra.....	10

2.6.3.	Densidad de siembra .....	11
2.6.4.	Raleo.....	11
2.6.5.	Rascadillado .....	11
2.6.6.	Aporque.....	11
2.6.7.	Defoliación .....	12
2.6.8.	Riego .....	12
2.6.9.	Control de malezas .....	12
2.6.10.	Fertilización.....	13
2.7.	Plagas .....	13
2.7.1.	Gusano trozador ( <i>Agriotys sp</i> ) .....	13
2.7.2.	Gusano del choclo ( <i>Heleiothis zea</i> ) .....	13
2.7.3.	Mosca de la mazorca ( <i>Euxesta eluta</i> ).....	13
2.7.4.	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ).....	14
2.7.5.	Pulgón ( <i>Rhopalosiphun maidis</i> ).....	14
2.8.	Enfermedades.....	15
2.8.1.	Roya ( <i>Puccinia sorghi</i> ).....	15
2.8.2.	Carbón del maíz ( <i>Ustilago maidis</i> ) .....	15
2.8.3.	Manchas foliares por tizón ( <i>Helminthosporium maydis</i> ).....	16
2.8.4.	Tizón foliar por ( <i>Turcicum</i> ).....	16
2.8.5.	Complejo mancha gris.....	17
2.8.6.	Complejo mancha de asfalto .....	17
2.8.7.	Etiología .....	20
2.8.8.	Manejo de mancha de asfalto .....	21
2.8.9.	Escala diagramática de severidad para el complejo mancha de asfalto del maíz.....	21
2.8.10.	Carbón de la espiga ( <i>Sphacelotheca reiliana</i> ).....	22

2.8.11. Pudrición de los granos ( <i>Fusarium moniliforme</i> ).....	22
2.8.12. Pudrición de mazorca ( <i>Penicillium spp.</i> ).....	23
2.8.13. Pudrición gris ( <i>Physalospora zeae</i> ) .....	23
2.9. Variedad INIAP – 111 Guagal mejorado .....	23
2.10. Cultivo de fréjol .....	24
2.10.1. Origen.....	24
2.10.2. Taxonomía.....	25
2.10.3. Composición química.....	25
2.10.4. Labores culturales .....	26
2.10.4.1. Preparación del terreno .....	26
2.10.4.2. Barbecho .....	26
2.10.4.3. Rastreo y nivelación.....	26
2.10.4.4. Surcado .....	27
2.10.4.5. Siembra .....	27
2.10.4.6. Raleos.....	27
2.10.4.7. Combate de malezas .....	27
2.10.4.8. Riegos .....	27
2.10.5. Tipos de labranza .....	28
2.10.5.1. Labranza primaria .....	28
2.10.5.2. Labranza secundaria .....	28
2.10.5.3. Fertilización .....	29
2.10.6. Tratamiento de semilla .....	29
2.10.7. Época de siembra .....	29
2.10.7.1. Métodos de siembra .....	30
2.10.8. Cosecha .....	30
2.10.9. Grano comercial y semilla.....	31

2.10.10. Poscosecha .....	31
2.10.10.1. Pre secado .....	31
2.10.11. Manejo fitosanitario .....	32
2.11. Cultivo de trigo .....	32
2.11.1. Origen.....	32
2.11.2. Taxonomía.....	32
2.11.3. Importancia.....	33
2.11.4. Ciclo del cultivo .....	33
2.11.5. Labores culturales .....	34
2.11.5.1. Preparación del terreno .....	34
2.11.5.2. Siembra .....	35
2.11.5.3. Fertilización .....	35
2.11.5.4. Riego.....	35
2.11.5.5. Recolección o cosecha .....	36
2.11.6. Rotación de cultivos .....	36
2.11.6.1. Importancia .....	36
2.11.6.2. Beneficios que implementa el sistema de rotación de cultivos	37
2.11.6.3. Por qué la rotación de cultivos es beneficiosa para los agricultores .....	38
2.11.7. Ventajas de la rotación de cultivos.....	38
2.11.8. Desventajas de la rotación de cultivos .....	39
2.11.9. Tipos de rotación de cultivos Ecuador .....	39
2.11.10. Rotación de maíz con leguminosas.....	39
2.11.11. Monocultivos .....	40
2.11.12. Monocultivo vs rotación de cultivos.....	41
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>42</b>

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>42</b>
3.1.	Materiales.....	42
3.1.1.	Localización de la investigación .....	42
3.1.2.	Situación geográfica y climática .....	42
3.1.3.	Zona de vida.....	42
3.1.4.	Material experimental .....	43
3.1.5.	Materiales de campo.....	43
3.1.6.	Materiales de oficina .....	43
3.2.	Métodos .....	44
3.2.1.	Factores en estudio .....	44
3.2.2.	Tratamientos.....	44
3.2.3.	Tipo de diseño Bloques Completamente al azar (DBCA) .....	44
3.2.4.	Tipos de análisis .....	45
3.3.	Métodos de evaluación y datos tomados .....	45
3.4.	Cultivo de maíz.....	45
3.4.1.	Porcentaje de emergencia (PE) .....	45
3.4.2.	Días a la floración masculina (DFM) .....	45
3.4.3.	Días a la floración femenina (DFF).....	46
3.4.4.	Días a la cosecha en choclo (DCCH).....	46
3.4.5.	Altura de planta (AP) .....	46
3.4.6.	Diámetro del tallo (DT).....	46
3.4.7.	Altura de inserción de la mazorca (AIM).....	46
3.4.8.	Días a la cosecha en seco (DCS).....	46
3.4.9.	Número de plantas por parcela (NPP).....	47
3.4.10.	Número de plantas con mazorca (NPCM) .....	47
3.4.11.	Número de plantas sin mazorca (NPSM).....	47

3.4.12. Número de plantas con dos mazorcas (NPCDM) .....	47
3.4.13. Diámetro de la mazorca (DM) .....	47
3.4.14. Longitud de mazorca (LM) .....	47
3.4.15. Número de hileras por mazorca (NHPM) .....	47
3.4.16. Porcentaje de desgrane (PD) .....	48
3.4.17. Peso de 100 granos secos (PCGS) .....	48
3.4.18. Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad (RH) .....	48
3.4.19. Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB) .....	48
3.5. Cultivo de Trigo .....	49
3.5.1. Días a la emergencia (DE) .....	49
3.5.2. Altura de planta (AP) .....	49
3.5.3. Número de espigas por metro cuadrado (NEPMC) .....	49
3.5.4. Número de granos por espiga (NGPE).....	49
3.5.5. Longitud de espiga (LE).....	50
3.5.6. Días a la cosecha (DC) .....	50
3.5.7. Profundidad radicular (PR) .....	50
3.5.8. Rendimiento de trigo en Kg/ha (RH) .....	50
3.5.9. Rendimiento de biomasa de trigo en Kg/ha (RB) .....	51
3.6. Cultivo de fréjol arbustivo .....	51
3.6.1. Días a la emergencia (DE) .....	51
3.6.2. Porcentaje de emergencia (PE) .....	51
3.6.3. Días a floración (DF).....	51
3.6.4. Altura de planta (AP) .....	51
3.6.5. Número de vainas por planta (NVPP).....	52
3.6.6. Días a la cosecha en tierno (DCT) .....	52
3.6.7. Días a la cosecha en seco (DCS).....	52

3.6.8. Longitud de vaina (LV).....	52
3.6.9. Número de granos por vaina (NGPV).....	52
3.6.10. Peso de 100 semillas (PCS).....	52
3.6.11. Número de semillas/Kg (NSPKg).....	53
3.6.12. Rendimiento en kg/ha (RH) .....	53
3.6.13. Rendimiento de Biomasa de fréjol en Kg/ha (RB) .....	53
3.7. Manejo del experimento .....	54
3.7.1. Fase de campo .....	54
3.7.1.1. Análisis físico químico del suelo.....	54
3.7.1.2. Preparación de suelo y distribución de unidades experimentales	54
3.7.1.3. Siembra .....	54
3.7.2. Labores culturales .....	55
3.7.2.1. Fertilización .....	55
3.7.2.2. Control de malezas.....	55
3.7.2.3. Riego.....	55
3.7.2.4. Control de plagas .....	55
3.7.2.5. Control de enfermedades .....	56
3.7.3. Fase de cosecha y almacenado .....	56
3.7.3.1. Cosecha.....	56
3.7.3.2. Desgrane .....	56
3.7.3.3. Secado.....	56
3.7.3.4. Trilla.....	56
3.7.3.5. Aventado.....	57
3.7.3.6. Almacenamiento .....	57
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>58</b>

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>58</b>
4.1.	Variables agronómicas del maíz .....	58
4.1.1.	Variables agronómicas del maíz .....	69
4.2.	Variables agronómicas del cultivo de trigo .....	79
4.3.	Variables agronómicas de las variedades de fréjol .....	89
4.4.	Análisis de correlación y regresión lineal .....	103
4.4.1.	Correlación (r) .....	103
4.4.2.	Regresión (b) .....	104
4.4.3.	Coefficiente de determinación ( $R^2$ ) .....	104
4.5.	Análisis Económico de la relación Beneficio/Costo .....	109
4.6.	Comprobación de hipótesis .....	110
4.7.	Conclusiones .....	111
4.8.	Recomendaciones .....	112
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Págs.</b>
<b>1.</b>	Resultados estadísticos y prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de tratamientos en las variables: Porcentaje de emergencia (PE); Días a la floración masculina (DFM); Días a la floración femenina (DFF); Días a la cosecha en choclo (DCCH); Altura de planta (AP); Diámetro del tallo (DT); Altura de inserción de la mazorca (AIM); Días a la cosecha en seco (DCS); Número de plantas por parcela (NPP); Número de plantas con mazorca (NPCM); Laguacoto, Guaranda, 2021.	58
<b>2.</b>	Número de plantas sin mazorca (NPSM); Número de plantas con dos mazorcas (NPCDM); Diámetro de la mazorca (DM); Longitud de mazorca (LM); Número de hileras por mazorca (NHPM); Porcentaje de desgrane (PD); Peso de 100 granos secos (PCGS); Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad (RH); Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB). Laguacoto, Guaranda, 2021.	69
<b>3.</b>	Resultados estadísticos promedios de trigo en las variables: Días a la emergencia (DE); Altura de planta (AP); Número de espigas por metro cuadrado (NEPMC); Número de granos por espiga (NGPE); Longitud de espiga (LE); Días a la cosecha (DC); Profundidad radicular (PR); Rendimiento de trigo en Kg/ha (RH); Rendimiento de biomasa de trigo en Kg/ha (RB).	79
<b>4.</b>	Resultados estadísticos promedios de frejol en las variables: Días a la emergencia (DE); Porcentaje de emergencia (PE); Días a la floración (DF); Altura de planta (AP); Número de vainas por planta (NVPP); Días a la cosecha en tierno (DCT); Días a la cosecha en seco (DCS); Longitud de la vaina (LV); Número de granos por vaina (NGPV); Peso de 100 semillas (PCS); Número de semillas por Kg (NSPKg); Rendimiento en Kg/ha al 13% de humedad (RH) y Rendimiento de Biomasa en kg/ha al 13% de humedad (RB).	89

**5. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables** 103  
independientes (componentes del rendimiento  $X_s$ ), que presentaron  
diferencias estadísticas significativas positivas o negativas con el  
rendimiento (variable dependiente  $Y$ ).

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Págs.</b>
1.	Porcentaje de emergencia de los tratamientos de maíz .....	59
2.	Días a la floración masculina de los tratamientos de maíz .....	60
3.	Días a la floración femenina de los tratamientos de maíz.....	61
4.	Días a la cosecha en choclo de los tratamientos de maíz.....	62
5.	Altura de planta de los tratamientos de maíz .....	63
6.	Diámetro del tallo de los tratamientos de maíz.....	64
7.	Altura de inserción de la mazorca de los tratamientos de maíz .....	65
8.	Días a la cosecha en seco de los tratamientos de maíz .....	66
9.	Número de plantas por parcela de los tratamientos de maíz.....	67
10.	Número de plantas con mazorca de los tratamientos de maíz .....	68
11.	Número de plantas sin mazorca de los tratamientos de maíz.....	70
12.	Número de plantas con dos mazorcas de los tratamientos de maíz .....	71
13.	Diámetro de mazorca de los tratamientos de maíz .....	72
14.	Longitud de mazorca de los tratamientos de maíz.....	73
15.	Número de hileras por mazorca de los tratamientos de maíz.....	74
16.	Porcentaje de desgrane de los tratamientos de maíz .....	75
17.	Peso de 100 granos secos de los tratamientos de maíz .....	76
18.	Rendimiento de maíz al 13% de humedad de los tratamientos de maíz .....	77
19.	Rendimiento de biomasa de maíz en kg/ha de los tratamientos de maíz .....	78
20.	Días a la emergencia de los tratamientos de trigo.....	80
21.	Altura de planta de los tratamientos de trigo .....	81
22.	Número de espigas por metro cuadrado de los tratamientos de trigo .....	82
23.	Número de granos por espiga de los tratamientos de trigo .....	83
24.	Longitud de espiga de los tratamientos de trigo .....	84
25.	Días a la cosecha de los tratamientos de trigo .....	85
26.	Profundidad radicular de los tratamientos de trigo .....	86
27.	Rendimiento de trigo en Kg/ha de los tratamientos de trigo.....	87
28.	Rendimiento de biomasa de trigo en Kg/ha de los tratamientos de trigo .....	88
29.	Días a la emergencia de las variedades de fréjol.....	90

30. Porcentaje de emergencia de las variedades de fréjol.....	91
31. Días a la floración de las variedades de fréjol.....	92
32. Altura de planta de las variedades de fréjol .....	93
33. Número de vainas por planta de las variedades de fréjol.....	94
34. Días a la cosecha en tierno de las variedades de fréjol .....	95
35. Días a la cosecha en seco de las variedades de fréjol .....	96
36. Longitud de la vaina de las variedades de fréjol .....	97
37. Número de granos por vaina de las variedades de fréjol .....	98
38. Peso de 100 semillas de las variedades de fréjol.....	99
39. Número de semillas por Kg de las variedades de fréjol.....	100
40. Rendimiento en Kg/ha al 13% de humedad de las variedades de fréjol .....	101
41. Rendimiento de Biomasa en kg/ha al 13% de humedad en fréjol .....	102
42. Regresión lineal entre PE vs R kg/ha.....	104
43. Regresión lineal entre DT vs R kg/ha .....	105
44. Regresión lineal entre DM vs R kg/ha .....	105
45. Regresión lineal entre PD vs R kg/ha .....	106
46. Regresión lineal entre PCGS vs R kg/ha.....	106
47. Regresión lineal entre PE vs R kg/ha.....	107
48. Regresión lineal entre NPSM vs R kg/ha.....	107
49. Regresión lineal entre LM vs R kg/ha.....	108
50. Regresión lineal entre RB vs R kg/ha .....	108

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

### **Anexo N°**

- 1. Ubicación geográfica del proyecto de investigación**
- 2. Resultados de los análisis de suelo**
- 3. Base de datos Maíz**
- 4. Base de datos Trigo**
- 5. Base de datos Fréjol**
- 6. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo**
- 7. Glosario de términos**

## RESUMEN Y SUMMARY

### RESUMEN

El maíz está entre los cuatro cultivos alimenticios globales del planeta junto al trigo, arroz y la papa. Es la principal fuente de energía dentro de la cadena de valor tanto para la alimentación humana y animal a través del consumo directo y variados subproductos dentro de la agroindustria. La provincia Bolívar, es la mayor productora de maíz suave con el 36%. Sin embargo, debido a varios factores adversos como el Cambio Climático (CC), deterioro de los recursos naturales, erosión genética, monocultivos intensivos en labranza convencional, ponen en riesgo la sostenibilidad de los SP locales. La rotación de cultivos es muy importante ya que ayuda a devolver los nutrientes al suelo, también funciona para interrumpir los ciclos de plagas y enfermedades, aumenta el contenido de biomasa en las estructuras radicales de diferentes cultivos. Este proceso de investigación se la realizó en la localidad de Laguacoto III, ubicada a una altura de 2632 m, con un tipo de suelo franco arcilloso. Los objetivos planteados fueron: i) Compilar datos de fuentes secundarias con los principales componentes agronómicos en el cultivo de maíz, ii) Evaluar la productividad de los cultivos en rotación, enfocados con la agricultura de conservación, iii) Generar una base de datos de los componentes productivos de maíz, trigo y fréjol arbustivo, en el quinto año de validación del sistema de agricultura de conservación. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones, y se realizaron análisis de varianza, análisis económicos, prueba de Tukey al 5%, correlación, regresión lineal y análisis de la relación B/C. Los principales resultados fueron diferentes donde se registró que en el porcentaje de emergencia de los tratamientos de maíz fue el T1 con 73,92%, y el más bajo fue el T3 con 44,78%, en los días a la floración masculina los tres tratamientos en estudios proporcionaron una media de 127 días, y 132 días a la floración femenina, siendo el tratamiento T3 con la mayor altura de planta con 325,70 cm y el mismo tratamiento presenta el menor diámetro de tallo de 1,84cm y la mayor altura de inserción de la mazorca con 165,87cm. El diámetro de mazorca mejor se vio reflejado en el T1 con 5,94cm, a la vez este tratamiento presentó la menor longitud de mazorca con 15,24 cm, mientras que el T3 presentó la mejor longitud de mazorca con 17,84cm, los tres tratamientos presentaron entre 11 y 12 hileras por mazorca, el porcentaje de desgrane más alto se vio reflejado en el T3 con 81,06% y el promedio más bajo en el T2 con el 55,06%. En el peso de 100 granos secos de los tratamientos de maíz, el mejor se presentó en el T1 con 653,33 g a la vez fue el mejor en el rendimiento con 3656,90 kg/ha, mientras que el menor promedio de 100 granos secos y rendimiento fue en el T3 con 579 g y 2957,50 kg/ha, el mejor rendimiento de biomasa fue en el T3 con 14123 kg/ha, y el menor rendimiento en el T1 con 12491 kg/ha, el mejor rendimiento obtenido en el cultivo de trigo fue en el T2 con 3678 kg/ha, y el más bajo en el T1 con 2345, en el rendimiento de biomasa se registró los mejores en los T1 y T2 con 12678 kg/ha, y el más bajo en el T8 con 11234 kg/ha, y por último el mejor rendimiento de fréjol se presentó en la variedad huevo de quinde con 2365 kg/ha, y el promedio más bajo se obtuvo en la variedad INIAP-427 con 1880 kg/ha.

**Palabras clave:** Rendimiento, tratamiento, mazorca, maíz, fréjol, trigo.

## SUMMARY

Corn is among the four global food crops on the planet, along with wheat, rice and potato. It is the main source of energy within the value chain for both human and animal food through direct consumption and various by-products within the agroindustry. The Bolívar province is the largest producer of soft corn with 36%. However, due to several adverse factors such as climate change (CC), deterioration of natural resources, genetic erosion, and intensive monocultures in conventional tillage, the sustainability of local SP is at risk. Crop rotation is very important as it helps to return nutrients to the soil, it also works to interrupt pest and disease cycles, it increases the biomass content in the root structures of different crops. This research process was carried out in the locality of Laguacoto III, located at an altitude of 2632 m, with a clay loam soil type. The objectives were: i) Compile data from secondary sources with the main agronomic components in the corn crop, ii) Evaluate the productivity of crops in rotation, focused on conservation agriculture, iii) Generate a database of the productive components of corn, wheat and bush beans, in the fifth year of validation of the conservation agriculture system. A Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 treatments and 3 replications was used, and analysis of variance, economic analysis, Tukey's test at 5%, correlation, linear regression and B/C ratio analysis were carried out. The main results were different where it was recorded that in the percentage of emergence of corn treatments was the T1 with 73.92%, and the lowest was the T3 with 44.78%, in the days to male flowering the three treatments in studies provided an average of 127 days, and 132 days to female flowering, being the T3 treatment with the highest plant height with 325.70cm and the same treatment presented the lowest stalk diameter of 1.84cm and the highest height of ear insertion with 165.87cm. The best ear diameter was reflected in T1 with 5.94 cm, at the same time this treatment presented the smallest ear length with 15.24 cm, while T3 presented the best ear length with 17.84 cm, the three treatments presented between 11 and 12 rows per ear, the highest shelling percentage was reflected in T3 with 81.06% and the lowest average in T2 with 55.06%. In the weight of 100 dry grains of the corn treatments, the best was presented in T1 with 653.33 g at the same time was the best in yield with 3656.90 kg/ha, while the lowest average of 100 dry grains and yield was in T3 with 579 g and 2957.50 kg/ha, the best biomass yield was in T3 with 14123 kg/ha, and the lowest yield in T1 with 12491 kg/ha, the best yield obtained in the wheat crop was in T2 with 3678 kg/ha, and the lowest in T1 with 2345, in the biomass yield was the best in T1 and T2 with 12678 kg/ha, and the lowest in T8 with 11234 kg/ha, and finally the best bean yield was in the variety huevo de quinde with 2365 kg/ha, and the lowest average was obtained in the variety INIAP-427 with 1880 kg/ha.

**Key words:** yield, treatment, ear, bean corn, wheat.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La producción de maíz a nivel mundial es más grande que cualquier otro cereal. Anualmente la producción es de 850 millones de toneladas en grano que se cultiva en una superficie de 162 millones de hectáreas, con una producción promedio de 5,2 t/ha. Los productores más grandes son los EEUU y China que producen 37 y 21% de la totalidad mundial respectivamente. Los tres exportadores principales son los EEUU, Argentina y Brasil. Entre ellos exportaron 70 millones de toneladas de maíz en el 2010. México es el segundo importador de maíz y se provee de los EEUU y la Argentina. EEUU también es el mayor productor de maíz forrajero con 2,6 millones de hectáreas, o sea menos que el 10% del área destinada al maíz en grano. (Yara, I. 2021)

La producción nacional de maíz está orientada principalmente a los tipos duro y suave de color amarillo; el rendimiento promedio del maíz amarillo duro en los años 2015 y 2016, considerando dos ciclos de siembra fue de 5,76 t ha<sup>-1</sup>; estas mejoras en la productividad podrían atribuirse principalmente a dos factores: utilización de semilla de híbridos de alto potencial de rendimiento y una política de precios mínimos de sustentación para el productor, que permitieron incrementar significativamente los ingresos de pequeños y medianos productores de maíz. (Avances en Ciencias, ACI. 2019)

El Trigo es uno de los productos agrícolas considerado esencial y básico como fuente alimenticia a nivel mundial destaca su importancia como fuente nutricional y de energía en la dieta diaria de los seres humanos. (Moreno, I. & Ramírez, A. 2019)

El consumo nacional de trigo supera las 450.000 Tm/año, resultando en un consumo per cápita superior a 30 kg/año. El Ecuador importa el 98% de los requerimientos internos de trigo y tan solo un 2% es producido a nivel local”, lo que ha dado paso a una dependencia de las importaciones para abastecer el consumo interno. (Garófalo, A. 2018)

A nivel mundial se producen 18.991,954 t, siendo los mayores productores mundiales: Brasil (3 millones de t), India (2,9 millones de t), México (1,5 millones de t) Nicaragua, Myanmar (1,9 millones t), China (1.9 millones t) entre otros países. (Gaucin, D. 2019)

Ecuador produce 39 725 t, es decir, el 0.2% de la producción mundial. En el Ecuador el frijol es la leguminosa de mayor área de cultivo y consumo, actualmente se cosecha 89 789 hectáreas de las 105 127 ha, sembradas de esta leguminosa en grano seco y 15 241 ha en verde o tierno de las 16 464 ha, sembradas. El rendimiento promedio de frijol registrado en Ecuador es bajo, 430 kg ha<sup>-1</sup> en monocultivo y 110 kg ha<sup>-1</sup> cuando está asociado con maíz, frente al rendimiento potencial del cultivo que sobrepasa los 2 000 kg ha. (Villafuerte, A. & Araujo, J. 2020)

La rotación de cultivos es muy importante ya que ayuda a devolver los nutrientes al suelo sin insumos sintéticos la práctica también funciona para interrumpir los ciclos de plagas y enfermedades, mejorar salud del suelo aumentando la biomasa de las estructuras radiculares de diferentes cultivos y aumentando biodiversidad en la granja. La vida en el suelo se nutre de la variedad, y los insectos benéficos y los polinizadores también se sienten atraídos por la variedad en la superficie. La rotación de cultivos tiene como objetivo el desarrollo de sistemas de producción diversificados que aseguren la sostenibilidad del suelo promoviendo cultivos que se alternen año con año para que mantengan la fertilidad del suelo y reduzcan los niveles de erosión. (Agrosíntesis. 2019)

La 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. Ayuda a los agricultores a mantener y aumentar los rendimientos y las ganancias, al tiempo que revierte la degradación de la tierra, protege el medio ambiente y responde a los crecientes desafíos del cambio climático para reducir la alteración del suelo, los agricultores practican la labranza cero, lo que permite la siembra directa sin arar o preparar el suelo.

El agricultor siembra directamente a través de los residuos superficiales del cultivo anterior. (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CYMMYT. 2020)

En esta investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

- Compilar datos de fuentes secundarias con los principales componentes agronómicos en el cultivo de maíz.
- Evaluar la productividad de los cultivos en rotación, enfocados con la agricultura de conservación.
- Generar una base de datos de los componentes productivos de maíz, trigo y fréjol arbustivo, en el quinto año de validación del sistema de agricultura de conservación.

## **1.2. PROBLEMA**

El monocultivo es una de las principales causas para la disminución de la productividad en diferentes tipos de cultivos en la provincia Bolívar, teniendo como condicionantes paralelas a una alta incidencia de plagas y enfermedades específicas de cada uno de los mismos y a la vez el uso ineficiente del recurso suelo.

Además, la cantidad de nutrientes en el suelo disminuye, porque las plantas ocupan siempre la misma zona de raíces y en la temporada siguiente las raíces no se desarrollan bien, la disminución del rendimiento de nuestros cultivos es debido a factores fitopatológicos, nutricionales, de malos manejos o alelopáticos.

Por tal razón, la rotación de cultivos bajo el enfoque de policultivos o cultivos asociados, podría contribuir a la solución de esta problemática, al crear ambientes que reduzcan la presencia de insectos plaga y enfermedades; y de la misma manera puede coadyuvar a una respuesta de diversificación económica viable para los beneficiarios de este rubro; teniendo en cuenta siempre que la rotación puede ser un componente muy positivo que ayuda para la restauración del suelo en donde presentan mayor eficiencia biológica en comparación con el monocultivo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Origen

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. El maíz surgió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México. (Acosta, R. 2020)

#### 2.2. Clasificación taxonómica

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Filo</b>	Tracheophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Género</b>	<i>Zea</i>
<b>Especie</b>	<i>Zea mays</i>

Fuente: (Govaerts R. 2017)

#### 2.3. Descripción morfológica de la planta

##### 2.3.1. Raíz

El sistema radicular del maíz se desarrolla a partir de la radícula de la semilla, que ha sido sembrada a una profundidad adecuada, para lograr su buen desarrollo. El crecimiento de las raíces disminuye después que la plúmula emerge, y virtualmente, detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo; esto ocurre, por lo general, a una profundidad uniforme, sin relación con la profundidad con la que fue colocada la semilla.

Un grupo de raíces adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a los siete o diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo. Estas raíces adventicias se desarrollan en una red espesa de raíces fibrosas. El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta, y además absorbe agua y nutrimentos. (Ramírez, A. 2019)

### **2.3.2. Tallo**

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían notablemente; su parte inferior en contacto con el suelo es corta de la cual brotan raíces principales y brotes laterales. En la parte superior sus entrenudos son cilíndricos; al hacer un corte transversal se observa que la epidermis presenta paredes gruesas con haces vasculares cuya función principal es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o las elaboradas en las hojas. (Villar, L. 2017)

### **2.3.3. Hojas**

La planta de maíz posee entre 15 y 30 hojas que crecen en la parte superior de los nudos, abrazando el tallo mediante estructuras llamadas vainas. La cara superior de la hoja es pilosa, adaptada para la absorción de energía solar, mientras que la cara inferior, glabra, tiene numerosas estomas que permiten el proceso respiratorio. En la superficie foliar, justo en la unión del limbo con la vaina, existe una proyección delgada y semitransparente que envuelve el tallo llamada lígula, su función es restringir la entrada de agua y reducir las pérdidas por evaporación. (Ospina, J. 2015)

### **2.3.4. Inflorescencia**

El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas, pero en el mismo pie. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espatas.

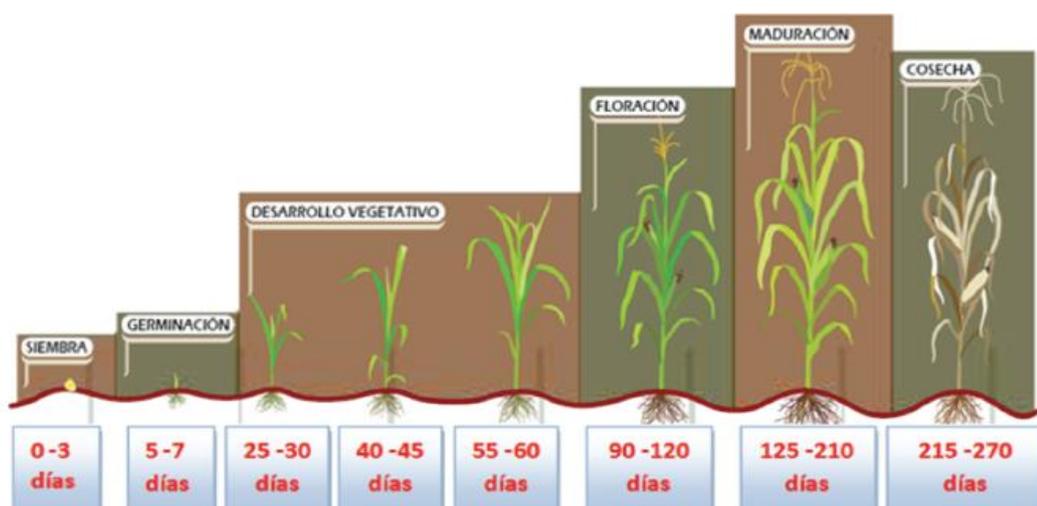
Los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso o zulo. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz. (Ortas, L. 2020)

### 2.3.5. Fruto

El grano de maíz es el fruto de la planta, compuesto por una cariósida que consta de tres partes principales: la pared, el endosperma triploide y el embrión diploide. La cubierta o capa de la semilla, que es la pared del ovario, se llama pericarpio, es dura y debajo de ella se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo, morado) y que contiene las proteínas. El embrión está formado por la radícula y la plúmula, ubicándose en el escutelo, localizado en la parte inferior del grano, donde va adherido a la tusa o raquis. (Ospina, J. 2015)

### 2.4. Ciclo del cultivo

Todas las plantas de maíz se desarrollan de la misma manera. Sin embargo, el tiempo entre etapas de crecimiento puede variar dependiendo del tipo de maíz, sus fechas de siembra, su localización, la altitud a la que se encuentra el maíz, etc. Normalmente, los maíces de altura tienen un ciclo de cultivo de 215 a 270 días desde la siembra hasta la cosecha. (García, O. 2018)



Fuente: (Peñaherrera, D. 2018)

<b>Etapa</b>	<b>DAS*</b>	<b>Características</b>
VE	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo.
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
R0	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapa de ámpula. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible.

Fuente: (Sarria, G. 2018)

## 2.5. Condiciones edafoclimáticas

### 2.5.1. pH

El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5,5 y 7,8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5,5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo

y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo, de un pH inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micro nutrientes. (Ramírez, A. 2019)

### **2.5.2. Suelo**

El cultivo de maíz necesita suelos profundos, fértiles, permeables, de textura franca, estructura granular, de buena capacidad de retención de agua, libre de inundaciones y encharcamientos, de alto contenido de materia orgánica. Otros aspectos relacionados con el suelo que pueden reducir la expresión del potencial productivo son la falta de cobertura, la pendiente del terreno y las condiciones químicas (salinidad, acidez) y físicas (capas endurecidas, infiltración, escorrentía). (Ospina, J. 2015)

### **2.5.3. Altitud**

Existe diferentes variedades de maíz adaptadas a diferentes altitudes, generalmente el maíz se cultiva a una altura entre los 2200 a 3100 msnm. (Peñaherrera, D. 2018)

### **2.5.4. Latitud**

El maíz cultivado en los ambientes más cálidos, entre la línea ecuatorial y los 30° de latitud sur y los 30° de latitud norte es conocido como maíz tropical, mientras que aquel que se cultiva en climas más fríos, más allá de los 34° de latitud sur y norte es llamado maíz de zona templada; los maíces subtropicales crecen entre las latitudes de 30 y 34° de ambos hemisferios. Esta es una descripción muy general ya que los maíces tropicales y templados no obedecen a límites regionales o latitudinales rígidos. (Valladares, C. 2018)

### **2.5.5. Temperatura**

El maíz para la germinación y desarrollo requiere de una temperatura promedio de 15 °C, además de luz solar durante todo el ciclo de cultivo. (García, O. 2018)

### **2.5.6. Precipitación**

La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz en las zonas tropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido del cultivo puede ocasionar pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento. Sin embargo, el cultivo puede recuperarse sin afectar seriamente el rendimiento. Cerca de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas, hasta dos semanas después de ésta) el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período. En general, el maíz necesita por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo. (Ramírez, A. 2019)

## **2.6. Prácticas agronómicas**

### **2.6.1. Preparación del suelo**

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda preparar el suelo con dos meses de anticipación ya que esto permitirá que el terreno quede suelto y sea capaz de captar agua sin que se produzcan encharcamientos. Además, esto permitirá la descomposición de residuos, el control de las malezas e insectos y la suavidad del terreno (sobre todo en la capa superficial donde se va a producir la siembra). Se debe realizar, con tractor o con yunta, una labor de arado, una de rastra y la surcada, cuidando de no desmenuzar demasiado el suelo. (García, O. 2018)

### **2.6.2. Siembra**

En la sierra altoandina la fecha de siembra varía desde septiembre hasta mediados de enero, dependiendo de la zona o localidad del cultivo y de la disponibilidad de agua de riego o de la cantidad de lluvias. Se siembra a una profundidad de 5 cm. La siembra se puede realizar a golpes. (Yáñez, C. 2019)

### 2.6.3. Densidad de siembra

Distancia de siembra y cantidad de semilla en cultivo solo.	También es muy común en la sierra ecuatoriana que se siembre el maíz asociado con fréjol, para lo que se recomienda sembrar a:
<ul style="list-style-type: none"><li>• 80 cm entre surcos (entre wuachos).</li><li>• 50 cm entre plantas (golpes).</li><li>• 2 semillas de maíz por golpe.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 80 cm entre surcos (entre wuachos).</li><li>• 80 cm entre plantas (golpes).</li><li>• 2 semillas de maíz por golpe.</li><li>• 2 semillas de fréjol por golpe.</li></ul>

Fuente: (Peñaherrera, D. 2018)

### 2.6.4. Raleo

Es una labor de cultivo que sea realizado cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 0,25 m a 0,30 m y consiste en dejar de una a dos plantas por golpe mientras se eliminan las restantes. (García, O. 2018)

### 2.6.5. Rascadillado

Se realiza cuando la planta alcanzado una altura de 25 a 30 cm. Con esta labor se remueve el suelo, se da aireación a las raíces y se eliminan las malas hierbas. Para mantener un buen desarrollo de las plantas estas deben estar libres de malas hierbas durante los 60 días después de la germinación. (Peñaherrera, D. 2018)

### 2.6.6. Aporque

En el cultivo del maíz es importante el aporque, porque permite incorporar la segunda fertilización del nitrógeno, eliminación de malezas, aireación del suelo, control de plagas y lo más importante dar soporte a las plantas para evitar el tumbado provocado por el viento y el propio peso del maíz. (Rodríguez, P. 2020)

### 2.6.7. Defoliación

Práctica tradicional en las provincias de la sierra conocida también como “Llacado” y consiste en la remoción de hojas de las plantas de maíz cuando están verdes; y que sirven para alimentar a animales domésticos (cuyes, conejos, ganado bovino y ovino, etc.). Esta práctica no se debe realizar en la etapa de emisión de estigmas (floración femenina o estado de señorita del maíz) y en la etapa de grano lechoso (choclo suave lechoso), porque afecta a la formación y llenado del grano en la mazorca, disminuyendo notablemente la producción. (Yáñez, C. 2019)

### 2.6.8. Riego

Durante los siguientes momentos del cultivo el suelo debe mantenerse entre un 75-100% humedad.

- V10-V12 se determina el número de granos viables por mazorca.
- Inicio pelo. Es necesario que el periodo de la aparición del pelo de la planta no sufra de estrés hídrico, para evitar que el pelo se seque disminuyendo la fecundación de los granos.
- Llenado granos. Después de la fecundación, el llenado de granos es una etapa determinante de la consolidación del rendimiento final, por lo que hay que evitar cualquier deficiencia hídrica.

Fuente: (Fundación Chile, 2018)

### 2.6.9. Control de malezas

Las malezas compiten con el maíz durante su crecimiento, especialmente en los primeros 40 días. El control químico es una práctica muy frecuente y efectiva en el manejo de malezas. El uso de atrazinas ha sido el más común en aplicaciones de pre o post emergencia temprana al cultivo y las malezas, complementando con controles posteriores de tipo manual o mecánico. En general, las malezas son problema en todas las áreas productoras de maíz, y su control, normalmente, se realiza con herbicidas al nivel de medianos y grandes productores. (Gordón, E 2019)

### **2.6.10. Fertilización**

Se efectúa según las características de la zona de producción. Para una adecuada fertilización es necesario realizar el análisis químico del suelo por lo menos dos meses antes de la siembra. Se recomienda aplicar en suelos de fertilidad intermedia, 80 kg/ha de nitrógeno (N) y 40 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). (García, O. 2018)

## **2.7. Plagas**

### **2.7.1. Gusano trozador (*Agriotys sp*)**

Este gusano ataca a las plántulas en etapa de germinación y emergencia; se come el follaje, troza y corta los tallos. El mejor momento de realizar el control es cuando 25 plantas de 100 están atacadas por este gusano: Se puede aplicar a la base del tallo productos como KSI (producto orgánico a base de ácidos láurico, palmítico, esteárico), NEEM-X (Azadirachtina). (Peñaherrera, D. 2018)

### **2.7.2. Gusano del choclo (*Heliothis zea*)**

Es una mariposa, es un insecto de hábito nocturno que deposita sus huevos en los pelos del choclo recién salidos. Una vez que los gusanos salen de sus huevos se meten en la mazorca y se alimentan de los granos tiernos, ocasionando una disminución considerable tanto en el rendimiento como en la calidad del producto, sea para choclo o grano seco. Se recomienda usar pequeñas cantidades, con un gotero, esponja, algodón o lana, se aplicarán 3 gotas en la punta de la mazorca, en el lugar de salida de los pelos del choclo, cuando estos tengan unos 3 cm de largo. (García, O. 2018)

### **2.7.3. Mosca de la mazorca (*Euxesta eluta*)**

La mosca es un insecto de 5 cm de largo con alas bandeadas, que vuela lateralmente con movimientos rápidos alrededor de las hojas. La hembra pone sus huevos en el pelo del choclo recién salido e igual que el gusano del choclo, se introduce en la mazorca y se alimenta de los granos tiernos de la misma, ocasionando graves daños. (Yáñez, C. 2019)

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

Es una plaga universal de gran importancia económica que, dependiendo de algunos factores como la edad de la planta, estadio de plaga, condición del clima, así es la severidad del ataque. Cuando el clima es caliente y seco, las larvas completamente desarrolladas, que han caído al suelo antes de convertirse en pupas, empiezan a alimentarse en la base de la planta, cercenando el tallo tierno. En períodos de sequía su presencia y acción puede ser fatal. Corta el tallo cuando las plantas recién emergen; y cuando están bien desarrolladas, la desfolian; puede atacar la flor masculina, lo cual provoca interrupción del proceso normal de polinización. También ataca perforando la mazorca tierna por lo que se conoce como gusano elotero. (Ramírez, A. 2019)

#### **2.7.5. Pulgón (*Rhopalosiphum maidis*)**

Los pulgones colonizan preferentemente las partes tiernas de la planta y guía de crecimiento. Ninfas y adultos succionan la sabia de las hojas dejando, una serie de puntos blancos que dan lugar a un amarillamiento. En el maíz las infestaciones más altas se presentan al inicio y durante la formación de panojas. En el transcurso de la alimentación transmiten el virus de una planta enferma a una planta sana. Excreta cantidad de mielecilla, que cubre una capa fina en las hojas, el que sirve como un medio de cultivo para la proliferación del hongo fumagina (*Capnodium sp*). La formación del hongo fumagina, crea una capa fina que impide la fotosíntesis, que repercute en la formación de los granos. Los pulgones son también considerados plagas secundarias del maíz debido a que ocasionalmente presentan infestaciones severas. Se localizan preferentemente en el cogollo, pero pueden llegar a poblar toda la planta produciendo una gran cantidad de mielecilla que provoca un debilitamiento general que culmina con el desecamiento de las plantas. (Rodríguez, P. 2020)

## **2.8. Enfermedades**

### **2.8.1. Roya (*Puccinia sorghi*)**

Presenta pústulas (abultamientos) asiladas sobre las hojas, estas pústulas son de color café oscuro a café rojizo. Esta enfermedad se transmite por las esporas que están en el interior de las pústulas, las cuales son transportadas por el viento pudiendo movilizarse cientos de kilómetros. Las esporas que se pegan en las hojas, comienzan a crecer, hasta formar pústulas (abultamientos) cuando hay alta humedad y alta temperatura. Esta enfermedad todavía no es un problema serio en la sierra ecuatoriana, pero se recomienda sembrar variedades resistentes. (Peñaherrera, D. 2018)

Estrategias de manejo: La eliminación de hospederos alternos (malezas) ayudan a romper el ciclo del hongo. La rotación de cultivo disminuye el inóculo del hongo. Uso de materiales tolerantes. Se puede realizar la aplicación de fungicidas con características preventivas como el Mancozeb y otros. (InfoAgro. 2018)

### **2.8.2. Carbón del maíz (*Ustilago maidis*)**

El hongo ataca las mazorcas, los tallos, las hojas y las espigas. Unas agallas blancas cerradas muy grandes sustituyen a los granos individuales. Con el tiempo las agallas se rompen y liberan masas negras de esporas que infectarán las plantas de maíz del siguiente ciclo de cultivo. La enfermedad causa daños más graves en plantas jóvenes en estado activo de crecimiento y puede producirles enanismo o matarlas. (García, O. 2018)

Varios métodos de manejo se han desarrollado para controlar el carbón común. Estos incluyen: rotación de cultivos (cuestionable, porque las esporas sobreviven por varios años), tratamiento en semilla con fungicidas (protección solamente en las primeras semanas), modificación de la fertilidad del suelo y control biológico. Sin embargo, solamente el uso de híbridos resistentes es el método más práctico y efectivo para controlar de la enfermedad. No existen líneas de maíz inmune a la infección por *U. maydis*. Las líneas de maíces dulces tienden a ser más susceptibles al carbón común que los otros maíces. (Ruíz, M. 2018)

### **2.8.3. Manchas foliares por tizón (*Helmintosporium maydis*)**

El daño es causado por la pérdida del área foliar disminuyendo la captación solar (fotosíntesis), pérdida de peso de grano. Cuando apenas comienza a formarse, las lesiones son pequeñas y romboides y a medida que maduran se van alargando éstas al fusionarse produce una quemadura extensa. Estrategias de manejo: El monocultivo favorece a la aparición de estos hongos.

La rotación de cultivos, materiales tolerantes, fecha de siembras tempranas, eliminación de malezas dentro del cultivo, tratamiento a la semilla y nutrición balanceada con contenidos de potasio nos ayudan a disminuir la afectación de esta enfermedad en campo. La aplicación de fungicidas preventivos apoya el manejo de la enfermedad. (InfoAgro. 2018)

### **2.8.4. Tizón foliar por (*Turcicum*)**

Es uno de los primeros síntomas consiste en la aparición de manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas y que son fácilmente reconocibles. Estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas alargadas y ahusadas, que se manifiestan primeramente en las hojas más bajas y cuyo número aumenta a medida que se desarrolla la planta. Se puede llegar a producir la quemadura total del follaje. El tizón **turcicum** se encuentra distribuido por todo el mundo y ocurre particularmente en zonas donde hay mucha humedad y temperaturas moderadas durante el periodo de crecimiento. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las condiciones son óptimas, ésta puede ocasionar daños económicos considerables. (CIMMYT. 2019)

Manejo: Selección de híbrido, rotación de cultivos para reducir inóculo y residuos de cosecha previos, labranza para ayudar a descomponer residuos de cultivo anterior y el inóculo de la enfermedad, aplicación de fungicidas para reducir pérdidas de rendimiento y mejorar la cosecha, considerar la susceptibilidad del híbrido, cultivo previo, tipo de labranza, historial de presencia de la enfermedad en el campo, costo de aplicación.

Control químico: realizar aplicaciones de fungicidas que contengan diferentes moléculas y modos de acción, como son las estrobilurinas y triazoles (Departamento de Servicios Técnicos de DuPont Pioneer. 2015)

### **2.8.5. Complejo mancha gris**

La mancha gris es causada por el complejo *Cercospora zae maydis* Tehon & E.Y. Daniels y *Cercospora sorghi var maydis* Ellis & Everh. Estos hongos inducen manchas pequeñas inicialmente traslúcidas, restringidas a las nervaduras secundarias, y a medida que avanzan se tornan de apariencia rectangular y de color que varía desde amarillo anaranjado hasta grisáceo cuando el hongo está completamente esporulado. En presencia de muchas manchas las hojas se tornan cloróticas y amarillas, como consecuencia de una toxina que induce el hongo en los materiales muy susceptibles. Es más severa en ambientes con alta humedad relativa y temperaturas bajas en la noche. Algunas veces se presenta una infección conjunta con *Helminthosporium*, complejo mancha de asfalto y *Phaeosphaeria*. (CIMMYT. 2019)

**Manejo:** La rotación de cultivos con especies diferentes a gramíneas, eliminación o incorporación de los residuos de cosecha, uniformidad de siembras en fincas y en zonas maiceras, no sembrar en lotes con antecedentes de prevalencia de enfermedades y cercanos a las riberas de los ríos y con tendencia a encharcamiento, realizar monitoreo frecuente en el cultivo desde su emergencia, la enfermedad se puede prevenir con fungicidas protectantes, o controlar eficientemente con productos sistémicos, para evitar crear resistencia de los hongos a los fungicidas es conveniente mezclar un protectante con un sistémico, cuando la severidad de la enfermedad obliga a realizar más de una aplicación por ciclo. (Sarria, G. 2018)

### **2.8.6. Complejo mancha de asfalto**

Es una enfermedad producida por la interacción sinérgica de tres hongos: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y el hiperparásito *Coniothyrium phyllachorae* esta enfermedad es conocida como complejo de mancha de asfalto. (CMA) (Departamento de Servicios Técnicos de DuPont Pioneer. 2015).

La mancha de asfalto es causada por la interacción de *Phyllachora maydis* y *Monographella maydis*. Asimismo, *Coniothyrium phyllachorae*, un micoparásito que se encuentra asociado a *P. maydis*, que siempre aparece por primera vez causando la mancha de asfalto. *M. maydis* es responsable del daño “ojo de pez”, este se asocia con la mancha necrótica en el centro de la lesión. Este complejo fue descrito por primera vez en 1904 en el maíz mexicano. Este se ha encontrado en Bolivia, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Guatemala, Panamá, Perú, Puerto Rico y Venezuela. También se sabe que se ha presentado en el Ecuador, El Salvador y Haití. (Ríos, E; et al. 2017)

Esta enfermedad se presenta en zonas relativamente frescas y húmedas de los trópicos, similares a aquellas en las que es común el tizón de la hoja causado por *Turcicum*. Primeramente, se producen manchas brillantes y ligeramente abultadas, de color negro. En una etapa posterior se desarrollan áreas necróticas en el tejido foliar. En varios países del Continente Americano se ha descubierto que otro patógeno, *Monographella maydis*, y *Phyllachora maydis* forman el “complejo mancha de asfalto”. Las lesiones causadas solo por *Monographella maydis* son circulares y miden entre 5 y 6 cm de diámetro. Las lesiones que producen los dos patógenos que causan el complejo comienzan a desarrollarse en las hojas inferiores antes de la floración y, si el ambiente es propicio, la infección continúa hacia arriba afectando incluso las hojas más jóvenes. Las mazorcas de las plantas afectadas son muy livianas y tienen granos flojos que no alcanzan a compactarse; muchos de los granos en la punta germinan prematuramente, mientras aún están en el elote. (Sarria, G. 2018)

Los síntomas iniciales son pequeños puntos negros ligeramente elevados, que se distribuyen por toda la lámina foliar, posteriormente y muy rápidamente la infección puede diseminarse rápidamente a las hojas superiores y a otras plantas. Dos a tres días después de la infección por *P. maydis* el tejido adyacente es invadido por *Monographella maydis*, causando necrosis de color pajizo alrededor del punto de alquitrán. Finalmente, las lesiones se unen para formar grandes áreas necróticas. (Peñaherrera, D. 2018)

Las lesiones que producen los dos patógenos que causan el complejo comienzan a desarrollarse en las hojas inferiores antes de la floración y, si el ambiente es propicio, la infección continúa hacia arriba afectando incluso las hojas más jóvenes. Las mazorcas de las plantas afectadas son muy livianas y tienen granos flojos que no alcanzan a compactarse; muchos de los granos en la punta germinan prematuramente mientras aún están en el elote. (CIMMYT. 2019)

La infección progresa rápidamente diseminándose hacia las hojas superiores y plantas vecinas. Si la enfermedad aparece en etapas muy tempranas antes del llenado, las mazorcas pierden peso y los granos se observan chupados, flácidos y flojos. Casi siempre la enfermedad se presenta después de floración, sin embargo, bajo condiciones de siembras continuas se presenta en prefloración. Aunque se considera una enfermedad endémica, su severidad y facilidad de diseminación la ubican como una enfermedad muy agresiva y si los factores climatológicos la favorecen puede ocasionar muerte prematura de la hoja y quemar el cultivo en corto tiempo. (Sarria, G. 2018)

El impacto que tenga el CMA en los rendimientos de maíz depende del tiempo de la infección y las condiciones ambientales. Cuando las condiciones favorecen el desarrollo de la enfermedad, las plantas de los genotipos susceptibles pueden marchitarse por completo de 8 a 14 días después de ser infectadas, a medida que las lesiones se fusionan y *P. maydis* produce una toxina que mata el tejido vegetal con rapidez. Si la infección y la enfermedad aparecen al principio del ciclo, antes de que las mazorcas empiecen a llenarse, éstas no se llenan bien y los granos germinan prematuramente mientras todavía se encuentran dentro de las brácteas. Los granos se arrugan y tienen poco peso, por lo cual es posible que se pierda más del 50% del rendimiento. (Shrestha, R. 2017)

<i>Phyllachora maydis</i>	<i>Monographella maydis</i>	<i>Coniothyrium phyllachorae</i>
(Parásito obligado)	(Parásito facultativo)	(Hiperparásito de <i>Phyllachora</i> )
Manchitas negras con apariencia de salpicaduras de asfalto. Lesiones elevadas, oscuras, estomáticas, lisas, brillantes y ovals/circulares. Tamaño de lesiones de 0,5 a 2,0 mm de diámetro. Estrías hasta de 10 mm de longitud.	Produce alrededor de la mancha de asfalto, otra mancha de color marrón, causando lo que algunos, patólogos llaman “ojo de pescado”. Se observa un halo de forma elíptica, color verde claro de 1 a 4 mm, posteriormente necrótico.	Sobrevive dentro del primero sin causar daño al maíz. Sin embargo, se alimenta de la mancha de asfalto causando lesiones en las hojas, que pueden unirse causando el tizón y la quema completa del follaje.
		

Fuente: (Departamento de Servicios Técnicos de DuPont Pioneer. 2015)

### 2.8.7. Etiología

Los ascocarpos se caracterizan por constituir verdaderos peritecios negros que se encuentran contenidos en un sustrato estomático, son de forma esférica, ostiolados o globosos. Parte del estroma sobresale de la superficie de la hoja afectada y es muy persistente. En todos los estromas de (*P. maydis*) se asienta el hiperparásito (*Coniothyrium phyllachorae* Maublanc). El síntoma de ojo de pescado está siempre asociado con una mancha de asfalto en el centro de la lesión, mientras el 12 al 20 % del ascostroma de (*Phyllachora*) permaneces libre de (*M. maydis*). El anamorfo de (*Monographella, Microdochium*) generalmente se produce en las lesiones; pero, no es capaz de producir infecciones. El síntoma de ojo de pescado

del complejo, aparece de 2 a 7 días después de la manifestación de (*P. maydis*; *M. maydis*), se vuelve predominante en las lesiones, se asocia con peritecios vacío de (*P. maydis*). En la primera etapa picnidial de la mancha de asfalto, se puede observar al anamorfo *Linochora sp.*, ocasionalmente. (Barotine, J. 2016)

#### **2.8.8. Manejo de mancha de asfalto**

Es necesario hacer un monitoreo constante de los campos en zonas tendientes a presentar incidencia de CMA, comenzando cuando las plantas tienen ocho hojas hasta después de la floración y la etapa del llenado de grano. En esta etapa, las plantas son más susceptibles, y la incidencia y la severidad de la enfermedad tienen el mayor impacto. A continuación, se incluyen algunas de las prácticas recomendadas: Sembrar temprana y oportunamente y evitar la siembra escalonada, ya que lo sembrado al principio será fuente de inóculo para lo sembrado posteriormente. Por esta razón, los cultivos sembrados tardíamente suelen presentar alta incidencia de la enfermedad. Eliminar los residuos y el rastrojo en aquellos lugares donde se ha observado la enfermedad, a fin de reducir las fuentes de inóculo del patógeno. Evitar sembrar campos donde se sabe que ha habido incidencia de CMA en hortalizas o que están cerca de las riberas. Practicar la rotación de maíz y otros cultivos en los cuales no se desarrolle el patógeno; por ejemplo, frijol común y hortalizas. En aquellos lugares donde la enfermedad ha estado presente, se debe realizar un monitoreo constante, empezando alrededor de 40 días después de la emergencia del cultivo o cuando éste ha llegado a la etapa de 8 hojas. Utilizar la densidad de siembra recomendada; una densidad demasiado alta (digamos que de más de 75 000 plantas por hectárea) favorece el desarrollo de la enfermedad. Utilizar las dosis de fertilizante recomendadas. Aplicar fungicidas de contacto o sistémicos tan pronto como los síntomas de la enfermedad se manifiesten. (Shrestha, R. 2017)

#### **2.8.9. Escala diagramática de severidad para el complejo mancha de asfalto del maíz**

A nivel de campo el valor máximo de severidad del CMA observado fue de 100%, causando senescencia y muerte prematura de toda la planta; en contraste, el límite

inferior resultó con 0 % de severidad. Considerando ambos límites, la escala logarítmica diagramática de severidad estuvo constituida por siete clases, representadas por los intervalos de 0(0-0), 3(1-6), 12(7-22), 38(23-55), 72(56-84), 91(85-95) y 98(96-100) % de área foliar necrosada. (Hernández, L; et al 2015)

Entre los factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad destacan: la temperatura, niveles altos de fertilización nitrogenada, genotipos susceptibles, baja luminosidad, virulencia de los patógenos involucrados, alta humedad relativa y altitud 1 300 a 2 300 m. (Ríos, E; et al. 2017)

#### **2.8.10. Carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*)**

Puede ocasionar daños económicos significativos en las zonas maiceras tanto secas y cálidas como de altitud intermedia y de clima templado. La infección es sistémica lo cual significa el hongo penetra las plántulas y se desarrolla dentro de las plantas sin que estas muestren síntomas hasta que llegan la floración y emisión de estigmas. (CIMMYT. 2019)

Estrategias de manejo: Rotación de cultivo, el uso de materiales genéticos tolerantes. La aplicación de fungicidas a la semilla y al suelo son opciones de manejo brindando una protección a la planta al evitar el establecimiento del patógeno. (InfoAgro. 2018)

#### **2.8.11. Pudrición de los granos (*Fusarium moniliforme*)**

Se presenta en zonas cálidas y húmedas como seco, se caracteriza por presentar inicialmente una coloración rosácea en la corona de un grano o grupo de granos, con moho algodonoso, para luego invadirlos completamente. (Rodríguez, P. 2020)

En cuanto al manejo o control, se utilizan cura semillas que tienen principios activos específicos para oomicetes (*Pythium*) y ascomicetes (*Fusarium* y *Aspergillus*). Un tratamiento de semillas debe hacerse de forma adecuada, con la dosis precisa para que sea efectivo (proteja a la semilla parcialmente contra infecciones, mejore el vigor y el stand de plantas.

Además, ningún cura semillas puede erradicar *Fusarium*, por lo tanto, nunca protegería a la planta totalmente de una posible infección. (Hernández, T. 2017)

#### **2.8.12. Pudrición de mazorca (*Penicillium spp.*)**

El daño más frecuente es causado por *Penicillium oxalicum*, aunque en ocasiones puede haber otras especies asociadas. Muchas veces la infección está asociada con el daño causado por insectos en la mazorca. Un polvo de color azul-verdoso muy conspicuo crece entre los granos y sobre la superficie del olote (raquis). Los granos dañados por el hongo desarrollan un color amarillento y rayas visibles en el pericarpio. (CIMMYT. 2019)

#### **2.8.13. Pudrición gris (*Phylospora zea*)**

Es causada por *Phylospora zea*. En estados iniciales los granos presentan un color gris a negro, en infecciones tempranas el capacho se adhiere a la mazorca y se torna de color negro por la presencia de abundantes esclerocios del patógeno, que le sirven de supervivencia y propagación.

Las condiciones que favorecen la enfermedad son períodos largos de calor y alta humedad ambiental, posteriores a la floración. (Sarria, G. 2018)

### **2.9. Variedad INIAP – 111 Guagal mejorado**

Proviene cruce de variedades que presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano seleccionadas en varios ciclos de cultivo en toda la zona maicera de Bolívar, tanto en choclo como en grano seco, colectadas en casi toda la provincia formando la población Guagal.

La variedad se caracteriza por ser tardía, de porte bajo, con resistencia de acame, buen rendimiento, calidad de grano tanto para choclo o seco.

La época de cosecha varía de acuerdo con la variedad, temperatura, altitud y si se va a comercializar en estado tierno o grano seco. (Yáñez, G. 2015)

En estado tierno o choclo estese realiza cuando el grano está bien formado, lleno y algo lechoso, se recoge las mazorcas que estén en ese estado y cuando se cosecha para grano este debe realizarse cuando el grano esté en madurez fisiológica es decir cuando en la base del grano se observa una capa negra. (Peñaherrera, D. 2018)

<b>Características agronómicas y morfológicas</b>	<b>INIAP-111</b>
Días a la floración femenina	134 -138
Días a la cosecha en choclo	202 – 208
Días a la cosecha en seco	260 – 265
Altura de planta (m)	3,0
Altura inserción de la mazorca (m)	1,70
Longitud de la mazorca (cm)	20,10
Rendimiento comercial en choclos sacos/ha	250 a 300
Rendimiento en seco kg/ha en un cultivo	4000
Rendimiento en seco kg/ha asociado con fréjol	3200
Número de hileras por mazorca	12
Color de la tusa	Roja: 90 y Blanca: 10 %
Color del grano seco	Blanco
Color del grano tierno (Choclo)	Blanco
Tipo de grano	Harinoso
Textura del grano	Suave

Fuente: (Monar, C. 2017)

## **2.10. Cultivo de fréjol**

### **2.10.1. Origen**

Es una planta originaria de América Central y sur de México. Cultivada desde la antigüedad, aún es posible encontrar en Sudamérica formas espontáneas. A Europa fue llevada poco después del descubrimiento de América y desde entonces su cultivo ha ido adquiriendo importancia creciente de acuerdo a la capacidad de adaptación, se ha extendido por los dos hemisferios en la zona tropical, subtropical y templada. (Fernández, P. 2019)

### 2.10.2. Taxonomía

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Rosidae
<b>Orden:</b>	Fabales
<b>Familia:</b>	Fabaceae
<b>Subfamilia:</b>	Faboideae
<b>Género:</b>	<i>Phaseolus</i>
<b>Especie:</b>	<i>P. vulgaris</i>
<b>Nombre binomial:</b>	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.
<b>Nombres comunes:</b>	Fréjol, fríjol, poroto, habichuela, judía, ejote, alubia, caraota.

Fuente: (Fernández, P. 2019)

### 2.10.3. Composición química

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA (100 gramos) (PORCENTAJE %)</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Fréjol verde</b>	<b>Fréjol seco</b>
Agua	58,2	14,3
Proteínas	10,5	21,5
Grasa	0,4	1,1
Carbohidratos	27,2	54,5
Fibra	1,8	4,6
Cenizas	1,9	4
<b>Otros componentes (mg)</b>		
Calcio	67	105
Fósforo	220	425
Hierro	3,3	5,8
Tiamina	0,39	0,9
Riboflavina	0,08	0,14
Niacina	1,4	1,8
Ácido ascórbico	16	2,5
Calorías	151	306

Fuente: (Enciclopedia Agropecuaria Terranova. 2015)

#### **2.10.4. Labores culturales**

##### **2.10.4.1. Preparación del terreno**

La preparación del terreno consiste en dar un barbecho una vez que se haya recogido el cultivo anterior, con el fin de que si llega a presentarse alguna lluvia esta pueda ser captada en el suelo. Previo a la siembra dar un paso de rastra con el fin de eliminar terrones y maleza que haya aparecido con las primeras lluvias. Posteriormente, una vez que se haya establecido el temporal, se procede a sembrar en surcos con una separación de 0,76 a 0,80 cm una vez que haya buena humedad en el suelo. (Lardizabal, R. 2016)

##### **2.10.4.2. Barbecho**

Hacer un barbecho profundo entre 0,30 y 0,40 cm inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, esto trae importantes beneficios como son: permite la incorporación de los residuos para su rápida descomposición, reducir la población de malas hierbas destruir las larvas de insectos que invernan y aflojar el suelo, lo cual mejora su estructura. Por otra parte, se debe evitar realizar esta práctica cuando el terreno esté demasiado húmedo debido a que se levantan “lonjas” de suelo lo que compacta la tierra y deja terrones muy grandes cuando se seca. (Lardizabal, R. 2016)

##### **2.10.4.3. Rastreo y nivelación**

Es conveniente dar uno o dos pasos de rastra para eliminar los terrones grandes y dejar una buena cama de siembra, que permita el paso del aire y una buena absorción del agua.

Nivelación es muy importante para lograr una buena distribución del agua, evitando encharcamientos y partes altas donde no llegue la humedad suficiente para la planta. Puede realizarse con el fresno o cuadrado del terreno. (Lardizabal, R. 2016)

#### **2.10.4.4. Surcado**

La dirección de los surcos se debe hacer en el sentido del trazo de riego, con esto se logra una mayor eficiencia en la aplicación del agua. (Lardizabal, R. 2016)

#### **2.10.4.5. Siembra**

En frijol suele realizarse la siembra directa, a razón de 2 a 3 semillas por golpe, que se cubrirán con 0.2 a 0.3 cm de tierra o arena en suelos enarenados. Dichas semillas deben haber sido seleccionadas adecuadamente y tratadas con funguicidas.

En los Valles de la Sierra, se cultiva en labranza reducida, surcos separados cada 0,60 a 0,70 cm y 3 semillas por sitio cada 0,30 cm. (Monar, C. 2017)

#### **2.10.4.6. Raleos**

Es conveniente realizar raleos, para dejar el número adecuado de plantas por unidad de superficie. Se recomienda dejar 2 plantas por sitio, separadas a 0,40 cm. (Arias, J. 2017)

#### **2.10.4.7. Combate de malezas**

Manual: Dos deshierbas y un aporque a los 20, 40 y 60 días después de la siembra.

Químico: En preemergencia, mezclar un Kg de Afalón (Linurón) más 2 l de Lazo (Alaclor) en 400 l de agua por ha, sobre suelo húmedo. En monocultivo y en postemergencia, se puede usar Flex (Fomesafen), 250 cc/200 l de agua, para malezas de hoja ancha (con 2 a 3 hojas verdaderas). No se debe aplicar en época de sequía. (INIAP. 2015)

#### **2.10.4.8. Riegos**

El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad del grano. Las leguminosas son cultivos sensibles al déficit como al exceso de agua. Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura

del suelo. Los suelos franco arenosos requieren más de 3 riegos. Los suelos arcillosos entre 1 y 2 riegos. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes utilizando surcos, nunca se debe regar al pie de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz. Las etapas más sensibles al déficit de agua conocidas como etapas críticas; son las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de vaina. (Flores, J. 2017)

## **2.10.5. Tipos de labranza**

### **2.10.5.1. Labranza primaria**

Tiene por objeto aflojar la tierra, para que las raíces del cultivo tengan una buena zona de desenvolvimiento. La labranza primaria facilita también el drenaje en el suelo y mejora su capacidad para almacenar el agua y el aire, elementos necesarios para la fijación del Nitrógeno. Esta operación se hace a una profundidad de 0,20 a 0,26 cm, dependiendo principalmente de la textura del suelo. La época de la labranza primaria depende del clima y el tipo de suelo. En climas templados, por ejemplo, se harán los suelos arcillosos con bastante anticipación. Estos suelos requieren de cambios climatológicos para granularse. Los suelos arenosos se harán poco antes de la siembra. (Cruz, J. 2017)

### **2.10.5.2. Labranza secundaria**

La labranza secundaria sirve para afinar la capa superior del suelo. Como las semillas de frijol son grandes en comparación con las de los otros cultivos, la preparación de la cama de siembra puede ser menos fina ya que los brotes de estas plantas son más robustos. La capa superior debe ser suelta y bien nivelada. La capa debe tener una profundidad de aproximadamente 0.8 cm. Esta se obtiene con dos pasadas de la rastra de dientes, para obtener una superficie suelta y granulada. En caso de que la superficie del campo sea irregular, se necesita efectuar una buena nivelación para evitar que el agua se encharque y pudra las raíces. La nivelación también necesaria en terrenos recientemente abiertos a los cultivos. El uso de rastras de dientes ayuda en la nivelación del campo. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 2018)

### 2.10.5.3. Fertilización

La mayoría de suelos donde se cultivan fréjol son deficientes en Nitrógeno, Zinc y Manganeso, y muchos de ellos en Fósforo. En los trabajos realizados, el fréjol ha respondido muy bien a las aplicaciones de Nitrógeno y Fósforo. Se sugiere aplicar al momento de la siembra, tres y medio sacos de 18-46-00 por hectárea; en aquellos sitios donde sea acentuada la falta de Nitrógeno, será necesario aplicar un saco de Urea en la primera deshierba. La fertilización completa equivale a la fórmula 54-80-00 de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K en Kg/ha de elemento puro. Si esto no es posible, en la segunda aplicación de N por lo menos se debe asperjar Urea al follaje (1 Kg/ tanque de 200 litros de agua) u otro fertilizante foliar al hacer las aplicaciones de pesticidas, esto ayudará a controlar deficiencias de micronutrientes. (IICA. 2015)

### 2.10.6. Tratamiento de semilla

La semilla a utilizar se debe desinfectar contra hongos e insectos plaga del suelo. Debe realizarse momentos antes de la siembra utilizando cualquiera de los fungicidas más un insecticida de los que se indican a continuación. La dosis de fungicida es de 2 a 3 gramos y para el insecticida 4 gramos por cada Kg de semilla.

<b>FUNGICIDA</b>	<b>INSECTICIDA</b>
Vitavax (Carboxin + Captan) Rhizolex T (Tolclofosmethyl)	Orthene 75 P.S. (Acefato) Vencetho (Thiodicarb)

Fuente: (ACI. 2019)

### 2.10.7. Época de siembra

Las épocas de siembra recomendadas para fréjol arbustivo dependen de las zonas agroecológicas. En la Provincia Bolívar en siembra de secano se recomienda desde el 15 de febrero hasta el 30 de abril. (Monar, C. 2017)

La cantidad de semilla en un cultivo por ha este es 90 Kg

Distancia entre surcos: 0,60 a 0,70 cm

Distancia entre sitios: 0,25 a 0,30 cm

Semillas por sitio: 3 a 4

Hileras por surco: 1 o 2 (de acuerdo a la zona).

### **2.10.7.1. Métodos de siembra**

Los métodos de siembra dependen de la maquinaria disponible, del hábito de crecimiento y el tipo de explotación. (INIAP. 2015)

- **Siembra de precisión**

Se utiliza para una distancia uniforme entre las semillas. Para accesiones de mata, la distancia entre hileras debe ser de 0,40 a 0,60 cm, y de 0,10 a 0,15 cm entre plantas. (Barotine, J. 2016)

- **Siembra en camas meloneras**

Las camas son de 1,40 m de ancho, separadas por 0,30 cm de distancia para facilitar el paso. El fríjol puede sembrarse en dos filas sencillas con un espacio de 0,70 cm entre ellas. (Castillo, E. 2017)

- **Siembra intercalada en hileras**

Se siembra el fríjol asociado con maíz. La distancia entre hileras será de 0,60 a 0,80 cm la distancia entre plantas del maíz en la misma hilera será 0,75 a 0,80 cm.

En esta distancia se siembra seis semillas de fríjol. (Castillo, E. 2017)

### **2.10.8. Cosecha**

La cosecha en vaina seca se debe realizar cuando las plantas hayan alcanzado completa madurez fisiológica, es decir cuando están completamente defoliadas, las vainas secas de color amarillo y con un contenido aproximado de 18 a 20% de humedad en las semillas. (INIAP. 2015)

La cosecha comprende tres fases: arrancado de plantas, desgrane o trilla y pre limpieza. El arrancado de plantas debe realizarse antes que las vainas estén completamente secas, el arrancado debe realizarse por las mañanas para que no se desgranen. El desgrane o trilla, es una operación que causa daño al grano cuando la humedad de la semilla es demasiado alta o baja. Se procede a trillar cuando las vainas se abren fácilmente. La trilla puede hacerse en forma manual al garroteo, sobre montones de plantas, mecánicamente usando maquinas trilladoras. La pre-limpia consiste en liberar las semillas de los residuos de cosecha, el pre limpia facilita el secamiento y el manejo posterior de la cosecha. (INIAP. 2015)

### **2.10.9. Grano comercial y semilla**

**Madurez.** La arranca del fríjol se realiza cuando este llegue a su madurez fisiológica, es decir cuando el 90 % de las vainas han cambiado de color, las hojas se vuelven amarillas por vejez o se han caído en su mayoría. Para arrancar las plantas hay que considerar dos aspectos: Que las plantas en el campo obtienen un secado natural del grano al perder humedad poco a poco de manera uniforme. No se debe permitir que las vainas se sequen demasiado para reducir pérdidas por abertura de vainas (desgrane). (Bravo, J. 2016)

### **2.10.10. Poscosecha**

#### **2.10.10.1. Pre secado**

El pre secamiento es el secado del fríjol en el campo, esta actividad se realiza cuando el tiempo está seco y consiste en arrancar la planta de fríjol cuyo grano tiene un 30 a 50% de humedad, se juntan unas cuatro a cinco matas y se dejan los moños en el campo para su secamiento, si el tiempo es soleado las vainas se secarán en 3 a 4 días, se ponen quebradizas listas para el aporreo. La actividad de pre secado tiene mucho riesgo de pérdida de cosecha por ocurrencia de lluvias cuando las plantas están en contacto con el suelo, las grandes pérdidas por este efecto provocando germinación de los granos y contaminación por hongos, lo que ocasiona pérdida de la calidad y reducción del precio del producto. (INIAP. 2016)

### 2.10.11. Manejo fitosanitario

Ser efectuado mediante el uso de varios métodos, entre los cuales sobresalen los preventivos, culturales, mecánicos, biológicos y químicos. La selección del método o los métodos más adecuados debe estar fundamentada en el conocimiento de las arvenses y su biología, sus hábitos de desarrollo, modo de reproducción, comportamiento de las semillas en el suelo, medios de dispersión, número de semillas por planta y su viabilidad. También pueden influir en la selección, de manera considerable, el área invadida, las especies y el estado del cultivo, las prácticas agrícolas usuales y la capacidad económica del agricultor. (IICA. 2015)

## 2.11. Cultivo de trigo

### 2.11.1. Origen

Los estudios genéticos, botánicos, arqueológicos, entre otros, permiten ubicar el auténtico origen del trigo entre el norte de Persia y el norte de Siria, gracias a las relaciones que existen entre sus diversos tipos parentales. Hoy en día las técnicas de biología molecular son una herramienta eficaz para afinar el conocimiento del origen de las plantas cultivadas y de los caracteres que le permitieron su domesticación. (Yara, I. 2021)

### 2.11.2. Taxonomía

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Orden:</b>	Poales
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Género:</b>	<i>Triticum</i>
<b>Especie:</b>	<i>Aestivum</i>
<b>Nombre científico:</b>	<i>Triticum aestivum L.</i>
<b>Nombre común:</b>	Trigo harinero

Fuente: (CIMMYT. 2020)

### **2.11.3. Importancia**

El trigo es uno de los principales cultivos producidos y comercializados mundialmente. Ocupa el 17% de la superficie cultivable del mundo, participa en la alimentación del 40% de la población mundial y provee el 20% del total de calorías y proteínas en la nutrición humana. Se estima que para el año 2050, la producción de granos debería aumentar un 2% anual a fin de satisfacer las necesidades del hombre. Actualmente, se calcula que el cultivo de trigo sufre un 25% de pérdidas de producción debidas a factores bióticos como abióticos. En un contexto productivo en el que no se prevé un aumento significativo de la superficie destinada a la agricultura, resulta prioritaria la protección de este cultivo de importancia mundial y nacional ante los factores de estrés a los que se encuentra sometido. (SEDICI. 2017)

### **2.11.4. Ciclo del cultivo**

El desarrollo del trigo es un proceso complejo en el que diferentes órganos crecen, se desarrollan y mueren, siguiendo una secuencia que a veces se superpone. Las fases de la escala de Zadoks describen lo que puede ser observado a simple vista. Esta escala tiene 10 fases principales numeradas de 0 a 9, esta descripción es a menudo todo lo que se necesita para saber en qué estadio está el cultivo, sin embargo, también se puede observar el cultivo en detalle usando las sub-fases de 1 a 9, por ejemplo:

- Z0.0 siembra
- Z1.0 la semilla germina, el coleóptilo emergido alcanza la superficie.
- Z2.1 el cultivo tiene 3 hojas en el tallo principal; aparece el primer macollo
- Z3.1 primer nudo perceptible inicio de encañado
- Z3.9 hoja bandera totalmente emergida
- Z5.5 el 50% de la espiga es visible; en Z6.0 toda la espiga es visible
- Z9.9 madurez de cosecha.

<b>Etapa principal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sub-fase</b>
<b>Z0</b>	Germinación	0.0-0.9
<b>Z1</b>	Producción de hojas TP	1.0-1.9
<b>Z2</b>	Producción de macollos	2.0-2.9
<b>Z3</b>	Producción de nudos TP (encañado)	3.0-3.9
<b>Z4</b>	Vaina engrosada	4.0-4.9
<b>Z5</b>	Espigado	5.0-5.9
<b>Z6</b>	Antesis	6.0-6.9
<b>Z7</b>	Estado lechoso del grano	7.0-7.9
<b>Z8</b>	Estado pastoso del grano	8.0-8.9
<b>Z9</b>	Madurez	9.0-9.9

Fuente: (Rawson, Y. 2017)

### **2.11.5. Labores culturales**

#### **2.11.5.1. Preparación del terreno**

Cuando el trigo va en regadío puede suceder a muchos otros cultivos y, según el cultivo precedente, será distinta la labor de preparación. Si por tratarse de sembrar sobre rastrojo de maíz o incluso sobre un rastrojo anterior de trigo, etc., se considera conveniente alzar el terreno a cierta profundidad, siempre hay que tener muy en cuenta que al trigo le va mal para su nacencia que se encuentre la tierra demasiado hueca. (López, M. 2018)

Si por las razones que sean se ha realizado una labor de alzar relativamente profunda, habrá que tratar de dejar el terreno más apelmazado. Esto se consigue mucho con las gradas de discos pesadas, que, aunque aparentemente dejan el terreno muy fino y hueco, esto ocurre en algunos centímetros de la superficie, pero debajo de esta capa superficial, dado su elevado peso, más bien compactan. (López, M. 2018)

#### **2.11.5.2. Siembra**

La cantidad de semilla a emplear el trigo es siempre una cuestión muy debatida. En España se emplean en secano desde 60 kg. Hasta 200 kg/ha., y en regadío, desde 90 a 250 kg/ha. Sembrando con sembradora se puede ahorrar alguna semilla, ya que es menor el número de granos que se pierden por caer demasiado profundos. (INIAP. 2015)

Una siembra temprana necesitará menos semilla que una tardía, ya que en la primera se favorece el ahijamiento. Finalmente, un terreno bien preparado necesitará también menos semilla que otro mal preparado. Cuando se siembra a mano se dice que se siembra “a voleo”. En este caso la distribución no es regular. La siembra a chorrillo con sembradora se suele realizar con distancias que varían algo entre líneas. Son corrientes las sembradoras fijas que guardan una distancia entre líneas de 17 o 18 cm. (INIAP. 2015)

#### **2.11.5.3. Fertilización**

Un análisis químico de suelo permite identificar la cantidad de fertilizante requerida por el cultivo, para nuestro medio las recomendaciones generales en el caso del trigo son: 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo ( $P_2O_5$ ), 40 kg de Potasio ( $K_2O$ ) y 20 kg de Azufre por Hectárea. Es necesario indicar que la urea y otros fertilizantes nitrogenados, no deben ser aplicados cuando el suelo se encuentra seco o cuando se encuentren próximas las precipitaciones fuertes porque se pierden por evaporación los nutrientes aplicados y las plantas no lo aprovechan. La opción de fertilización orgánica es una alternativa que incrementa la fertilidad del suelo y mejora su composición. La cantidad recomendable es de 40 a 60 sacos de 50kg por hectárea. (Garófalo, A. 2017)

#### **2.11.5.4. Riego**

No es corriente tener que regar el trigo antes del encañado. En otoños secos puede ser necesario regar antes o después de nacer. Durante el espigado es conveniente regar, aunque puede ser peligroso en los sitios donde las temperaturas elevadas

favorecen la roya. Cada vez se va extendiendo más el riego por aspersión. Cuando se riega por pie se suele regar en tablares, con elevado coste de jornales y sin poder evitar causar algún daño físico al cultivo. (Gómez, J. 2014)

#### **2.11.5.5. Recolección o cosecha**

Actualmente todo el trigo se recoge con cosechadora autopropulsada. El trigo recolectado con cosechadora suele salir suficientemente limpio para su entrega. No obstante, aunque su humedad, sobre todo en zonas poco húmedas, no suele exceder del 11%, es conveniente dejar el trigo en la era en montones para que se solee durante varios días. Es evidente que esta práctica es propia de las comarcas en que son poco frecuentes las lluvias en el verano. (INIAP. 2015)

Solear el trigo es especialmente interesante cuando se va a almacenar y no se entrega inmediatamente, pues si no se guarda muy seco aumenta el riesgo de los ataques de gorgojo. En cuanto al almacenaje, debe tenerse en cuenta que los almacenes deben ser secos y muy bien ventilados, procurando que las ventanas expuestas a los vientos que pueden acarrear lluvias estén acondicionadas de manera que no penetre la lluvia y puedan permanecer abiertas. Las ventanas deben cubrirse con malla que impida la entrada de roedores. (INIAP. 2015)

#### **2.11.6. Rotación de cultivos**

##### **2.11.6.1. Importancia**

La rotación consiste en sembrar en la misma parcela de tierra distintos tipos de cultivos de forma alternada en un lapso determinado de tiempo. El objetivo de la rotación de cultivos es mantener la biodiversidad para optimizar la calidad del suelo. La rotación de cultivos es la siembra sucesiva de diferentes cultivos en un mismo campo, siguiendo un orden definido (Por. ej.: maíz-frijol-girasol o maíz avena). En contraste, el monocultivo es la siembra repetida de una misma especie en el mismo campo, año tras año. (Agrosíntesis. 2019)

### 2.11.6.2. Beneficios que implementa el sistema de rotación de cultivos

Saturación de nitrógeno. Es el elemento químico clave requerido para un desarrollo saludable de las plantas. El nitrógeno se utiliza para crear bloques de proteínas y clorofila. Aunque hay nitrógeno en el aire, no es apto para semillas. Si el suelo carece de nitrógeno, los fertilizantes lo proporcionan. (Fassetta, A. 2017)

- **Optimización del ahorro de gasto en productos químicos.** No es necesario comprar fertilizantes nitrogenados (nitratos y nitritos) si este elemento es liberado por los cultivos previamente plantados (judías en particular).
- **Protección de la naturaleza.** La forma química del nitrógeno contamina suelos y aguas. Además, las plantas absorben sólo una pequeña parte del nitrógeno de los fertilizantes, el resto perjudica nuestra ecología.
- **Retención de agua.** Los cultivos alternativos ayudan a mantener el agua en las capas profundas del suelo. Las plantas podrán utilizarla en caso de sequías.
- **Reducción del uso de pesticidas.** Ciertas especies son atacadas por ciertas plagas, por ejemplo, las patatas son uno de los objetivos de los escarabajos de Colorado. Se les mata con productos químicos específicos. Cuando se utilizan dichos productos químicos durante muchos años, esas cantidades excesivas contaminan la naturaleza siendo perjudiciales para todos los seres vivos. Sin embargo, si usted planta, por ejemplo, maíz o trigo, los escarabajos abandonarán el campo ya que simplemente no consumen estas plantas; al mismo tiempo, estos insectos también tienen predilección por los tomates o las berenjenas, por lo que este cambio no resolvería el problema.
- **Protección contra la erosión.** Cada semilla tiene un sistema radicular diferente, ya sea superficial o profundo. Penetran en los suelos en niveles alternativos, mejorando así la porosidad del suelo. Además, los pastos verdes cubren las tierras y las protegen de la exposición directa a vientos y lluvias que destruyen la superficie de la tierra. Ciertos cultivos que crecen

bajo tierra (cacahuates, patatas, remolachas azucareras) son conocidos por sus bajos residuos postcosecha, a diferencia del maíz o la caña de azúcar. El primer grupo de plantas necesita un cultivo frecuente y por lo tanto causa mucha erosión, mientras que el otro no.

- **Aumento del rendimiento.** La liberación alternativa de nutrientes necesarios aumenta la productividad agrícola. (Fassetta, A. 2017)

### **2.11.6.3. Por qué la rotación de cultivos es beneficiosa para los agricultores**

La cuestión es que ciertas plantas consumen la tierra de un tipo de nutrientes mientras que liberan otros. A su vez, los nutrientes producidos son necesarios para el desarrollo de las otras especies. Las plantas de hoja liberan ácido fosfórico, requerido por las plantas de raíz, las plantas de raíz producen potasio, que es muy necesario para las leguminosas. Las leguminosas liberan nitrógeno, que es crucial para el crecimiento de las plantas. (Lizon, A. 2020)

### **2.11.7. Ventajas de la rotación de cultivos**

El incremento de los rendimientos agrícolas, o el impedimento de que descendan, esta vez el principal impacto de las rotaciones de cultivos sobre los suelos que motiva a los agricultores. Son difundidos los ensayos que reflejan aumentos de 5 a 20% de rendimiento en rotación de cultivo de maíz con soja, en comparación con maíz en monocultivo. Específicamente, las ventajas de la rotación de cultivo son: Producen beneficios en la eficiencia del uso de agua al elevar el nivel de captación de lluvia por infiltración y la cobertura de los suelos. Esto causa una reducción de pérdidas por evaporación que se produciría desde suelo sin plantar. Entre los beneficios de la rotación de cultivos, uno es lograr una buena exploración de todo el volumen del perfil del suelo por las raíces de los cultivos, de modo que no queden nutrientes y agua sin absorber. Por eso, es de importancia en la rotación de cultivos implementar una secuencia con sistemas radicales que tengan distintos niveles de profundidad y capacidad de abarcar el perfil. Otra razón para que un productor incurra en algún tipo de rotación de cultivos está relacionada con los nutrientes.

Para ello, tienen que combinarse en el tiempo cultivos complementarios que aumenten la eficiencia de uso de nutrientes, como el nitrógeno (N). La rotación de cultivos también disminuye la población de insectos y enfermedades. (Rotoplas, A. 2020)

#### **2.11.8. Desventajas de la rotación de cultivos**

Una de las desventajas de la rotación de cultivos más considerables es que el patrón de siembra es limitado para aumentar la productividad a lo largo del año. Otra desventaja de la rotación de cultivos es que hay algunos que no pueden ingresar en el ciclo operativo, como los espárragos y las frambuesas. Por último, para los agricultores con apuestas agresivas orientadas a la rentabilidad extrema, una de las desventajas de la rotación de cultivos es que no explota al máximo las posibilidades del suelo, ya que los beneficios de la rotación de cultivos aparecen a largo plazo. (Martínez, F. 2021)

#### **2.11.9. Tipos de rotación de cultivos Ecuador**

Desde luego, cualquier tipo de cultivo que se siembre depende de las particularidades del suelo y del clima uno de los tipos de rotación de cultivos difundido en Ecuador es el llamado cultivo de cobertura o de invierno. Consiste en aprovechar la época invernal para sembrar especies cuyo aporte no sea económico sino de nutrientes y materia orgánica. Es así como los cereales de invierno como trigo, avena, cebada y centeno tienen un rol protagónico en la rotación de cultivos, ya que aportan residuos que mantienen las propiedades físicas y químicas de la tierra. Se recomienda, entonces, en una rotación de cultivos en Ecuador, sostener una sólida presencia de trigo y otras gramíneas. Para que la rotación de cultivo agrícola sea balanceada, es recomendable alternar en iguales proporciones gramíneas de invierno (trigo y cebada) y verano (maíz y sorgo), y plantas distintas de las gramíneas, como la soja y el girasol. (Martínez, F. 2021)

#### **2.11.10. Rotación de maíz con leguminosas**

La rotación de cultivos consiste en la siembra sucesiva de diferentes cultivos en un mismo campo, siguiendo un orden definido. Pero para obtenerse los mayores

beneficios se debe evitar la rotación de cultivos de tipo vegetativo diferente pero que pertenezcan a la misma familia botánica. Por ejemplo, es común la rotación alfalfa-maíz, maíz-frijol-girasol, maíz-avena o, entre otros. En el caso de la rotación de frijol o alfalfa (leguminosas) con maíz, este último se beneficia de la fijación de nitrógeno que realizan las leguminosas. (Deere, J. 2016)

La rotación del cultivo de maíz con leguminosas es la más aplicada, con la inclusión de algunos cultivos de invierno como en algunas zonas. La relación se establece al conocer sus demandas nutricionales. El maíz tiene un requerimiento alto de nitrógeno y fósforo, por consiguiente, si se cultiva maíz año con año, cada vez será necesario suministrar más de estos nutrientes en fertilización. En cambio, rotar con alguna leguminosa, el frijol, por ejemplo, que es una especie fijadora de nitrógeno, mejora la fertilidad de los suelos al aumentar el contenido y disponibilidad de este macronutriente, el cual puede ser aprovechado por el maíz. (Ruíz, J. 2018)

#### **2.11.11. Monocultivos**

El significado de monocultivo puede definirse como el cultivo de la misma especie de planta en un área durante varios años seguidos este enfoque puede tener ciertas ventajas cuando hay diferentes tipos de suelos en la granja. De esta manera, las colinas empinadas se cubren con plantas forrajeras para reducir la erosión, mientras que las áreas secas pueden ser buenas para cultivar cultivos resistentes a la sequía, además, como ciertas especies necesitan un cierto nivel de fertilidad, es más fácil optimizar los campos para el mismo cultivo. (Guerrero, A. 2015)

Esta práctica se puede aplicar cuando la misma tierra se utiliza para cultivos de plantas forrajeras, la desventaja del monocultivo es la falta de nitrógeno en los suelos si no se siembran leguminosas. Otra desventaja es el problema de la erosión, ya que es probable que los cultivos labrados (cultivados) lo causen. En términos de enfermedades y plagas, el monocultivo requiere un uso continuo de los mismos productos químicos para eliminar cualquier problema. (Vargas, E. 2017)

### **2.11.12. Monocultivo vs rotación de cultivos**

Cada método tiene sus ventajas y desventajas. Sin embargo, la práctica de primera mano demuestra que el sistema de rotación de cultivos aumenta la producción y reduce los insumos, el monocultivo continuo produce peores resultados año tras año, la técnica de monocultivo requiere coger repetidamente los mismos nutrientes del suelo hasta drenarlo, contamina la naturaleza con los productos químicos necesarios para combatir plagas, maleza y enfermedades de dicho cultivo y provoca erosión en sistemas radicales similares sin embargo, cuando un agricultor ve que la misma planta aporta beneficios repetidamente en ciertos campos, entonces tiene sentido sembrarla año tras año. (Bodrero, M. 2017)

Cada temporada es un reto e implica un alto grado de riesgo. Incluso con cálculos precisos y bien hechos, a veces hay errores la experiencia demuestra que la rotación de cultivos es más productiva que el monocultivo un plan de rotación desarrollado por profesionales aborda las principales desventajas del monocultivo: infertilidad del suelo, erosión o invasión continua de plagas, de este modo, los agricultores tienen más posibilidades de utilizar sus campos de la manera más eficiente posible. (Ruíz, A. 2018)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Localización de la investigación

<b>Provincia:</b>	Bolívar
<b>Cantón:</b>	Guaranda
<b>Parroquia</b>	Veintimilla
<b>Sector:</b>	Laguacoto III
<b>Dirección:</b>	km 1.5 Vía Guaranda-San Simón

##### 3.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud:	2632 msnm
Latitud:	01° 36' 52'' S
Longitud:	78° 59' 54'' W
Temperatura máxima:	23 °C
Temperatura mínima:	7 °C
Temperatura media anual:	14.5 °C
Precipitación media anual:	980 mm
Heliofanía promedio anual:	900 horas/ luz/año
Humedad relativa promedio anual:	70 %
Velocidad promedio anual del viento:	6 m/s

**Fuente:** Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente UEB-Guaranda y Evaluación GPS in situ. 2020

##### 3.1.3. Zona de vida

El sitio según el sistema de zonas de vida de Holdridge, L., corresponde a la formación de Bosque seco Montano Bajo. (bs-MB).

### **3.1.4. Material experimental**

15 parcelas de validación, implementadas por el Programa de Semillas de la UEB, con los cultivos de maíz suave, fréjol arbustivo y trigo harinero, en la Granja Experimental Laguacoto III.

### **3.1.5. Materiales de campo**

- Azadones
- Balanza analítica
- Cámara digital
- GPS
- Flexómetro
- Hoz
- Calibrador
- Sacos/Piolas
- Medidor de humedad
- Botas
- Libreta de campo
- Machetes
- Tarjetas/cintas de color
- Letreros de identificación

### **3.1.6. Materiales de oficina**

- Calculadora
- Computadora y sus accesorios
- Internet
- Esferos
- Lápiz
- Papel bond tamaño A4
- Paquete estadístico statistix 9.0
- Transporte

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Factores en estudio

- Eficiencia productiva de maíz en base a 5 sistemas de rotación.

### 3.2.2. Tratamientos

Cada tratamiento corresponde a un sistema de cultivo establecido con el enfoque de agricultura de conservación, según el siguiente detalle:

Número de Tratamientos	Prácticas de Labranza	Rotación
T1 MM	Reducida	MM: Maíz – Maíz
T2 MF	Reducida	MF: Maíz – Fréjol
T3 MQ	Reducida	MQ: Maíz – Quinua
T4 TM	Reducida	TM: Trigo – Maíz
T5 FT	Reducida	FT: Fréjol – Trigo

### 3.2.3. Tipo de diseño Bloques Completamente al azar (DBCA)

Para la implementación del ensayo y análisis de varianza, se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

#### Procedimiento:

Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales/localidad	9
Superficie total de la unidad experimental	(8m x 9m)= 72m <sup>2</sup>
Superficie de la unidad experimental neta	(9m x 7m)= 63 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	(72m x 15m) = 1080m <sup>2</sup>

### 3.2.4. Tipos de análisis

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

<b>Fuentes de variación (FV)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>C.M.E</b>
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 6 f^2 \text{ bloques}$
Tratamientos (t-1)	4	$f^2 e + 3 \theta^2 t$
Error Experimental (t - 1) (r-1)	8	$f^{-g^2} e$
Total (t*r)-1	14	

### **Análisis estadístico funcional**

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos
- Análisis de correlación y regresión lineal
- Análisis Económico de la relación Beneficio/Costo.

### 3.3. Métodos de evaluación y datos tomados

Los datos correspondientes a las primeras etapas fisiológicas del cultivo del maíz, fueron tomados de las bases de datos de la UEB, para su posterior análisis y tabulación; sin embargo, se presenta la metodología con la cual estas características agronómicas, fueron evaluadas:

#### 3.4. Cultivo de maíz

##### 3.4.1. Porcentaje de emergencia (PE)

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

##### 3.4.2. Días a la floración masculina (DFM)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentó la floración masculina.

#### **3.4.3. Días a la floración femenina (DFF)**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentó sus estigmas expuestos, con al menos 2 cm de largo.

#### **3.4.4. Días a la cosecha en choclo (DCCH)**

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha del maíz en estado lechoso (choclo), en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

Las características o atributos que presentaron las plantas luego de haber alcanzado la madurez fisiológica, fueron registradas por el investigador en el campo, según el siguiente detalle:

#### **3.4.5. Altura de planta (AP)**

Variable que se midió con la ayuda de un flexómetro en centímetros en la etapa de madurez fisiológica en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta, desde la base del tallo hasta la inflorescencia masculina, con estos datos se calculó la altura promedio por planta en centímetros para cada unidad experimental.

#### **3.4.6. Diámetro del tallo (DT)**

Se evaluó con la ayuda de un calibrador de Vernier en centímetros en 10 plantas al azar, en cada parcela neta en el momento de la madurez fisiológica.

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

Dato que se evaluó con la ayuda de un flexómetro en centímetros en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta, el mismo que se midió desde la base de la planta (raíz coronaria) hasta el nudo donde se inserte la mazorca principal.

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

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta cuando la parte inferior del embrión del grano de la mazorca presentó un color café oscuro (madurez fisiológica).

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

Se contabilizó el número total de plantas de cada parcela neta en la cosecha.

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

Esta variable se registró en la cosecha, contabilizando el número de plantas con mazorcas.

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

Esta variable se registró en la cosecha, contabilizando el número de plantas sin mazorcas.

#### **3.4.12. Número de plantas con dos mazorcas (NPCDM)**

Esta variable se registró en la cosecha, registrando el número de plantas que tuvieron dos mazorcas.

#### **3.4.13. Diámetro de la mazorca (DM)**

Esta variable se evaluó en cm en la parte media de la mazorca con la ayuda de un calibrador de Vernier, en 10 mazorcas tomadas al azar en el momento de la cosecha en seco de cada unidad experimental, luego del deshoje.

#### **3.4.14. Longitud de mazorca (LM)**

Variable que se midió en cm con un flexómetro, desde la base de la mazorca hasta el ápice terminal, en 10 mazorcas que se tomaron al azar en el momento de la cosecha de cada una de las parcelas netas luego del deshoje.

#### **3.4.15. Número de hileras por mazorca (NHPM)**

Esta variable se determinó en 10 mazorcas tomadas al azar de cada una de las parcelas netas, contabilizando en número de hileras de cada mazorca.

#### **3.4.16. Porcentaje de desgrane (PD)**

Se tomó 10 mazorcas al azar de cada parcela neta después de la cosecha, los cuales fueron pesados en gramos en una balanza analítica, el cual correspondió al (P1), las mismas que fueron desgranadas y se volvió a pesar el grano (P2). La relación entre el P2 y el P1 fue multiplicado por 100 determinando el porcentaje de desgrane.

#### **3.4.17. Peso de 100 granos secos (PCGS)**

Después de secar el grano al 13% de humedad se procedió a contabilizar 100 granos y se pesó utilizando una balanza de precisión en gramos.

#### **3.4.18. Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad (RH)**

El rendimiento (Kg/Ha) al 13% de humedad, se calculó mediante la siguiente relación matemática (Monar C. 2000)

$$R = Pcp \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{Anc \text{ m}^2/\text{ha}} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

R= Rendimiento en Kg/ ha. Al 13% de humedad

PCP= Peso de Campo por Parcela en Kg.

ANC= Área neta Cosechada en m<sup>2</sup>.

HC= Porcentaje de Humedad de Cosecha (%).

HE= Porcentaje de Humedad Estándar (13%).

#### **3.4.19. Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB)**

Se evaluó después de la cosecha de maíz en madurez comercial, para lo cual se cosecho al azar 10 plantas, mismas que se pesaron en kg en una balanza de reloj y en función de la densidad de siembra de 50000 plantas /ha se estimó el rendimiento de biomasa en kg/ha.

### **3.5. Cultivo de Trigo**

Los datos correspondientes a las primeras etapas fisiológicas del cultivo de trigo, fueron tomados de las bases de datos de la UEB, para su posterior análisis y tabulación; sin embargo, se presenta la metodología con la cual estas características agronómicas, fueron evaluadas:

#### **3.5.1. Días a la emergencia (DE)**

Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de cada parcela emergió.

Las características o atributos que presentaron las plantas luego de haber alcanzado la madurez fisiológica, fueron registradas por el investigador en el campo, según el siguiente detalle:

#### **3.5.2. Altura de planta (AP)**

Dato que se midió con un flexómetro en cm en 10 plantas de trigo tomadas al azar de la parcela neta en todos los tratamientos. Se tomó desde la base de la planta hasta la parte terminal de la inflorescencia.

#### **3.5.3. Número de espigas por metro cuadrado (NEPMC)**

En la cosecha se procedió a contabilizar el número de espigas en los tratamientos al momento de la cosecha comercial, se tomó dos sub muestras: de la parcela neta, para lo cual se utilizó un cuadrante de 1x1m<sup>2</sup>.

#### **3.5.4. Número de granos por espiga (NGPE)**

En la etapa de madurez fisiológica, se tomó 10 espigas al azar de cada unidad experimental y mediante una trilla manual se extrajo y se contabilizó el número de granos por espiga.

### **3.5.5. Longitud de espiga (LE)**

En la etapa de madurez fisiológica, se midió la longitud de las espigas, en una muestra al azar de 10 espigas por parcela neta. La espiga se midió con un flexómetro en cm desde la base del raquis, hasta la espiguilla terminal de la espiga.

### **3.5.6. Días a la cosecha (DC)**

Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha (madurez fisiológica).

### **3.5.7. Profundidad radicular (PR)**

Esta variable se midió con un flexómetro en cm después de la cosecha, en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta.

### **3.5.8. Rendimiento de trigo en Kg/ha (RH)**

El rendimiento (Kg/ha) al 13% de humedad, se calculó mediante la siguiente relación matemática (Monar C. 2000)

$$R = Pcp \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{Anc \text{ m}^2/\text{ha}} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

R= Rendimiento en Kg/ ha. Al 13% de humedad.

PCP= Peso de Campo por Parcela en Kg.

ANC= Área neta Cosechada en m<sup>2</sup>.

HC= Porcentaje de Humedad de Cosecha (%).

HE= Porcentaje de Humedad Estándar (13%).

### **3.5.9. Rendimiento de biomasa de trigo en Kg/ha (RB)**

En madurez comercial, se tomó dos muestras de 1x1m<sup>2</sup> de trigo cosechado, mismas que se trillaron y posteriormente se pesó la biomasa en una balanza de reloj y se estimó el rendimiento de biomasa en Kg/ha.

### **3.6. Cultivo de fréjol arbustivo**

Los datos correspondientes a las primeras etapas fisiológicas del cultivo de fréjol arbustivo, fueron tomados de las bases de datos de la UEB, para su posterior análisis y tabulación; sin embargo, se presentó la metodología con la cual estas características agronómicas, fueron evaluadas:

#### **3.6.1. Días a la emergencia (DE)**

Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de plántulas estuvieron emergidas en la parcela total.

#### **3.6.2. Porcentaje de emergencia (PE)**

En un período de tiempo entre los 10 y 15 días después de la siembra, se contó en cada parcela el número de plántulas emergidas y en función del número de semillas sembradas, se calculó el porcentaje de emergencia.

#### **3.6.3. Días a floración (DF)**

Para esta variable se registró los días transcurridos desde la siembra y hasta cuando más del 50% de las plantas de la parcela neta presentaron las flores visibles.

#### **3.6.4. Altura de planta (AP)**

Variable que se midió con la ayuda de un flexómetro en centímetros, desde la base del tallo hasta su ápice terminal del eje central, en el momento de la floración, en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

### **3.6.5. Número de vainas por planta (NVPP)**

En la fase de llenado de las vainas, se contó en 10 plantas tomadas al azar el número de vainas por planta de cada parcela neta mediante conteo directo.

### **3.6.6. Días a la cosecha en tierno (DCT)**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de plantas estuvieron en la fase de llenado de vainas.

Las características o atributos que presenten las plantas luego de haber alcanzado la madurez fisiológica, fueron registradas por el investigador en el campo, según el siguiente detalle:

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

Cuando el cultivo estuvo en la fase de madurez fisiológica se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha, es decir cuando el follaje de las plantas presentó un color café claro.

### **3.6.8. Longitud de vaina (LV)**

En la etapa de madurez fisiológica, se midió la longitud de las vainas con un flexómetro en cm en 10 vainas tomadas al azar de cada parcela neta desde la base del pedúnculo, hasta la parte terminal de la vaina.

### **3.6.9. Número de granos por vaina (NGPV)**

En la fase de madurez fisiológica, se cosechó 10 vainas al azar por parcela neta, en las cuales se contaron los granos de cada una de las vainas.

### **3.6.10. Peso de 100 semillas (PCS)**

Una vez cosechado el grano al 13% de humedad, se tomó una muestra al azar de 100 semillas de cada parcela neta y se registró su peso en una balanza de precisión en gramos.

### 3.6.11. Número de semillas/Kg (NSPKg)

Dato que se evaluó tomando una muestra de 1 Kg de semilla limpia y seleccionada al 13% de humedad de cada parcela neta, y se procedió a contar el número de semillas/Kg.

### 3.6.12. Rendimiento en kg/ha (RH)

El rendimiento (Kg/ha) al 13% de humedad, se calculó mediante la siguiente relación matemática (Monar C. 2000)

$$R = Pcp \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{Anc \text{ m}^2/\text{ha}} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

R= Rendimiento en Kg/ ha. Al 13% de humedad

Pcp= Peso de Campo por Parcela en Kg.

Anc= Área neta Cosechada en m<sup>2</sup>.

HC= Porcentaje de Humedad de Cosecha (%).

HE= Porcentaje de Humedad Estándar (13%).

### 3.6.13. Rendimiento de Biomasa de fréjol en Kg/ha (RB)

En madurez comercial, se cosechó al azar 10 plantas incluido la raíz de cada parcela neta y se pesó en una balanza de reloj, posteriormente se desgranó las vainas, se volvieron a pesar y se calculó un peso promedio en kg por planta y en función del número de plantas por hectárea, se determinó el rendimiento de biomasa en kg/ha.

### **3.7. Manejo del experimento**

#### **3.7.1. Fase de campo**

Este proceso inicial fue llevado a cabo por el Programa de Semillas de la UEB, y registrado por los investigadores para sostener la validación de la tecnología de manera adecuada.

##### **3.7.1.1. Análisis físico químico del suelo**

De toda el área donde se estableció el ensayo, un mes antes de la siembra se tomaron varias sub-muestras del suelo a una profundidad de 0-30 cm, mismas que fueron secadas y mezcladas entre sí para luego enviarlas al Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP-Estación Experimental Santa Catalina, para su respectivo análisis químico con el fin de realizar un plan de fertilización apropiado para el cultivo.

##### **3.7.1.2. Preparación de suelo y distribución de unidades experimentales**

Se utilizó Glifosato para el control de malezas en dosis de 2,5 l/ha y se aplicó 15 días antes de la siembra, se distribuyeron manualmente los restos de cosecha de maíz en el lote experimental.

Posteriormente se realizó la medición del área total de acuerdo a la distribución de las unidades experimentales, luego se hicieron los surcos en labranza reducida, consecutivamente el estaquillado de las parcelas con sus respectivas identificaciones, de acuerdo al croquis de campo.

##### **3.7.1.3. Siembra**

La siembra se realizó en el mismo sitio donde se ha establecido en los dos años anteriores ya que potencialmente se continuo con la fuente de inóculo para el ensayo. En cada surco con la ayuda de una medida estándar, se colocó 3 a 4 semillas por sitio. Se determinó un distanciamiento de 0,50 m entre plantas y 0,90 m entre hileras, a los 30 días después de la siembra (dds), se procedió al raleo de plántulas dejando dos por sitio.

### **3.7.2. Labores culturales**

Con la implementación del ensayo, se procedió a realizar varias labores como:

#### **3.7.2.1. Fertilización**

Para la fertilización se empleó a la siembra 50 kg de Sulpomag/ha más 100 kg de 18-46-0/ha al fondo del surco y se tapó con una capa de suelo para que no quede en contacto con la semilla de maíz. También se aplicó materia orgánica bien descompuesta al fondo del surco o al voleo. Antes de realizar la preparación del suelo, se aplicó por lo menos 50 sacos de materia orgánica por hectárea. En el aporque se utilizó urea en dosis de 150 kg/ha.

#### **3.7.2.2. Control de malezas**

Se aplicó el herbicida Atrazina en dosis de 2 kg/ha en pre emergencia. De ser necesario se complementó el control de malezas en forma manual con el azadón a los 60 días.

#### **3.7.2.3. Riego**

Se aplicaron riegos de acuerdo a las condiciones climáticas, tomando en consideración las necesidades hídricas del cultivo tanto en la fase vegetativa y en la reproductiva.

#### **3.7.2.4. Control de plagas**

El control de insectos plaga como trozador (*Agrotis sp*) se realizó preventivamente a los 30 días con Cipermetrina un insecticida piretroide de amplio espectro en una dosis de 30cc/20 litros de agua para el combate de insectos de la mazorca como (*Heliothis zea*) y (*Euxesta eluta*), se aplicó Acefato en dosis de 30 cc/20 litros de agua cuando las plantas estén al menos con un 30% de floración femenina se repitió esta aplicación dos veces cada 15 días.

### **3.7.2.5. Control de enfermedades**

El control de enfermedades se realizó de acuerdo a la combinación de ingredientes propuesto en el ensayo. Se utilizó fungicidas que tienen como ingrediente activo: Benomil, Oxicloruro de Cobre, Sulfato de Cobre Pentahidratado y Carbendacim, la primera aplicación se realizó a los 60 dds, mientras que la segunda aplicación fue a los 75 dds, con fungicidas que tienen como ingrediente activo tales com. Propiconazole + difeconazol, Propiconazole + Difeconazol, Azoxistrobin + Difeconazol, Epoxiconazol + Pyraclostrobin. Con el uso de los fungicidas se mitigo el desarrollo de la enfermedad.

### **3.7.3. Fase de cosecha y almacenado**

**La segunda etapa del manejo del cultivo en campo, así como la cosecha y post cosecha estuvo a cargo de los investigadores.**

#### **3.7.3.1. Cosecha**

La época de cosecha varía de acuerdo con la variedad, temperatura, altitud y si se va a comercializar en estado tierno o grano seco. En estado tierno o choclo este se realizó cuando el grano está bien formado, lleno y algo lechoso-pastoso y cuando se cosecha para grano seco la cosecha fue en madurez fisiológica, es decir, cuando en la base del grano se observó una capa negra. (Peñaherrera, D. 2011)

#### **3.7.3.2. Desgrane**

Se desarrolló en forma manual, seleccionando las mazorcas y vainas que presentaron buenas características de sanidad.

#### **3.7.3.3. Secado**

Se efectuó al sol hasta cuando el grano tenga 13 % de humedad.

#### **3.7.3.4. Trilla**

Se procedió a realizar de forma mecánica, en una trilladora para facilitar el trabajo.

### **3.7.3.5. Aventado**

Se ejecutó, de forma artesanal, con el amparo de la fuerza del viento, se separó las impurezas físicas del grano y se suplemento con una limpiadora experimental de la planta, del programa de semillas de la UEB.

### **3.7.3.6. Almacenamiento**

El grano fue almacenado en un lugar limpio y fresco previamente colocando una pastilla de Gastoxin (Fosfuro de Aluminio 56,7%) por quintal de grano para prevenir el daño de gorgojos.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Variables agronómicas del maíz

**Cuadro No 1:** Resultados estadísticos y prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de tratamientos en las variables: Porcentaje de emergencia (PE). Días a la floración masculina (DFM). Días a la floración femenina (DFF). Días a la cosecha en choclo (DCCH). Altura de planta (AP). Diámetro del tallo (DT). Altura de inserción de la mazorca (AIM). Días a la cosecha en seco (DCS). Número de plantas por parcela (NPP). Número de plantas con mazorca (NPCM). Laguacoto, Guaranda, 2021.

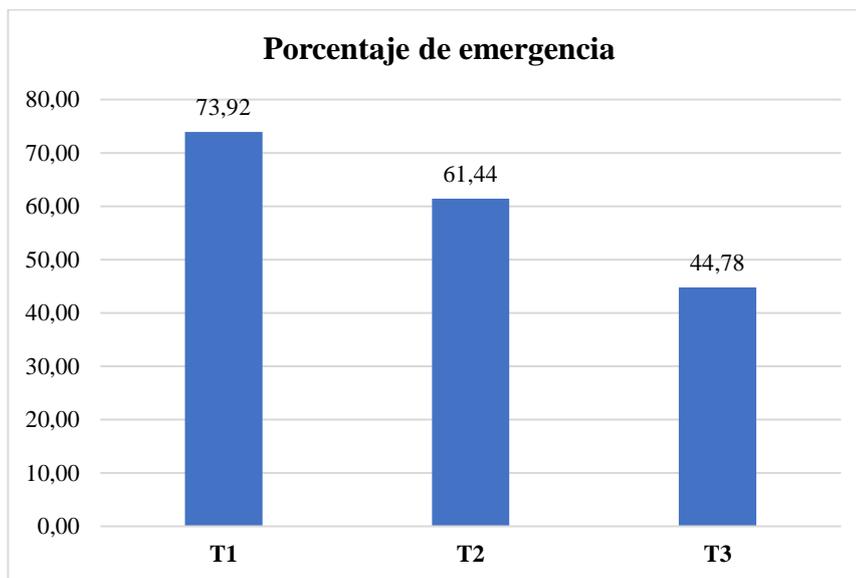
Trat.	PE *	R	DFM (Ns)	R	DFF (Ns)	R	DCCHO (Ns)	R	AP **	R	DT *	R	AIM (Ns)	R	DCS (Ns)	R	NPP (Ns)	R	NPCM (Ns)	R
T1	73,92	B	127	A	133	A	180	A	303,00	C	2,25	A	161,57	A	268	A	83	A	72	A
T2	61,44	AB	127	A	131	A	179	A	311,90	B	2,00	AB	166,17	A	269	A	88	A	80	A
T3	44,78	A	126	A	133	A	180	A	325,70	A	1,84	B	165,87	A	268	A	95	A	86	A
$\bar{x}$	60,05		127		132		180		313,53		2,03		164,53		268		86		79	
CV (%)	13,18		1,60		1,38		0,37		0,87		6,56		2,35		0,25		9,02		8,72	

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:** Guambuete, J y Vásquez, F

## Porcentaje de emergencia (PE)



**Gráfico No 1.** Porcentaje de emergencia de los tratamientos de maíz

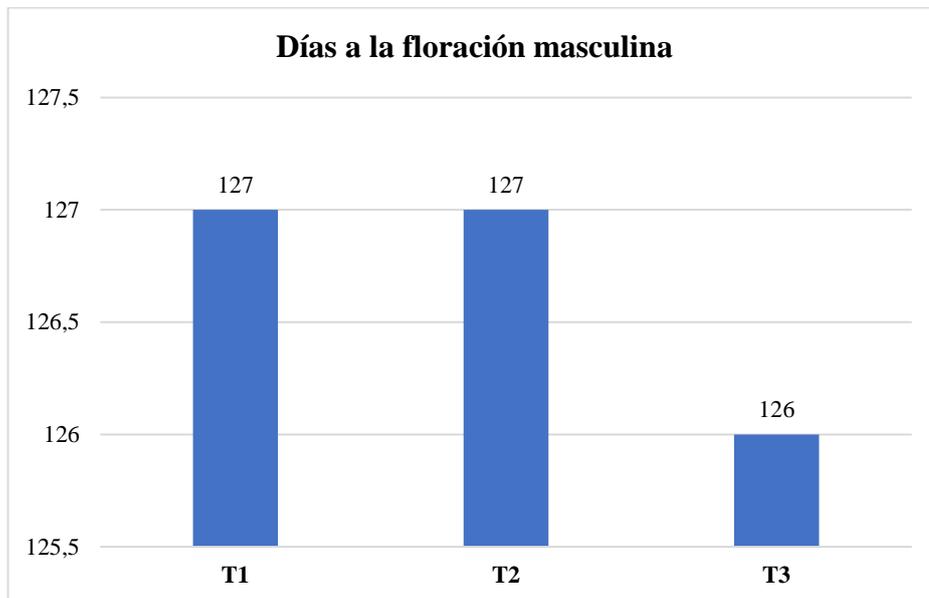
### Análisis e interpretación

Para la variable **porcentaje de emergencia (PE)**, se registró un promedio general de 60,05% y un valor del CV de 13,18% (Cuadro No. 1), en donde se evidencia que el T1; presentó el promedio más alto con el 73,92%, seguido del T2; con el 61,44%, y el tratamiento con el menor promedio fue el T3: con un porcentaje de emergencia de 44,78%. Este resultado infiere que la calidad de la semilla fue buena y se tuvieron condiciones bioclimáticas y edáficas adecuadas para el proceso de germinación de las plántulas.

Los datos obtenidos en esta investigación que corresponden a PE no son similares a los datos obtenidos en el periodo 2020-2021 en la zona de Laguacoto II, en sistemas de labranza y fertilización para AC. (Guamàn, D. 2021)

El porcentaje de emergencia es un componente agronómico, varietal y además dependen de su interacción genotipo ambiente y especialmente de las condiciones climatológicas y edáficas. (Ibarra, L. 2020)

## Días a la floración masculina (DFM)



**Gráfico No 2.** Días a la floración masculina de los tratamientos de maíz

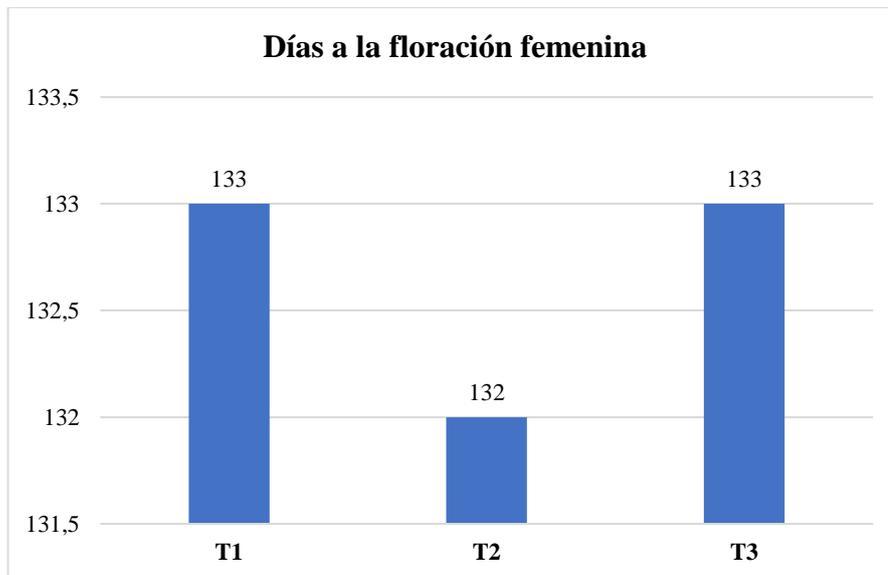
### Análisis e interpretación

Para el descriptor DFM se registró una media general de 127 días, y un valor del CV de 1,60% (Cuadro No.1), en donde se evidencia que el T1 y el T2 presentaron un promedio similar de 127 días, mientras que el T3 presentó un promedio más bajo con 126 días. Posiblemente la diferencia existente numéricamente, se debe a que el T3; tiene como cultivo del ciclo externo a una leguminosa, lo que podría ocasionar un mayor nivel de N, que si representa para influenciar en la precocidad de la planta.

Los resultados obtenidos en esta investigación con relación a la variable DFM, con 127 días, son superiores a los obtenidos en otra investigación que fueron de 118 días, de acuerdo a como reporto el autor. (Arévalo, A. 2020)

Estos componentes son de tipo varietal y que podrían ser afectados por la interacción genotipo ambiente, y más notorio por el cambio climático, donde hay períodos de estrés de sequía y una deficiente distribución de la cantidad e intensidad de las lluvias. La literatura científica ha demostrado que en un suelo limpio sin restos vegetales y con labranza convencional, son mayores las pérdidas del (N) por procesos de lixiviación y volatilización. (Rumiguano, M. 2019)

### Días a la floración femenina (DFF)



**Gráfico No 3.** Días a la floración femenina de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

En la variable días a la floración femenina, se evidencio una media general de 132 días y con un valor del CV de 1,38%, en la que los tratamientos T1 y T3 presentaron los promedios más altos con 133 días a floración, mientras que el tratamiento T2 registró el menor promedio con 132 días a la floración femenina. Con los resultados presentados se puede inferir que la diferencia existente, se debe que al T2; tiene como cultivo de ciclo externo a una leguminosa, lo que puede ocasionar que la planta tenga una mayor precocidad.

Contrastando con una investigación en la que obtuvo 133 días a la floración femenina, los resultados de esta investigación son superiores frente a los 132 días de la floración femenina. (Sánchez, M. 2022)

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, dependen de su interacción genotipo ambiente y especialmente las condiciones de humedad, temperatura, vientos, calor, cantidad y calidad de luz solar, sanidad y entre otros. (Chicaiza, B. 2020)

## Días a la cosecha en choclo (DCCH)

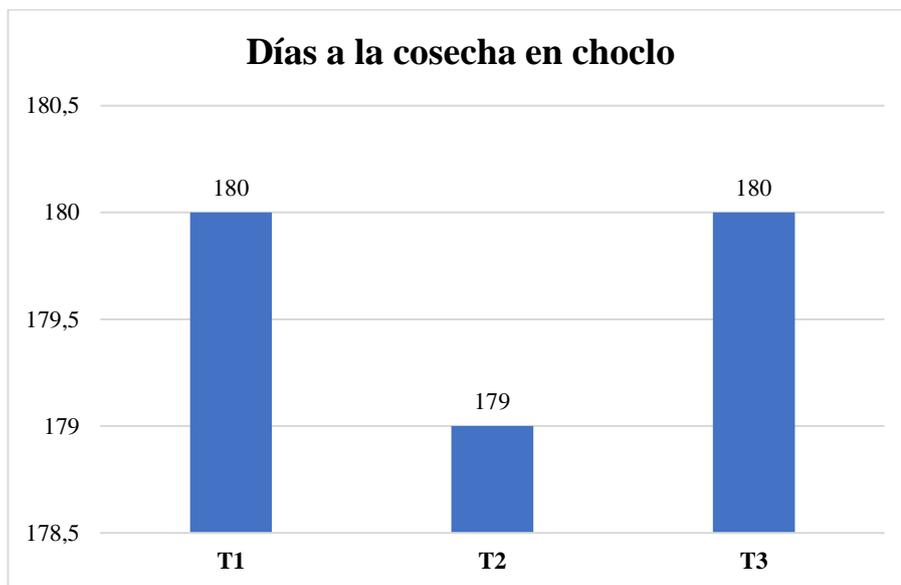


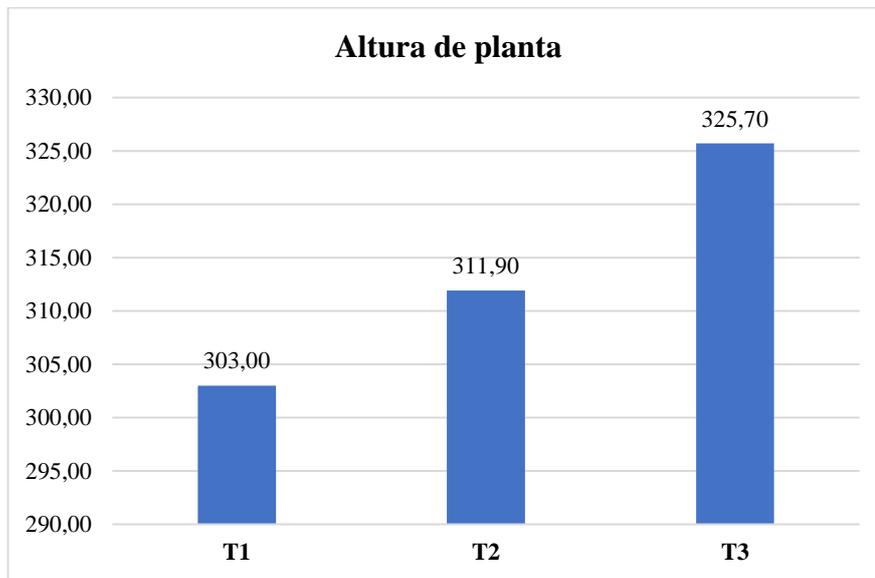
Gráfico No 4. Días a la cosecha en choclo de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para la variable DCCH, se presentó una media general de 180 días y un CV de 0,37%, donde se registró el promedio más alto en el T1 como en el T3 con 180 días, y por último el tratamiento con menos promedio fue el T2 con 179 días, la diferencia existente puede deberse a que el T2; tiene como cultivo de rotación a una leguminosa, ocasionando un mejor nivel de N, lo cual influye en la precocidad de la planta.

Los datos obtenidos en esta investigación que corresponden a DCCH son similares a los datos obtenidos en el periodo 2019-2020 en la zona de Laguacoto, en sistemas de AC bajo esquemas que manejan componentes de producción paralelos. Además se argumenta que estos resultados nos aseveran que son descriptores agronómicos de tipo varietal y quizá dependan, de la interacción genotipo ambiente, y mas no de la labranza. (Aguiar, F. 2020)

## Altura de planta (AP)



**Gráfico No 5.** Altura de planta de los tratamientos de maíz

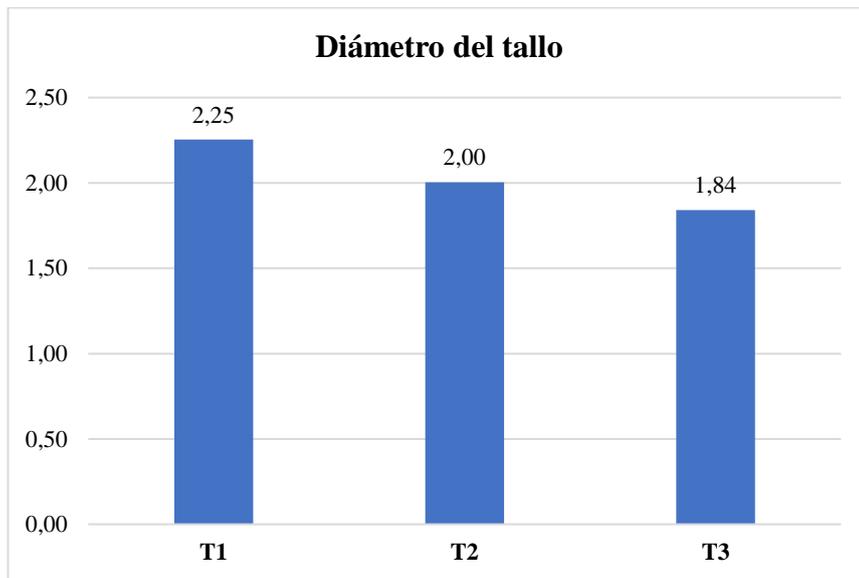
### Análisis e interpretación

Para el componente altura de planta (AP) se registró una media general de 313,53 cm y un CV de 0,87, en esta variable respecto a los tratamientos de maíz, se presentó el mejor promedio en el T3 con 325,70 cm de altura, seguido del T2 con 311,90 cm, y por último el promedio más bajo se obtuvo en el T1 con 303 cm.

La AP es una característica varietal y además en este caso se puede ver afectada por las condiciones nutricionales del suelo, el manejo agronómico del cultivo, entre otros aspectos, la implementación de N es importante, porque este elemento nutricional es determinante en el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz.

Comparando la presente investigación en la que se obtuvo una altura de 325,70 cm, fue superior a la reportada de 296,99 cm, el mismo que argumenta que la altura de plantas se puede además de ser un carácter varietal. (Ninabanda, A. 2021)

## Diámetro del tallo (DT)



**Gráfico No 6.** Diámetro del tallo de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para la variable diámetro del tallo se determinó una media general de 2,03 cm y un CV de 6,56%, el tratamiento T1 presentó el promedio más alto con 2,25 cm, seguido del T2 con 2 cm, y por último se obtuvo que el T3 presentó el promedio más bajo con 1,84 cm, existen diferentes aspectos que influyen en esta característica varietal como; las condiciones climáticas, manejo adecuado y buena nutrición en el suelo, al tener cultivos de ciclo externo como leguminosas, ayuda a la incorporación de nutrientes al cultivo, contribuyendo a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir a mayor concentración de N, promedios más elevados de diámetro del tallo.

En la investigación de ahora se reporta un diámetro de tallo de 2,25 cm, siendo este superior, con respecto a un diámetro de 2,20 cm, que refutan que generalmente los genotipos guagales como la variedad INIAP 111, tienen tallos gruesos y fuertes presentado por (Guamàn, D. 2021).

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

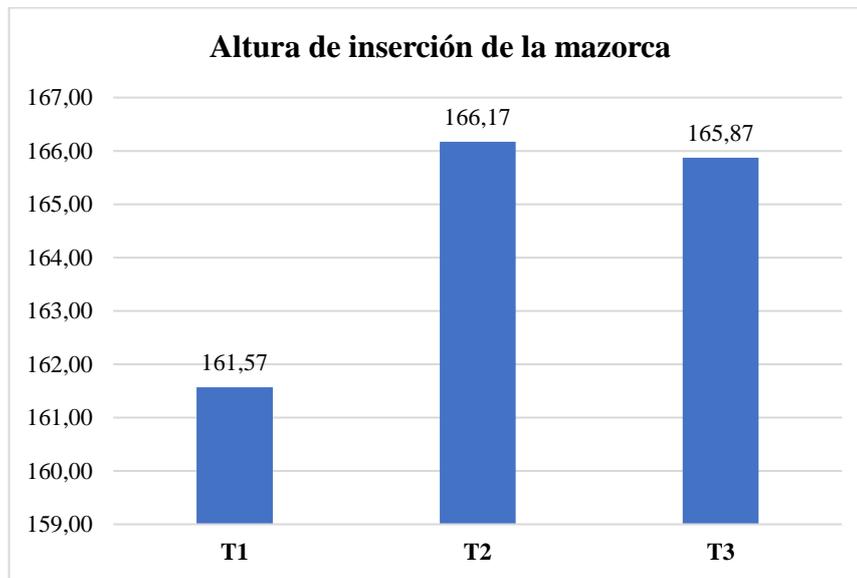


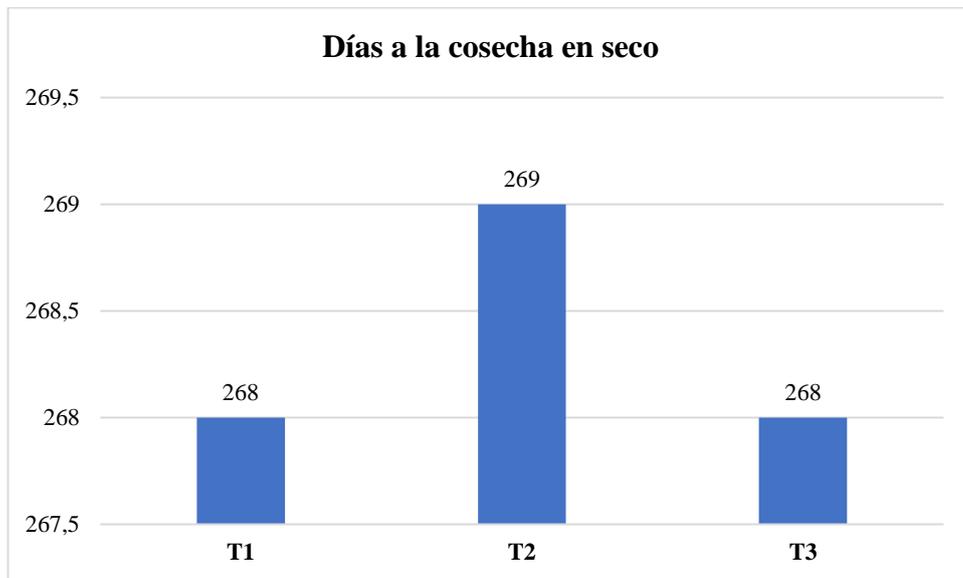
Gráfico No 7. Altura de inserción de la mazorca de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para el componente agronómico altura de inserción de mazorca, se registró una media general de 164,53 cm y un valor del CV de 2,35%, evidenciándose que el mejor promedio es el tratamiento T2 con 166,17 cm, seguido del tratamiento T3 con 165,87 cm, mientras que el promedio más bajo se obtuvo en el tratamiento T1 con 161,57 cm. Posiblemente la diferencia numérica existente puede ser ocasionada por diferentes aspectos tales como; el cultivo de rotación, condiciones bioclimáticas, el aporte de nutrientes, también podemos especificar que podría ver afectado por la interacción genotipo ambiente.

Los datos registrados en esta investigación que corresponde a AIM son similares a los datos obtenidos en el periodo 2019-2020 en la zona de Laguacoto; en sistemas de agricultura de conservación en el cultivo de maíz suave INIAP 111. (Arévalo, A. 2020)

## Días a la cosecha en seco (DCS)



**Gráfico No 8.** Días a la cosecha en seco de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para la variable días a la cosecha en seco (DCS) se registró una media general de 268 días, con un valor del CV de 0,25%, se pudo determinar que el promedio más alto en días a la cosecha en seco se obtuvo en el T2 con 269 días, seguido de los T1 y T3 con 268 días a la cosecha en seco. Los aspectos que posiblemente afecte que el ciclo de cultivo se alargue son la humedad, altas precipitaciones y la presencia de fuertes vientos.

Los datos registrados en esta investigación que corresponde a DCS son similares a los datos obtenidos en el periodo 2020-2021 en la zona de Laguacoto II; en sistemas de labranza y fertilización nitrogenada para AC en el cultivo de maíz variedad INIAP-111. (Guamàn, D. 2021)

## Número de plantas por parcela (NPP)

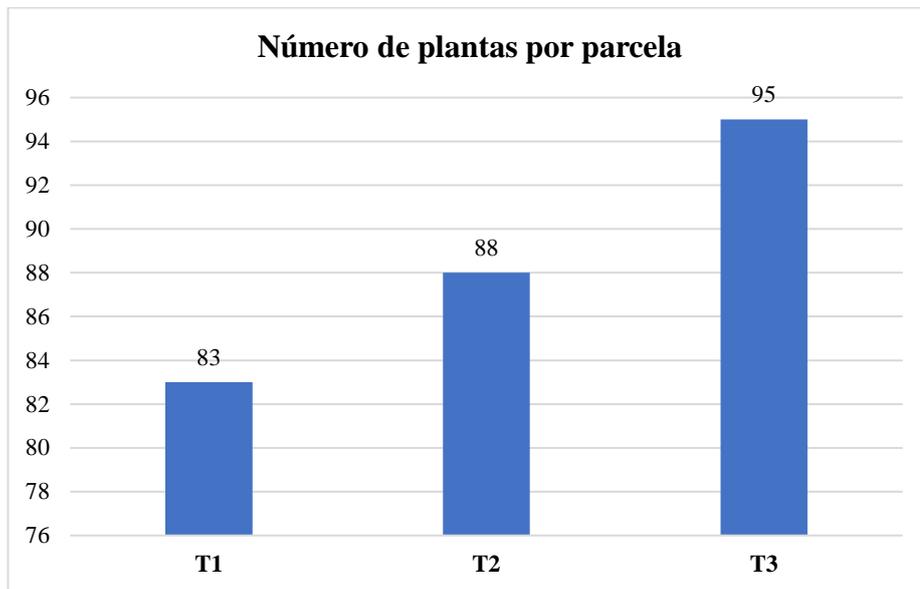


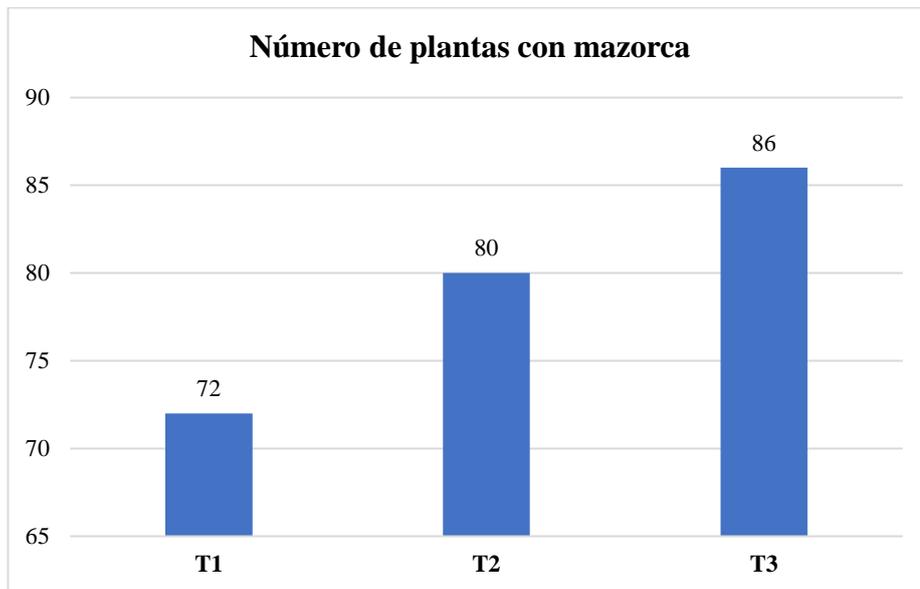
Gráfico No 9. Número de plantas por parcela de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para el componente Número de plantas por parcela (NPP) se determinó una media general de 86 plantas por parcela, con un valor del CV del 9,02%, siendo así que el promedio más alto se obtuvo en el tratamiento T3 con 95 plantas, seguido del tratamiento T2 con 88 plantas y por último el promedio más bajo se obtuvo en el tratamiento T1 con 83 plantas por parcela. Existen aspectos que influyen para esta variable como es el cambio climático, el manejo fitosanitario, las condiciones nutricionales del suelo entre otros. Este componente es de tipo varietal que podría ser afectado por la interacción genotipo ambiente.

En el presente trabajo se reporta una cantidad de 95 plantas por parcela, siendo estos datos inferiores a la presentada en el periodo 2020-2021 en la zona de Laguacoto II en sistemas de labranza y fertilización nitrogenada para AC en el cultivo de maíz variedad INIAP-111, con 105 plantas por parcela. (Guamàn, D. 2021)

## Número de plantas con mazorca (NPCM)



**Gráfico No 10.** Número de plantas con mazorca de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

En la variable número de plantas con mazorca (NPCM), se registró una media general de 79 plantas con mazorca, y un valor del CV del 8,72%, manifestando en el tratamiento T3 obtuvo el promedio más alto con 86 plantas, seguido del tratamiento T2 con 80 plantas, mientras que el T1 presentó el promedio más bajo con 72 plantas con mazorca. Estos resultados, infieren que las condiciones bioclimáticas durante el ciclo de cultivo y especialmente en la fase de floración, fructificación y el llenado del grano se presentaron estrés de sequía con una deficiente distribución de la lluvia.

Los datos obtenidos en esta investigación que corresponden a NPCM no son similares porque presenta datos sumamente superiores a la investigación del periodo 2021-2022 en la zona de Quisacoto; en tres tipos de labranza y fertilización nitrogenada en dos variedades de maíz suave. (Sánchez, M. 2022)

#### 4.1.1. Variables agronómicas del maíz

**Cuadro No 2:** Número de plantas sin mazorca (NPSM). Número de plantas con dos mazorcas (NPCDM). Diámetro de la mazorca (DM). Longitud de mazorca (LM). Número de hileras por mazorca (NHPM). Porcentaje de desgrane (PD). Peso de 100 granos secos (PCGS). Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad (RH). Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB). Laguacoto, Guaranda, 2021.

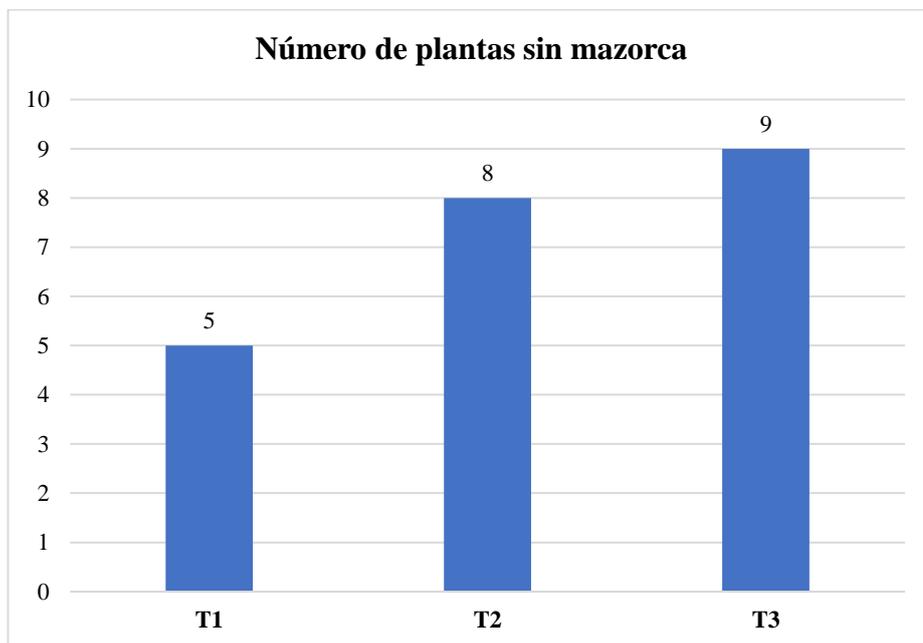
Tra	NPSM **	R	NPCDM (Ns)	R	DM **	R	LM **	R	NHPM (Ns)	R	PD **	R	PCGS *	R	RKg/ha (Ns)	R	RB *	R
T1	5	B	2	A	5,94	A	15,24	B	12	A	80,77	A	653,33	A	3656,90	A	12491	B
T2	8	A	6	A	5,25	B	17,52	A	12	A	55,04	B	638,67	AB	3293,20	A	13130	AB
T3	9	A	7	A	5,36	B	17,84	A	11	A	81,06	A	579,00	B	2957,50	A	14123	A
$\bar{x}$	7		5		5,52		16,87		12		72,60		623,67		3302,50		13248	
CV (%)	11,67		40,82		2,41		1,27		4,95		18,52		3,48		20,17		4,04	

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:** Guambuete, J y Vásquez, F

## Número de plantas sin mazorca (NPSM)



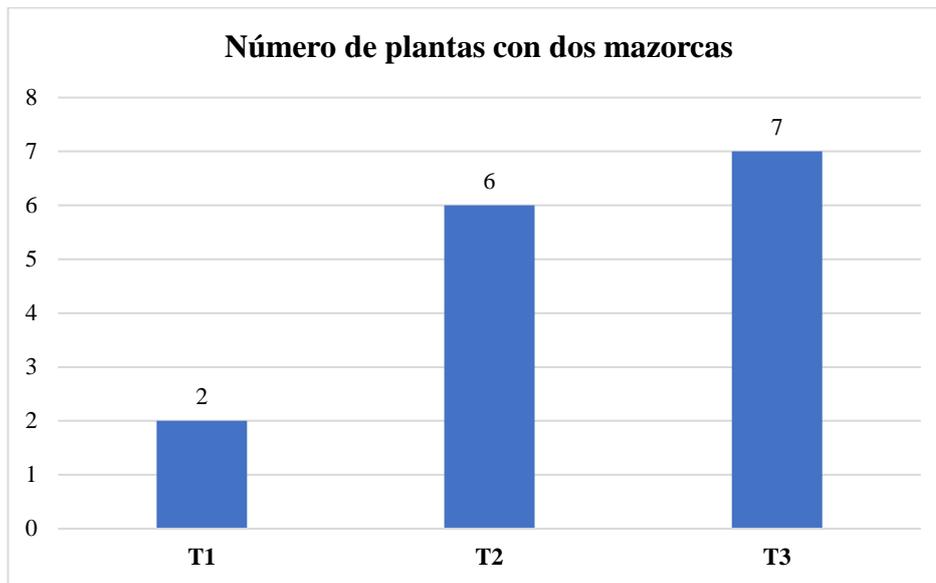
**Gráfico No 11.** Número de plantas sin mazorca de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para la variable número de plantas sin mazorca (NPSM) se determinó una media general de 7 plantas sin mazorca, con un valor del CV del 11,67%, donde se evidencio que el promedio más alto de plantas sin mazorca se obtuvo en el T3 con 9 plantas, seguido de T2 con 8 plantas, mientras que el T1 con 5 plantas sin mazorca fue el menor promedio obtenido.

El número de plantas sin mazorca especialmente es afectado por las condiciones de humedad, temperatura, vientos, calor, cantidad y calidad de luz solar, además de un buen plan de fertilización el cual ayuda a bajar la cantidad de plantas sin mazorca en el cultivo. (Chicaiza, B. 2020).

## Número de plantas con dos mazorcas (NPCDM)



**Gráfico No 12.** Número de plantas con dos mazorcas de los tratamientos de maíz

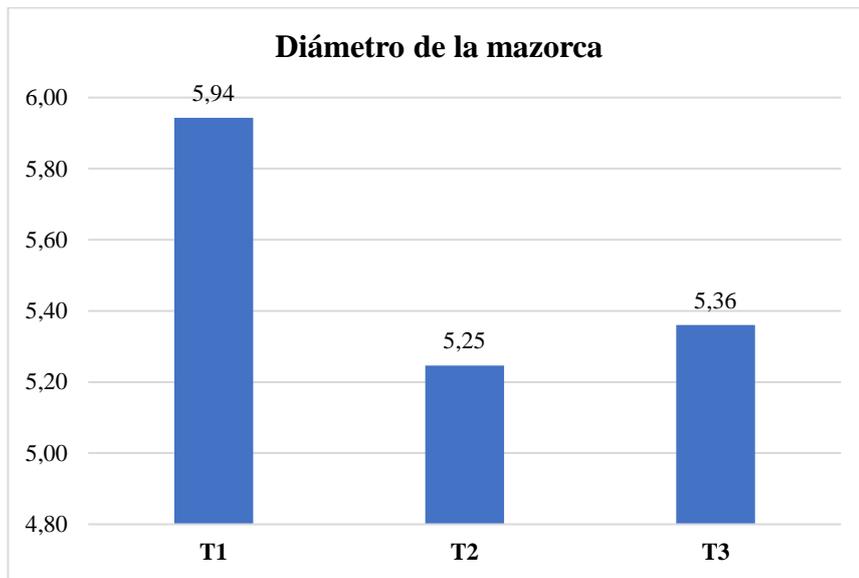
### Análisis e interpretación

En la variable número de plantas con dos mazorcas (NPCDM), se registró una media general de 5 plantas con dos mazorcas y un valor del CV del 40,82%, obteniendo el promedio más alto de plantas con dos mazorcas en el T3 con 7 plantas, seguido de T2 con 6 plantas, mientras que el T1 presentó 2 plantas con dos mazorcas.

El componente plantas con dos mazorcas es varietal y además depende de su interacción genotipo ambiente. El valor del CV es normal, porque este componente depende principalmente de la interacción genotipo ambiente. No está bajo el control del investigador que haya plantas prolíferas o con dos mazorcas y bien desarrolladas. (Guamàn, D. 2021)

Los datos obtenidos en esta investigación fueron de 7 plantas con dos mazorcas, frente al valor reportado en el periodo 2018-2019 que fue de una 1 planta con dos mazorcas demuestra que no son similares y depende de la interacción genotipo ambiente. (Rumiguano, M. 2019)

## Diámetro de la mazorca (DM)



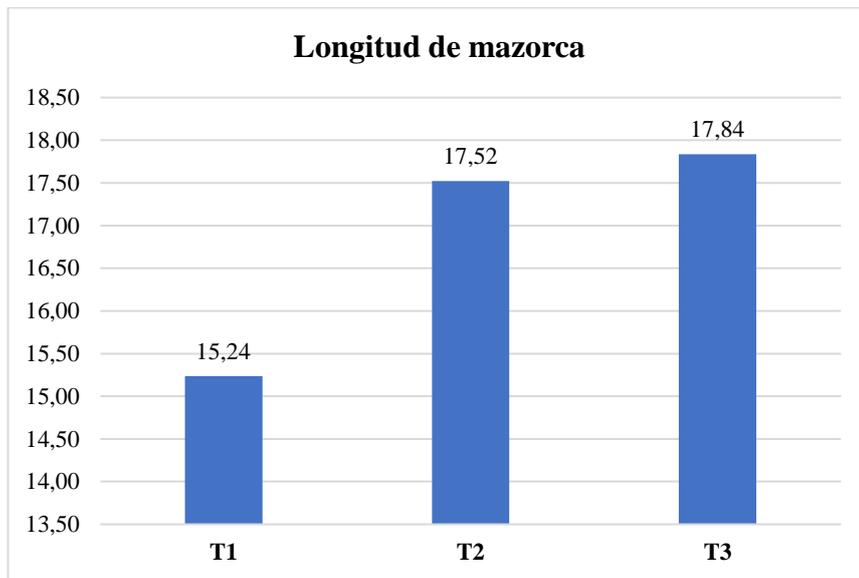
**Gráfico No 13.** Diámetro de mazorca de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para el componente diámetro de mazorca (DM) se determinó una media general de 5,52 cm, con un valor del CV de 2,41%, se evidenció que el mejor promedio se obtuvo en el T1 con 5,94 cm, seguido del tratamiento T3 con 5,36 cm, mientras que el promedio más bajo se registró en el T2 con 5,25 cm. El componente diámetro de mazorca se puede ver influenciado por condiciones nutricionales del suelo y condiciones ambientales.

Comparando el diámetro de mazorca en el tratamiento T1 que tiene un diámetro de mazorca de 5,94 cm, siendo estos datos superiores a los obtenidos de 4,97 cm, indicados en la investigación del periodo 2019-2020. (Aguiar, F. 2020)

## Longitud de mazorca (LM)



**Gráfico No 14.** Longitud de mazorca de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

En la variable longitud de la mazorca (LM) se registró una media general de 16,87 cm y un valor del CV de 1,27%, determinando que el promedio más alto se obtuvo en el tratamiento T3 con 17,84 cm, seguido del T2 con 17,52 cm, mientras que el promedio más bajo se presentó en el T1 con 15,24 cm. Este componente puede ver afectado por condiciones ambientales, condiciones nutricionales del suelo y el manejo fitosanitario del cultivo.

Los datos obtenidos en esta investigación que corresponde a LM son similares a los datos obtenidos en el periodo 2020-2021 en la zona de Laguacoto II, en sistemas de labranza y fertilización nitrogenada para AC en el cultivo de maíz variedad INIAP-111. (Guamàn, D. 2021)

### Número de hileras por mazorca (NHPM)

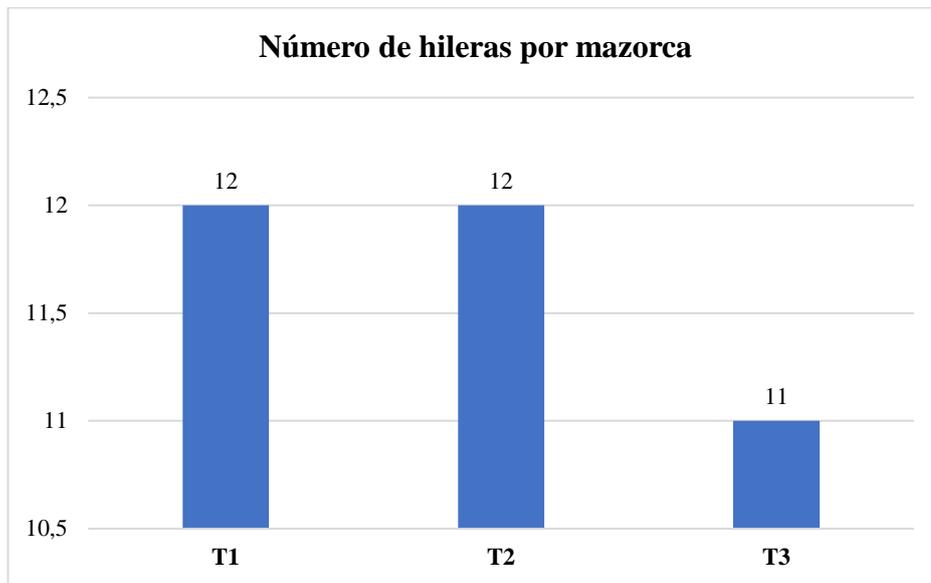


Gráfico No 15. Número de hileras por mazorca de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para la variable número de hileras por mazorca (NHPM) se registró una media general de 12 hileras y un valor del CV de 4,95%, se evidenció que los tratamientos T1 y T2 presentaron el mayor número de hileras por planta con 12 respectivamente, y por último se registró que el T3 con 11 hileras fue el tratamiento con menor promedio. Este componente tiene una afectación por el manejo nutricional del cultivo, condiciones nutricionales del suelo.

Los datos obtenidos en esta investigación fueron de 12 hileras por mazorca, frente al valor reportado en el periodo 2019-2020 que fue de 10 hileras por mazorca demuestra que no son similares y depende de la interacción genotipo-ambiente. (Ibarra, L. 2020)

## Porcentaje de desgrane (PD)

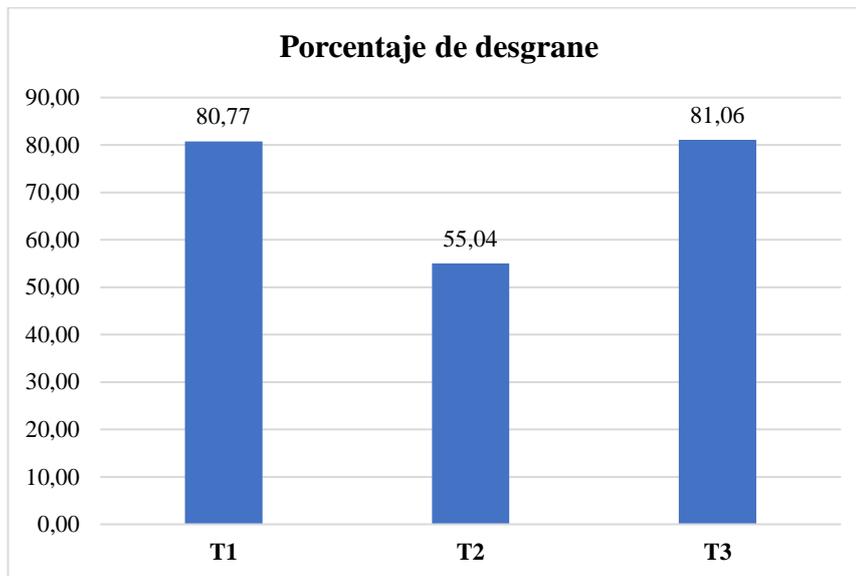


Gráfico No 16. Porcentaje de desgrane de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

En la variable porcentaje de desgrane (PD) se determinó una media general de 72,60 % y un valor del CV de 18,52 %, donde se evidenció que el promedio más alto se obtuvo en el T3 con el 81,06 %, seguido del T1 con el 80,77 %, mientras que el T2 con el 55,04 % fue el tratamiento con menor promedio registrado.

El porcentaje de desgrane fue de 81,06 % el mismo que tuvo una relación con la fertilización del cultivo, manejo agronómico del mismo en esta investigación, el mismo que es superior al reportado en el periodo 2020-2021 con el 74,00 %, el cual refuta que el porcentaje de desgrane tiene una interacción con el ambiente. (Ninabanda, A. 2021)

Para genotipos de maíz suave de la sierra y entre ellos INIAP 111, autores como INIAP 1997; INIAP 2010; Monar, C. y Silva, D. 2015, se han determinado valores entre 82 y 85 % de desgrane.

### Peso de 100 granos secos (PCGS)

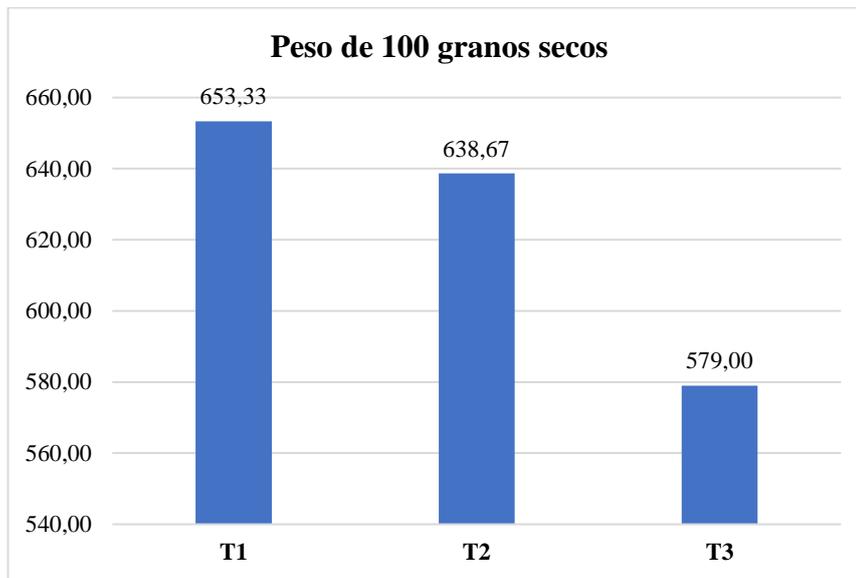


Gráfico No 17. Peso de 100 granos secos de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

En la variable peso de 100 granos secos (PCGS) se registró una media general de 623,67 g y un valor del CV del 3,48%, evidenciando que el mejor promedio se obtuvo en el T1 con 653,33 g, seguido del T2 con 638,67 g, mientras que el T3 presentó el menor promedio con 579 g. Este componente está relacionado con una fertilización adecuada, temperatura, humedad relativa y el pH del suelo.

Los datos obtenidos en esta investigación que corresponden a PCGS no son similares, frente al valor reportado en el periodo 2019-2020 que fue 60,05 g, y depende de la interacción genotipo ambiente. (Aguiar, F. 2020)

### Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad (RH)

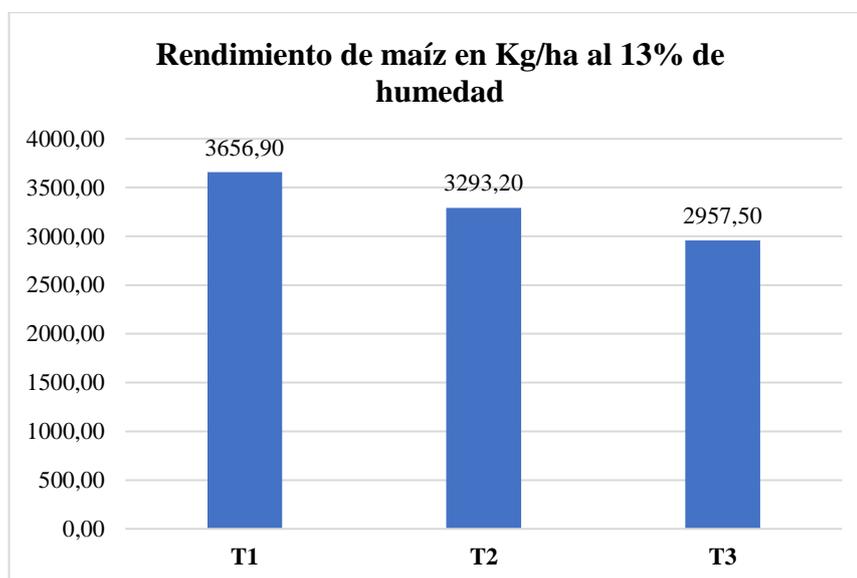


Gráfico No 18. Rendimiento de maíz en kg/ha al 13% de humedad de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

En el componente rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad de los tratamientos de maíz se registró una media general de rendimiento de 3302,50 kg/ha, y un valor del CV de 20,17%, evidenciando que el mejor promedio de rendimiento se obtuvo en el tratamiento T1 con 3656,90 kg/ha, seguido del tratamiento T2 con 3293,20 kg/ha, y el menor promedio de rendimiento se determinó el T3 con 2957,50 kg/ha. El rendimiento tuvo afectación por las condiciones climáticas de la zona, precipitaciones constantes, humedad relativa del suelo, manejo cultural, etc.

Los datos obtenidos respecto al rendimiento en esta investigación con 3656,90 kg/ha, fueron inferiores, frente a los datos obtenidos en el periodo 2020-2021 en la zona de Laguacoto; en sistemas de labranza y niveles de nitrógeno para AC en el cultivo de maíz suave que presentó un rendimiento de 7346,47 Kg/ha. (Ninabanda, A. 2021).

### Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB)

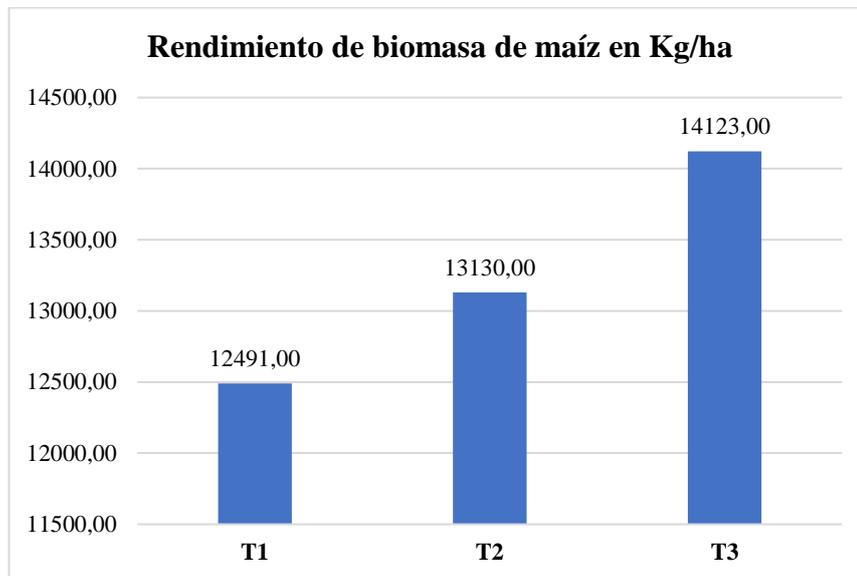


Gráfico No 19. Rendimiento de biomasa de maíz en kg/ha de los tratamientos de maíz

### Análisis e interpretación

Para la variable rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha se determinó una media general de 13248 kg/ha y un valor del CV de 4,04%, se puede evidenciar que el tratamiento T3, obtuvo el mejor promedio con 14123 kg/ha, seguido del tratamiento T2 con 13130 kg/ha, mientras que el T1 presentó el menos promedio en rendimiento de biomasa con 12491 kg/ha. Este componente se ve influenciado por el tipo de labranza, los cultivos que se utiliza como rotación de cultivos y los residuos vegetales.

Los datos obtenidos en esta investigación en relación a la variable RB son similares a los datos obtenidos en la zona de Laguacoto; en sistemas de manejo a la AC para la adaptación al cambio climático. (Chicaiza, B. 2020)

#### 4.2. Variables agronómicas del cultivo de trigo

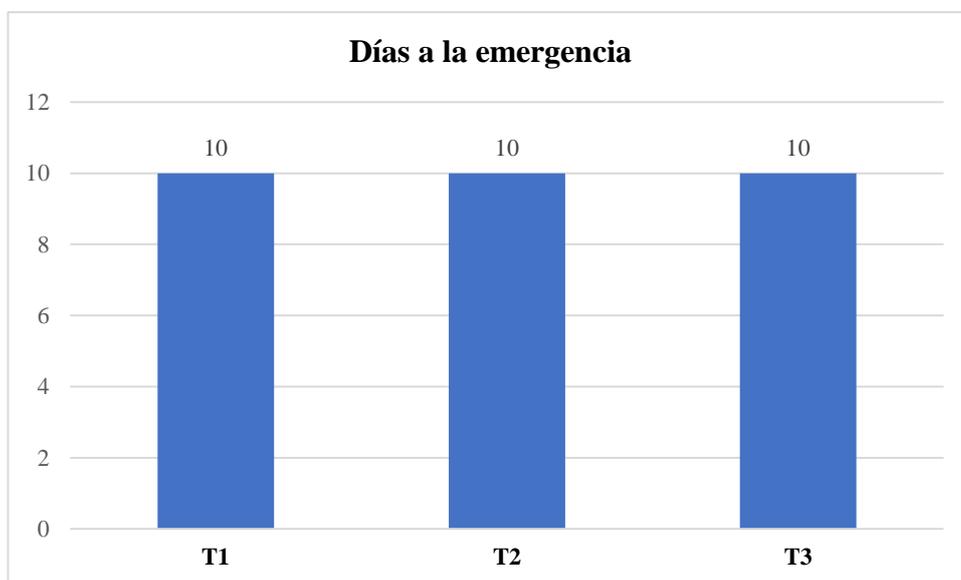
**Cuadro No 3:** Resultados estadísticos promedios de trigo en las variables: Días a la emergencia (DE). Altura de planta (AP). Número de espigas por metro cuadrado (NEPMC). Número de granos por espiga (NGPE). Longitud de espiga (LE). Días a la cosecha (DC). Profundidad radicular (PR). Rendimiento de trigo en Kg/ha (RH). Rendimiento de biomasa de trigo en Kg/ha (RB).

Variedad	Rep.	DE (Ns)	R	AP (Ns)	R	NEPMC (Ns)	R	NGPE (Ns)	R	LE (Ns)	R	DC (Ns)	R	PR (Ns)	R	RH Kg/ha (Ns)	R	RB (Ns)	R
UEB-Carnavalero	T1	10	A	86,10	A	703	A	32	A	8,14	A	148	A	7,35	A	2345	A	12678	A
	T2	10	A	87,00	A	705	A	29	A	8,08	A	148	A	8,05	A	3678	A	12678	A
	T3	10	A	84,80	A	704	A	31	A	8,17	A	148	A	7,30	A	3234	A	11234	A
	$\bar{x}$	10		85,97		704		31		8,13		148		7,57		3085,67		12196,67	

**Fuente:** Investigación de campo 2021

**Elaborado por:** Guambugete, J y Vásquez, F

## Días a la emergencia (DE)



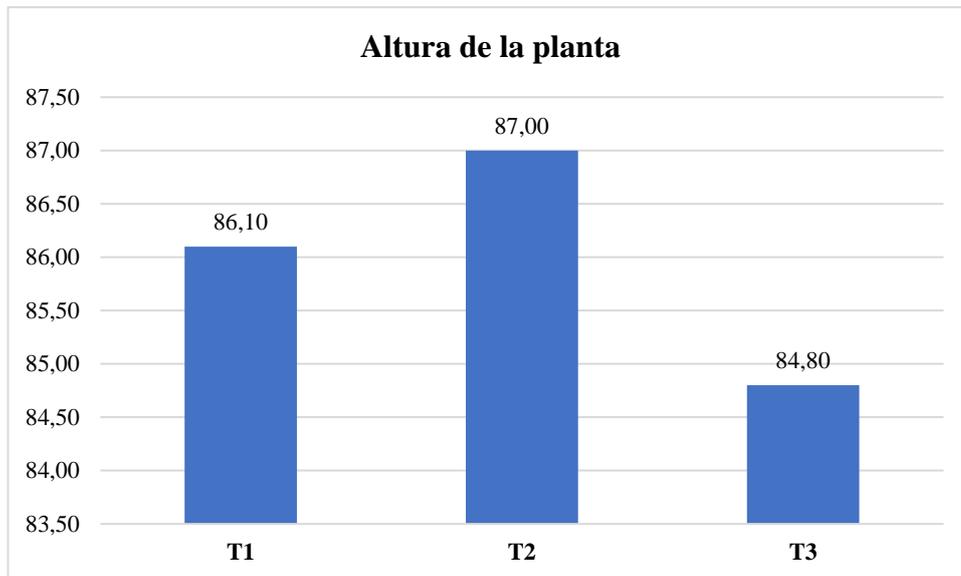
**Gráfico No 20.** Días a la emergencia de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

Para el componente agronómico días a la emergencia (DE) del cultivo de trigo, se puede evidenciar que los tratamientos de la variedad de UEB-Carnavalero presentaron 10 días a la emergencia. Este componente es resiliente al cambio climático y son estratégicos para los procesos de rotación de cultivos.

Los datos obtenidos respecto a la variable DE en esta investigación presentó el promedio de 10 días, frente a los datos obtenidos en el periodo 2019-2020 en la zona de Laguacoto; en sistemas de manejo a la AC para la adaptación al cambio climático que presentó un promedio de 8 días. (Chicaiza, B. 2020)

## Altura de planta (AP)



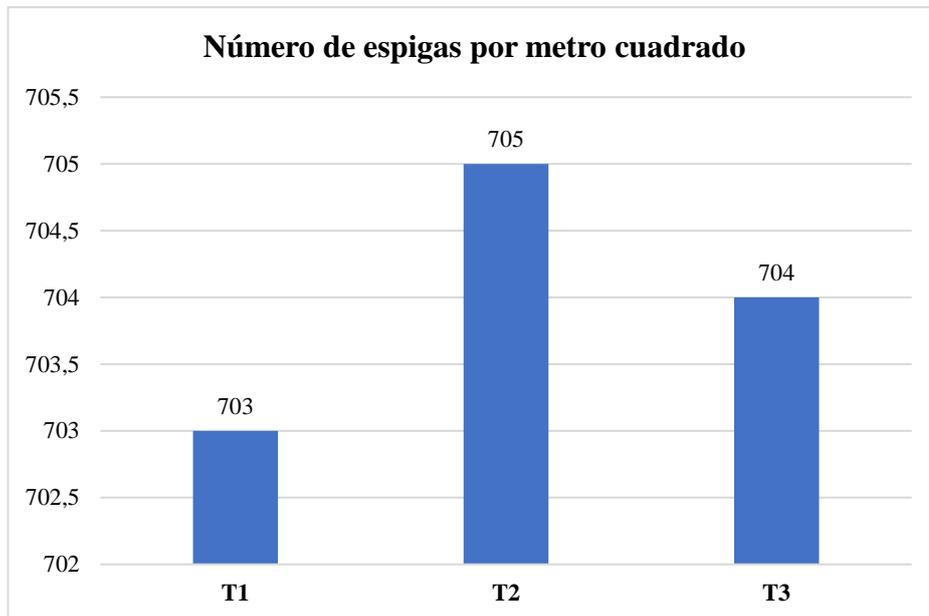
**Gráfico No 21.** Altura de planta de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

En la variable altura de planta, se registró que en la variedad UEB- Carnavalero el tratamiento T2 obtuvo la mejor altura con 87 cm, seguido del tratamiento T1 con 86,10 cm, mientras que el T3 presentó la menor altura con una altura registrada de 84,80%. Este componente es influenciado por diferentes aspectos tales como; la cantidad y distribución de la precipitación, nutrición del cultivo sobre todo lo relacionado al nitrógeno y densidad de siembra.

Los datos obtenidos en esta investigación que corresponde AP son similares a los datos obtenidos en el periodo 2020-2021 en la zona de Laguacoto III; respuesta morfoagronómica de doce accesiones de trigo suave. (Quispe, E. 2021)

## Número de espigas por metro cuadrado (NEPMC)



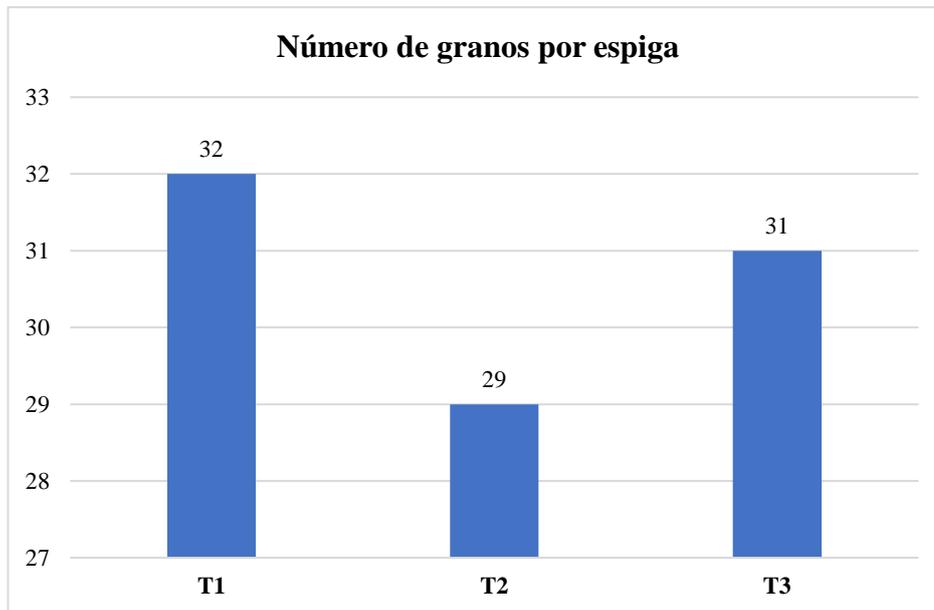
**Gráfico No 22.** Número de espigas por metro cuadrado de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

En la variable número de espigas por metro cuadrado (NEPMC) se registró que el tratamiento T2 obtuvo la mayor cantidad de espigas por cada metro cuadrado con 705 espigas, seguido del T3 con 704 espigas, mientras que el T1 tuvo el menor promedio con 703 espigas. El número de espigas tiene una dependencia con la densidad de siembra, número de macollos por planta, y se pudo ver afectada por los cambios climáticos.

Los datos obtenidos en esta investigación en relación a la variable NEPMC, con 705 espigas, frente a los datos obtenidos en el periodo 2014-2015 que se reportó 778 espigas por metro cuadrado y dependen de la interacción genotipo ambiente. (Flores, J. 2015)

## Número de granos por espiga (NGPE)



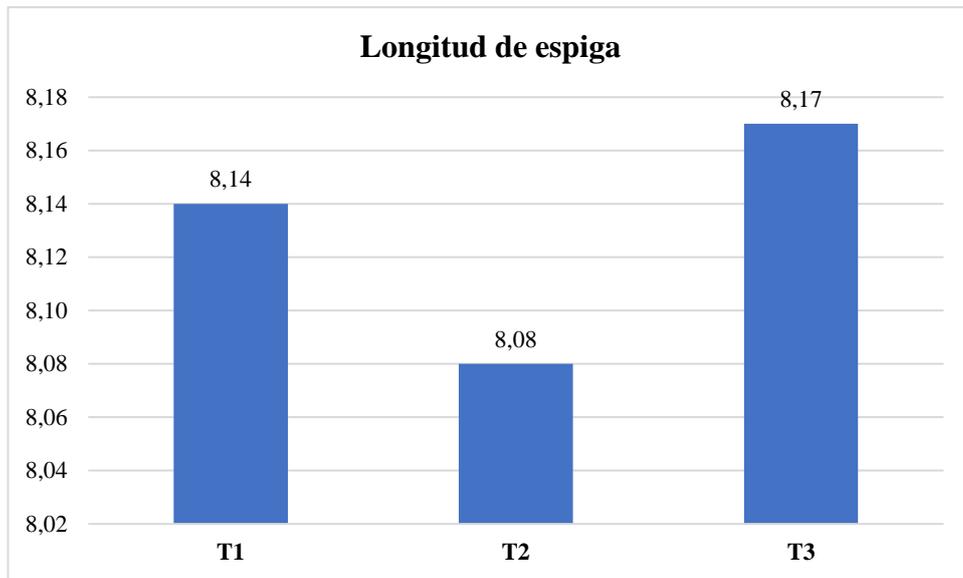
**Gráfico No 23.** Número de granos por espiga de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

Para el parámetro NGPE se evidenció que el T1 obtuvo la mejor cantidad de granos por espiga con 32 granos, seguido del T3 con 31 espigas, siendo así que el T2 presentó el promedio más bajo con 29 granos por espiga. Esta variable depende de la longitud de la espiga, especialmente puede ver afectado por el manejo agronómico del cultivo en el desarrollo fisiológico de la planta.

Los resultados obtenidos de la actual investigación con 32 granos por espiga frente a los datos obtenidos en el periodo 2018-2019 es superior, porque se reportó 28 granos por espiga. (Córdova, H. 2019)

## Longitud de espiga (LE)



**Gráfico No 24.** Longitud de espiga de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

En la variable longitud de espiga se determinó que el tratamiento T3, registró el mejor promedio de longitud con 8,17 cm, seguido del T1 con 8,14 cm y por último se registró que el T2 presentó el promedio de longitud más bajo con 8,08 cm. Los factores que inciden en este parámetro son las características físicas, químicas y biológicas del suelo, densidad de siembra, temperatura, cantidad y calidad de luz, la competencia de plantas, nutrición y sanidad de las plantas, etc.

Los resultados obtenidos en esta investigación que corresponde a LE son similares a los datos obtenidos en el periodo 2016-2017 en la zona de Laguacoto III; en evaluación de cuatro líneas promisorias de trigo duro a la fertilización nitrogenada. (Guerrero, E. 2017)

## Días a la cosecha (DC)

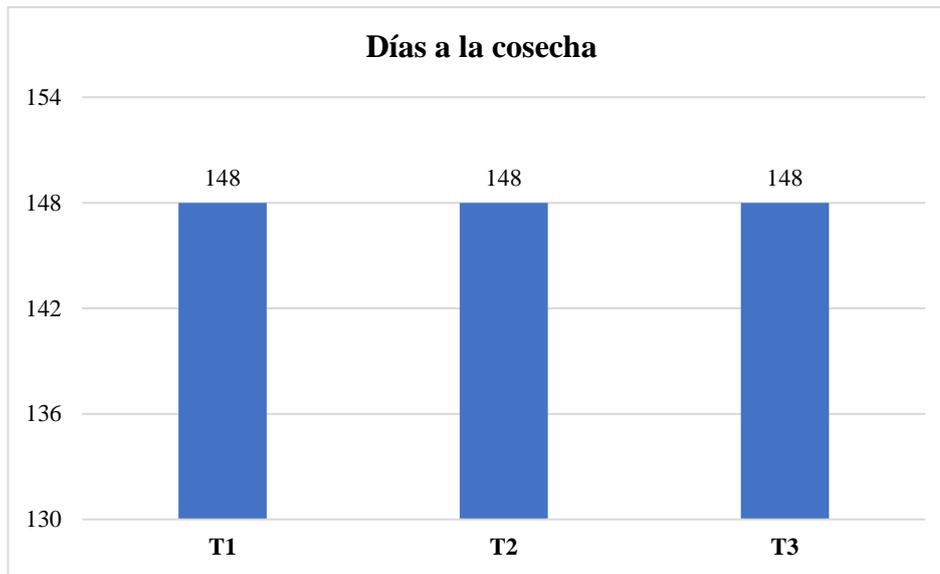


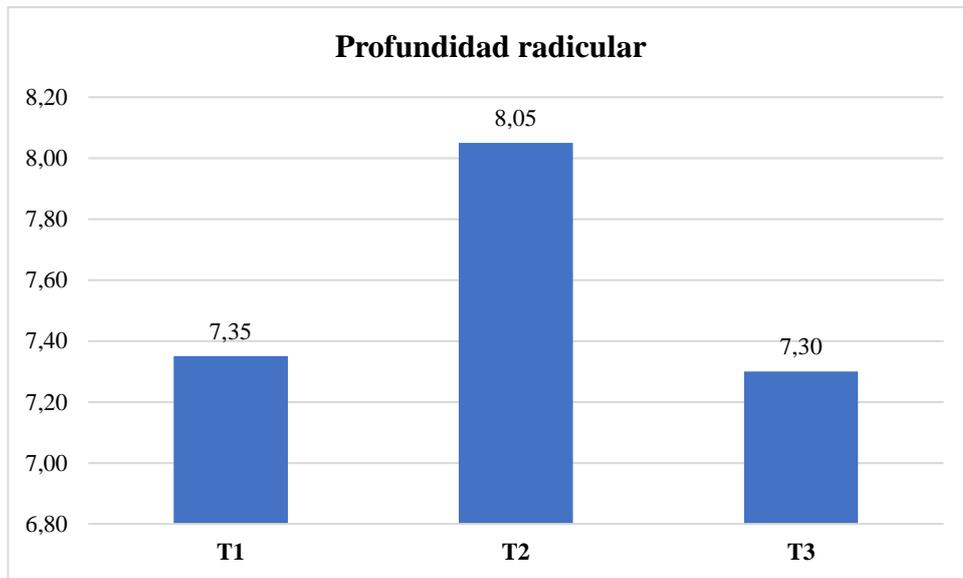
Gráfico No 25. Días a la cosecha de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

Todos los tratamientos que fueron implementados bajo el mismo tipo de labranza (reducida), registraron 148 días a la cosecha este componente se pudo ver afectado por la densidad de siembra, si se observa una densidad muy alta ocasiona una competencia de nutrientes entre planta y planta, provocando así el retraso de días a la cosecha.

Los datos obtenidos en esta investigación en relación a la variable DC, se reportó un promedio de 148 días, frente a los datos obtenidos en el periodo 2014-2015 que se determinó 180 días a la cosecha y además si dependen de la interacción genotipo ambiente. (Flores, J. 2015)

## Profundidad radicular (PR)



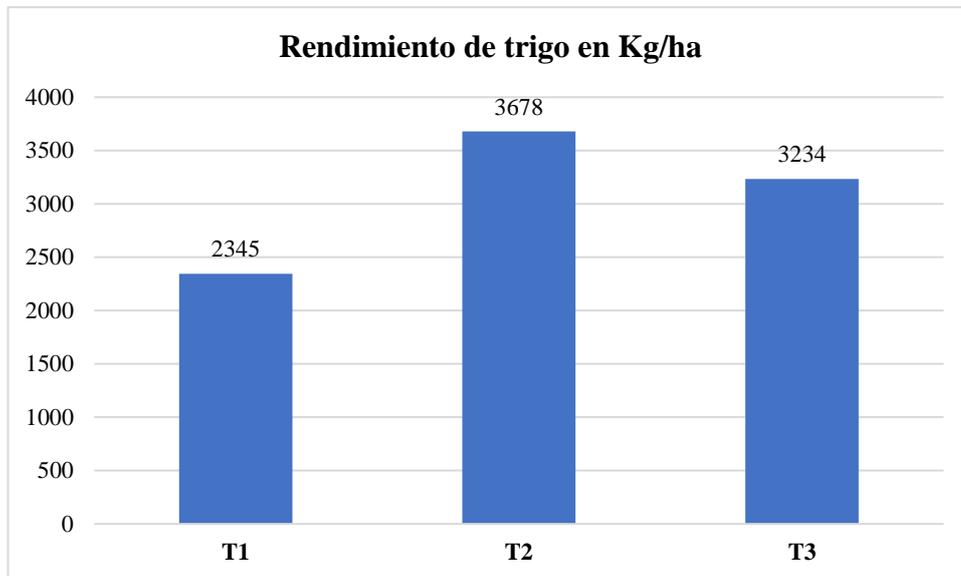
**Gráfico No 26.** Profundidad radicular de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

Para la variable profundidad radicular se registró que el T2 obtuvo el mejor promedio de la profundidad radicular con 8,05 cm, seguido del tratamiento T1 con 7,35 cm, mientras que el T3 presentó el promedio más bajo de profundidad radicular con 7,30 cm.

La variable profundidad radicular, tiene una influencia por la preparación del suelo, la misma que debe ser mullida, para que la planta tenga la capacidad de generar un buen sistema radicular, el mismo que ayuda a mejorar el acame. (Flores, J. 2015)

## Rendimiento de trigo en Kg/ha (RH)



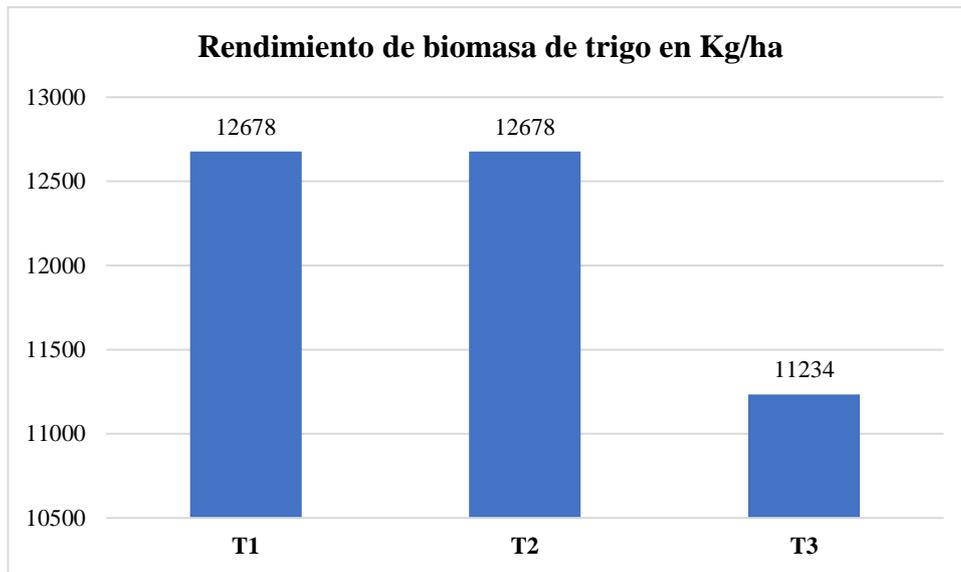
**Gráfico No 27.** Rendimiento de trigo en Kg/ha de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

El rendimiento del trigo en la variedad UEB- Carnavalero se evidencia que el tratamiento T2 presentó el mejor promedio con 3678 kg /ha, seguido del T3 con 3234 kg/ha y por el último se evidenció que el T1 con 2345 kg/ha, registró el promedio más bajo en rendimiento (kg/ha). Este parámetro pudo ver afectado por los cambios bruscos de temperatura, disponibilidad de nutrientes del suelo, precipitaciones, humedad relativa del suelo.

Los datos obtenidos en el periodo 2020-2021 reportó un rendimiento de 4411 kg/ha, siendo estos resultados superiores a los obtenidos en esta investigación que fue de 3678 kg/ha. (Quispe, E. 2021)

### Rendimiento de biomasa de trigo en Kg/ha (RB)



**Gráfico No 28.** Rendimiento de biomasa de trigo en Kg/ha de los tratamientos de trigo

### Análisis e interpretación

En la variable rendimiento de biomasa del trigo se determinó que el mejor promedio obtuvo en los tratamientos T1 y T2 con 12678 kg/ha, mientras que el tratamiento el T3 con 11234 kg/ha fue el que menor promedio presentó. El parámetro de biomasa en el cultivo de trigo puede verse influenciado por la fertilización que se haya empleado, densidad de siembra, calidad de la semilla, preparación del suelo, etc.

Los datos obtenidos respecto a la variable RB en esta investigación presentó el promedio de 12678 kg/ha, frente a los datos obtenidos en el periodo 2019-2020 en la zona de Laguacoto; en sistemas de manejo a la AC para la adaptación al cambio climático que presentó un promedio de 12183.33 Kg/ha. (Chicaiza, B. 2020)

### 4.3. Variables agronómicas de las variedades de fréjol

**Cuadro No 4:** Resultados estadísticos promedios de fréjol en las variables: Días a la emergencia (DE). Porcentaje de emergencia (PE). Días a la floración (DF). Altura de planta (AP). Número de vainas por planta (NVPP). Días a la cosecha en tierno (DCT). Días a la cosecha en seco (DCS). Longitud de la vaina (LV). Número de granos por vaina (NGPV). Peso de 100 semillas (PCS). Número de semillas por Kg (NSPKg). Rendimiento en Kg/ha al 13% de humedad (RH) y Rendimiento de Biomasa en kg/ha al 13% de humedad (RB).

Variedades	DE	R	PE	R	DF	R	AP	R	NVPP	R	DCT	R	DCS	R	LV	R	NGPV	R	PCS	R	NSKG	R	RKg/ha	R	RB	R
Fréjol negro	10	A	93,65	A	75	A	37,30	A	39	A	114	A	136	A	8,93	A	5	A	17,34	A	5767	A	2108	A	625	A
Huevo de Quinde	10	A	86,77	A	76	A	32,10	A	48	A	113	A	137	A	0,86	A	5	A	13,34	A	7496	A	2365	A	528	A
INIAP-427	11	A	90,70	A	73	A	56,70	A	19	A	116	A	136	A	11,38	A	3	A	43,87	A	2279	A	1880	A	487	A
INIAP-428	12	A	80,95	A	71	A	40,30	A	41	A	117	A	137	A	10,82	A	5	A	36,65	A	2728	A	2356	A	562	A
INIAP-484	11	A	90,93	A	73	A	44,40	A	14	A	116	A	137	A	14,60	A	4	A	55,93	A	1787	A	2216	A	479	A
Canario Chillanes	11	A	80,16	A	76	A	40,50	A	14	A	118	A	135	A	11,49	A	4	A	52,06	A	1920	A	1960	A	529	A
$\bar{x}$	11		87,19		74		41,88		29		116		136		9,68		4		36,53		3663		2147,5		535	

**Fuente:** Investigación de campo 2021

**Elaborado por:** Guambuete, J y Vásquez, F

## Días a la emergencia (DE)

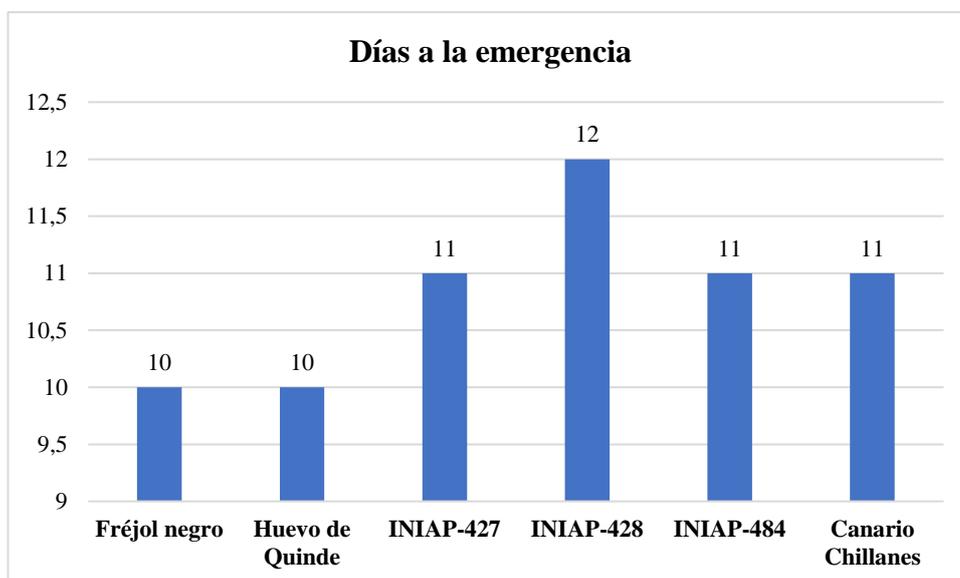


Gráfico No 29. Días a la emergencia de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

En la variable días a la emergencia se evidenció que la variedad de INAP-428 presentó el promedio más alto de días con 12 días, seguido de INIAP-427, INIAP-484 y canario Chillanes con 11 días, mientras que las variedades fréjol negro y huevo de quinde registraron los promedios más bajos con 10 días a la emergencia. Existen factores que afecta a esta variable como son; la preparación del suelo, calidad de la semilla, método de siembra, profundidad de siembra y la variedad.

Los resultados obtenidos en esta investigación correspondiente a DE son similares a los datos obtenidos en el periodo 2018-2020 y además dependen de la interacción genotipo ambiente. (Quinatoa, M. 2019)

## Porcentaje de emergencia (PE)

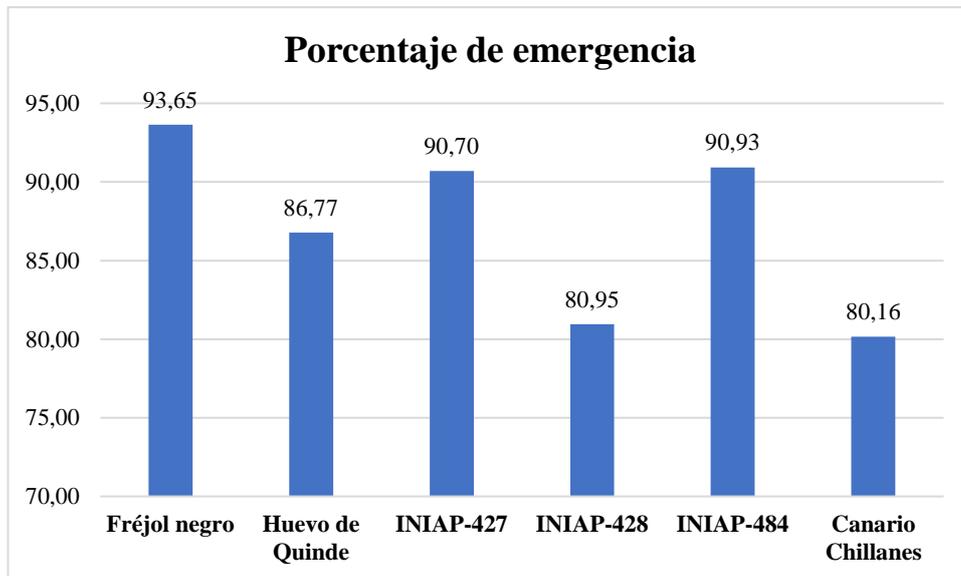


Gráfico No 30. Porcentaje de emergencia de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

En la variable porcentaje de emergencia la variedad Fréjol negro, registró el promedio más alto con 93,65%, seguido del INIAP-484 con el 90,93%, INIAP-427 con el 90,70%, Huevo de quinde con 86,77%, mientras que la variedad INIAP-428 con 80,95% y Canario Chillanes con 80,16% presentaron los más bajos promedios de emergencia.

Estos datos reportados con el 93,65% de porcentaje de emergencia, es superior a los obtenidos en otra investigación con 87,19%, mismos autores manifiestan que el porcentaje de emergencia es una característica varietal y tiene una relación directa con la calidad y viabilidad de la semilla, profundidad de siembra, humedad, temperatura, concentración de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> y entre otros. (Agualongo, G. 2021)

## Días a la floración (DF)

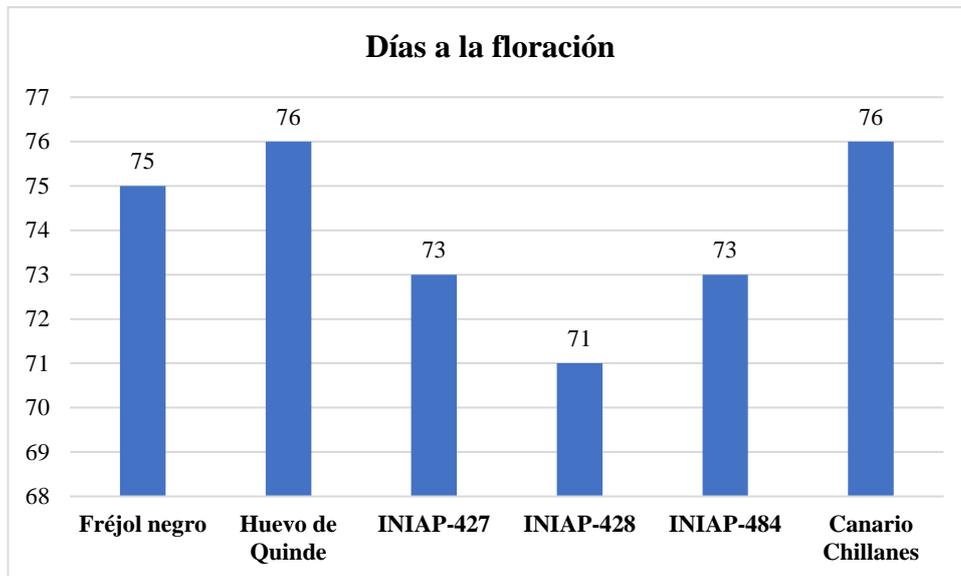


Gráfico No 31. Días a la floración de las variedades de fréjol

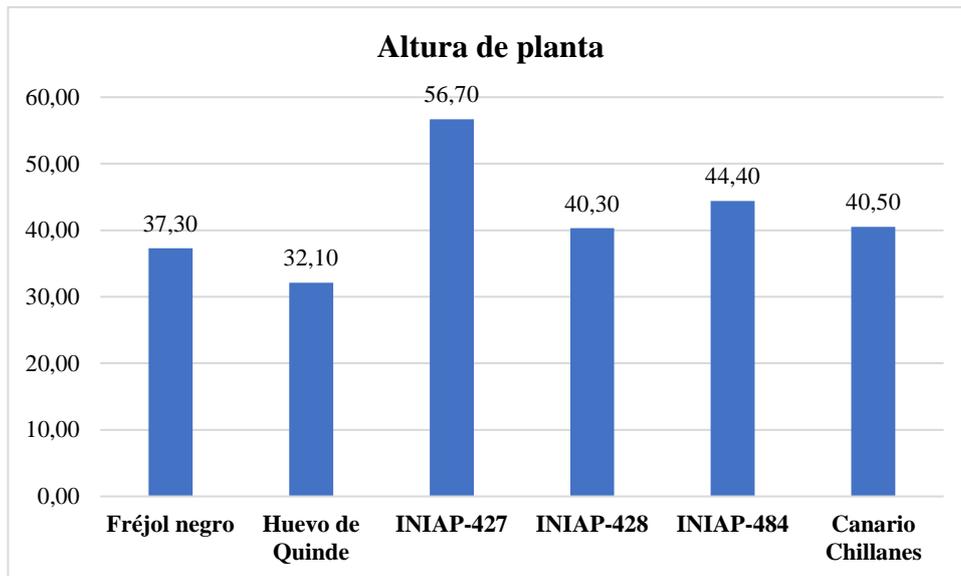
### Análisis e interpretación

En el componente agronómico días a la floración de las variedades de fréjol se determinó que la variedad Huevo de quinde y Canario Chillanes registraron los promedios más altos con 76 días a la floración, seguido de la variedad Fréjol negro con 75 días, INIAP-427 y INIAP-484 con 73 días, mientras que la variedad INIAP-428 registró el promedio más bajo con 71 días a la floración.

Los datos obtenidos en esta investigación tuvieron un promedio de 75 días a la floración, demostrando que es inferior a los resultados reportados en otra investigación que fue de 63 días. (Chimbolema, R. 2020)

Esta variable está ligada a la constitución genética de cada variedad, además de factores ambientales que se pudieron presentar en la zona de estudio. (Chimbolema, R. 2020)

## Altura de planta (AP)



**Gráfico No 32.** Altura de planta de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

El promedio más alto registrado fue en la variedad de INIAP-427 con 56,70 cm, seguido de la variedad INIAP-484 con 44,40 cm, Canario Chillanes con 40,50 cm, INIAP-428 con 40,30 cm, mientras que las variedades que menor altura presentaron fueron Fréjol negro con 37,30 cm y Huevo de quinde con 32,10 cm.

Los datos obtenidos en esta investigación con 56,70 cm de altura de planta en el INIAP -427, fueron superiores a los reportados de 39,58 cm. (Cadena, C. 2021).

La altura de planta está influenciada por la disponibilidad de nutrientes, precipitaciones, horas luz, tipo de suelo. (Cadena, C. 2021)

## Número de vainas por planta (NVPP)

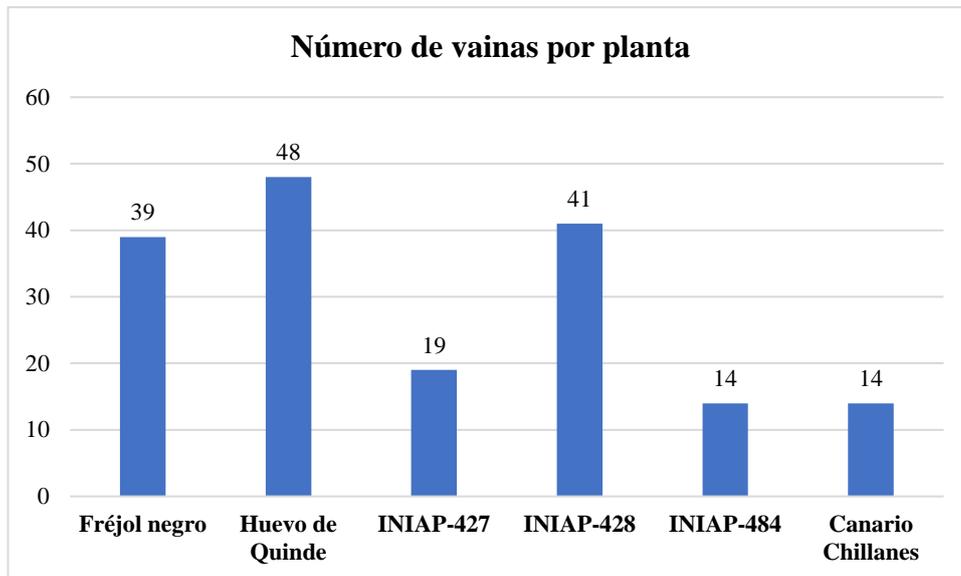


Gráfico No 33. Número de vainas por planta de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

En la variable número de vainas por planta, se registró que la variedad Huevo de quinde obtuvo la mayor cantidad de vainas con 48, seguido de INIAP-428 con 41 vainas, Fréjol negro con 39 vainas, INIAP-427 con 19 vainas y las variedades INIAP-484, Canario Chillanes registraron el promedio más bajo con 14 vainas por planta.

Con datos obtenidos 2,86(3) vainas por plantas, fueron inferiores a los reportados en esta investigación, que fue de 48 vainas por planta correspondiente a la variedad Huevo de Quinde mismo autor argumenta que el número de vainas por planta depende de su interacción genotipo ambiente. (Chávez, M. 2018)

## Días a la cosecha en tierno (DCT)

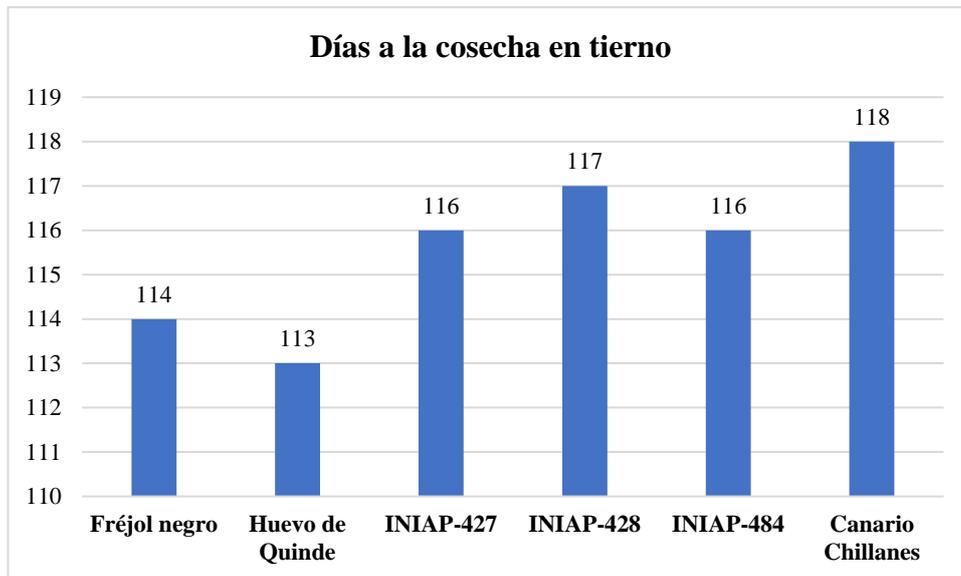


Gráfico No 34. Días a la cosecha en tierno de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

Para la variable días a la cosecha en tierno la variedad de fréjol Canario Chillanes registró el promedio más alto con 118 días, seguido de INIAP-428 con 117 días, INIAP-427 y INIAP-484 con 116 días, y las variedades Fréjol negro con 114 días y Huevo de quinde con 113 días fueron los promedios más bajos registrados.

Los datos registrados en la presente investigación fueron superiores con 118 días de cosecha en tierno frente a los reportados de 74 días en la investigación del periodo 2016-2017. (Allán, C. 2017)

Los días a la cosecha tuvieron una influencia netamente genética de cada variedad, además de condiciones climáticas que se presentaron en la zona de estudio. (Allán, C. 2017)

## Días a la cosecha en seco (DCS)

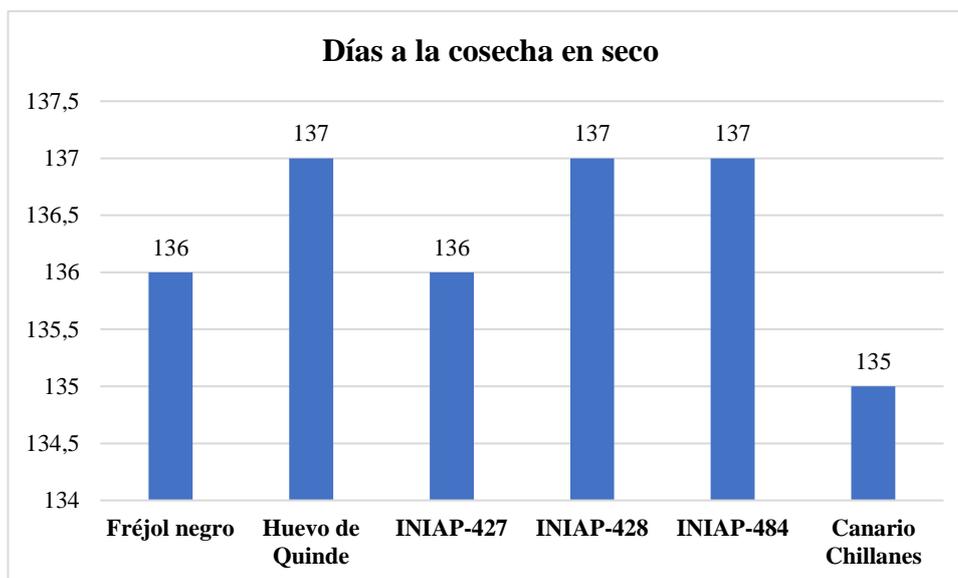


Gráfico No 35. Días a la cosecha en seco de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

En la variable días a la cosecha en seco, se determinó que la variedad Huevo de quinde, INIAP-428 y INIAP-484 manifestaron los promedios más altos con 137 días, seguido de las variedades Fréjol negro, INIAP-427 con 136 días, mientras que la variedad Canario Chillanes obtuvo el promedio más bajo en días a la cosecha en seco con 135 días.

Los datos obtenidos en esta investigación para el parámetro DCSC no son similares, porque presenta una diferencia de 160 días en esta investigación, mientras que en periodo 2014-2015 reportó un promedio de 137 días, el mismo autor manifiesta que días a la cosecha en seco dependió de la interacción genotipo ambiente, sobre todo la altitud, temperatura, humedad del suelo, humedad relativa, evapotranspiración, fotoperiodo, calidad de la luz solar, neblina, etc. (Villacis, Y. 2015)

## Longitud de la vaina (LV)

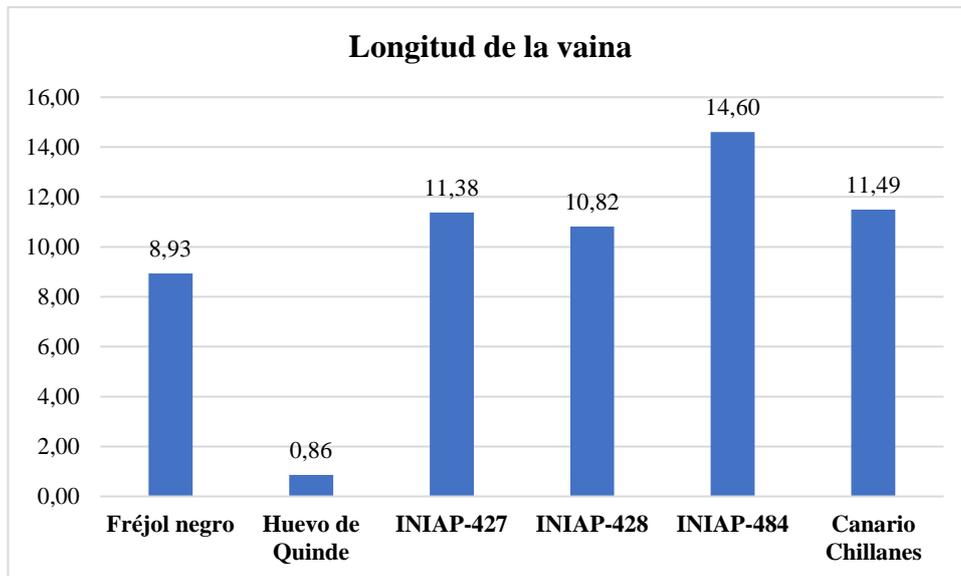


Gráfico No 36. Longitud de la vaina de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

La variedad INIAP-484 registró el mejor promedio en longitud de la vaina con 14,60 cm, seguido de Canario Chillanes con 11,49 cm, INIAP-427 con 11,38 cm, INIAP-428 con 10,82 cm, del mismo modo las variedades Fréjol negro con 8,93 cm y Huevo de quinde con 0,86 cm fueron las variedades que menor promedio manifestaron.

Los datos obtenidos en esta investigación en la variable LV, reportó un promedio de 14,60 cm, mismos datos son superiores a los obtenidos en esta investigación que fue de 9,68 cm, mismo autor menciona que longitud de vaina en gran medida es diferentes por aspectos tales como la carga genética y su interacción genotipo ambiente, sobre todo la temperatura, humedad, vientos, evapotranspiración, caída de ceniza, fotoperiodo, calidad de la luz solar, etc. (Chicaiza, L. 2015)

## Número de granos por vaina (NGPV)

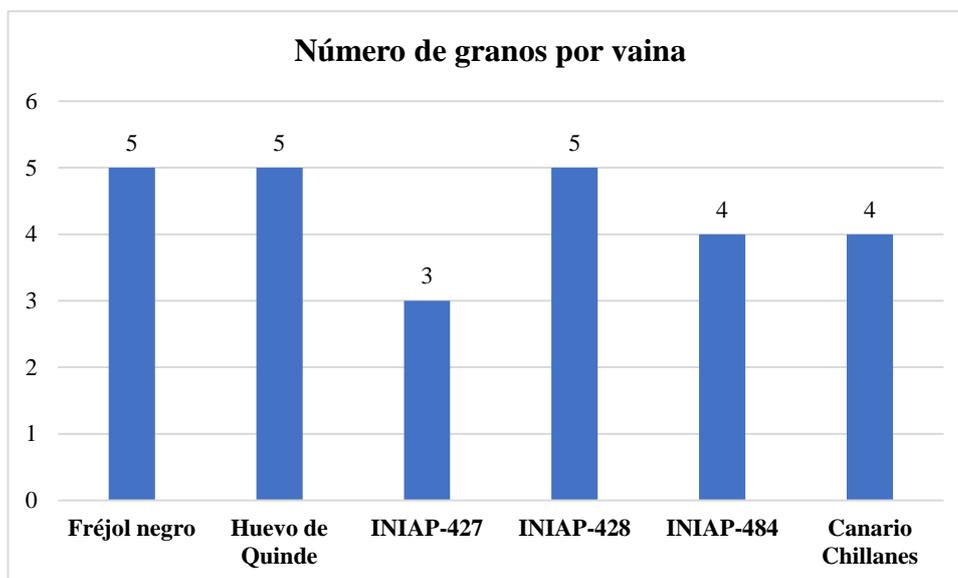


Gráfico No 37. Número de granos por vaina de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

En la variable número de granos por vaina, se determinó que las variedades Fréjol negro, Huevo de quinde y INIAP-428 registraron 5 fréjoles por vaina, seguido de INIAP-484, Canario Chillanes con 4 fréjoles, mientras que la variedad INIAP-427 registró el menor número de granos por vaina que fue de 3 granos. Existen aspectos que influyen para esta variable como es el cambio climático, el manejo fitosanitario, las condiciones nutricionales del suelo entre otros. Este componente es de tipo varietal que podría ser afectado por la interacción gentipo-ambiente.

Los datos obtenidos respecto a la variable NGPV en esta investigación, no son similares a los datos obtenidos en el periodo 2019-2020, en la zona de Laguacoto; en sistemas de manejo a la AC para la adaptación al cambio climático que presentó un promedio de 4 granos por vaina. (Chicaiza, B. 2020)

## Peso de 100 semillas (PCS)

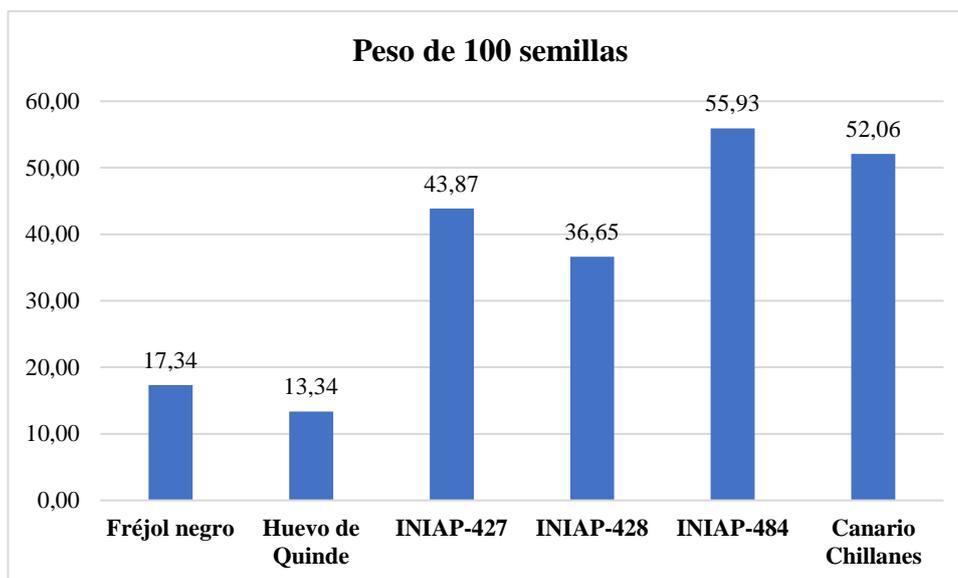


Gráfico No 38. Peso de 100 semillas de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

Para el parámetro peso de 100 semillas la variedad INIAP-484 registró el mejor peso con 55,93 g, seguido de Canario Chillanes con 52,06 g, INIAP-427 con 43,87 g, INIAP-428, con 36,65 g, mientras que las variedades Fréjol negro con 17,34 g y Huevo de quinde con 13,34 g fueron las variedades que presentaron el menor peso de 100 semillas. Este componente puede ver influenciado por el llenado del grano que a su vez depende un buen manejo del cultivo y una fertilización adecuada.

Los datos obtenidos en esta investigación que corresponden a PCS son similares a los obtenidos en el periodo 2019-2020 en la zona de Laguacoto; en caracterización morfo-agronómica de germoplasma de fréjol, esquemas que manejan componentes de producción paralelos. (Chimbolema, R. 2020)

## Número de semillas por Kg (NSPKg)

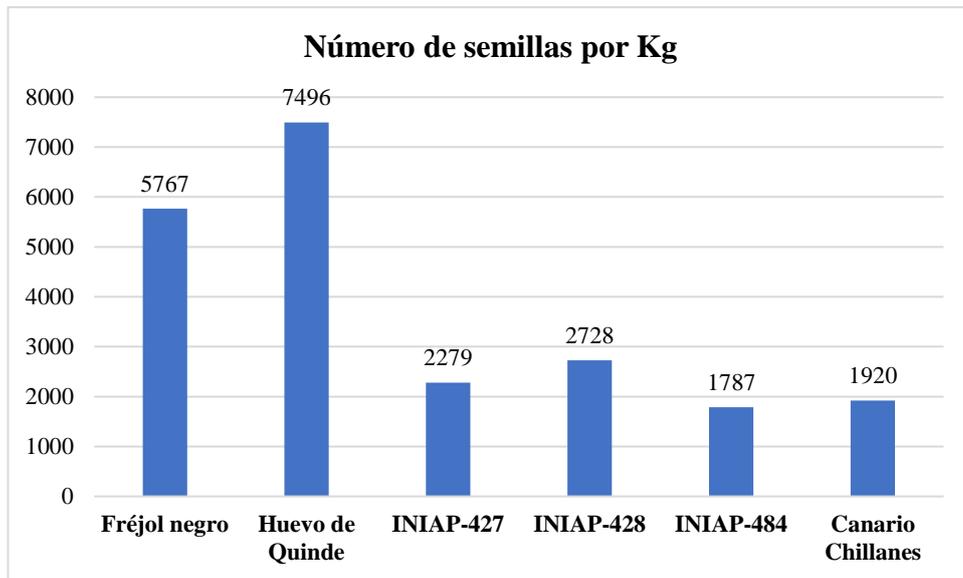


Gráfico No 39. Número de semillas por Kg de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

En la variable número de semillas por kg, se registró los mejores promedios en las variedades Huevo de quinde con 7496 semillas y Fréjol negro con 5767 semillas, seguido de INIAP-428 con 2728 semillas, INIAP-427 con 2279 semillas, mientras que las variedades Canario Chillanes con 1920 semillas y INIAP-484 con 1787 semillas, fueron las variedades que menor promedio de semillas arrojaron.

Los datos reportados en el periodo 2018-2019 son de 1356 semillas/kg, demuestran que son inferiores a los obtenidos en esta investigación que son de 7496 semillas/kg. (Quinatoa, M. 2019)

## Rendimiento en Kg/ha al 13% de humedad (RH)

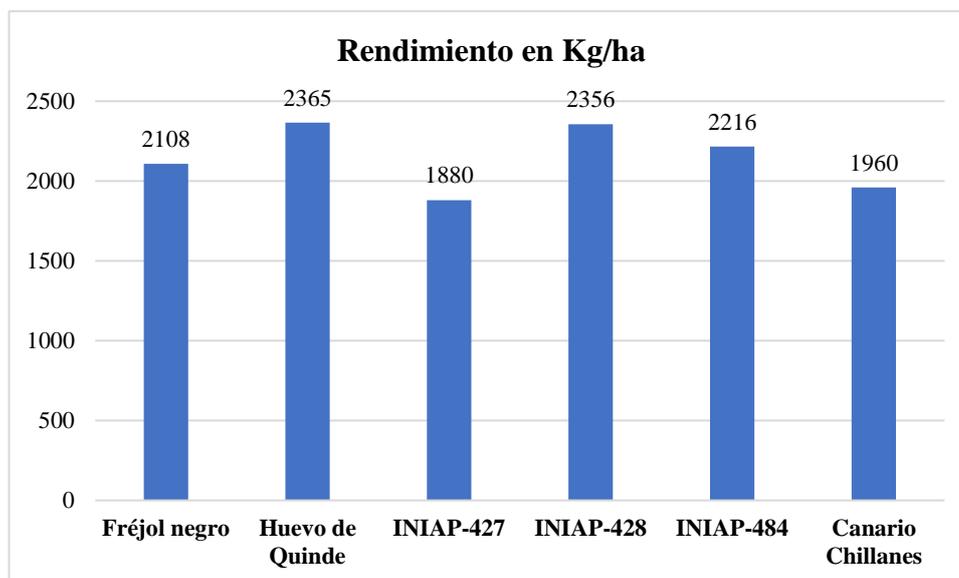


Gráfico No 40. Rendimiento en Kg/ha al 13% de humedad de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

Para la variable rendimiento en Kg/ha al 13%, se determinó que la variedad Huevo de quinde presentó el mejor promedio con 2365 kg/ha, seguido de INIAP-428 con 2356 kg/ha, INIAP-484 con 2216 kg/ha, Fréjol negro con 2108 kg/ha, mientras que las variedades Canario Chillanes con 1960 kg/ha y INIAP-427 con 1880, fueron los rendimientos más bajos obtenidos.

Los datos obtenidos en esta investigación en relación a la variable RH, reportó un rendimiento de 2365 kg/ha, lo cual evidencia que son datos inferiores a los obtenidos en el período 2020-2021 que fue de un rendimiento de 2455,94 Kg. (Agualongo, G. 2021)

El rendimiento tiene una relación directa con los componentes agronómicos como ciclo del cultivo, número de vainas por planta, longitud y número de granos por vaina, peso de cien granos, resistencia y/o tolerancia a las enfermedades foliares como Antracnosis, Ascoquita y Roya. (Agualongo, G. 2021)

## Rendimiento de Biomasa en kg/ha al 13% de humedad (RB)

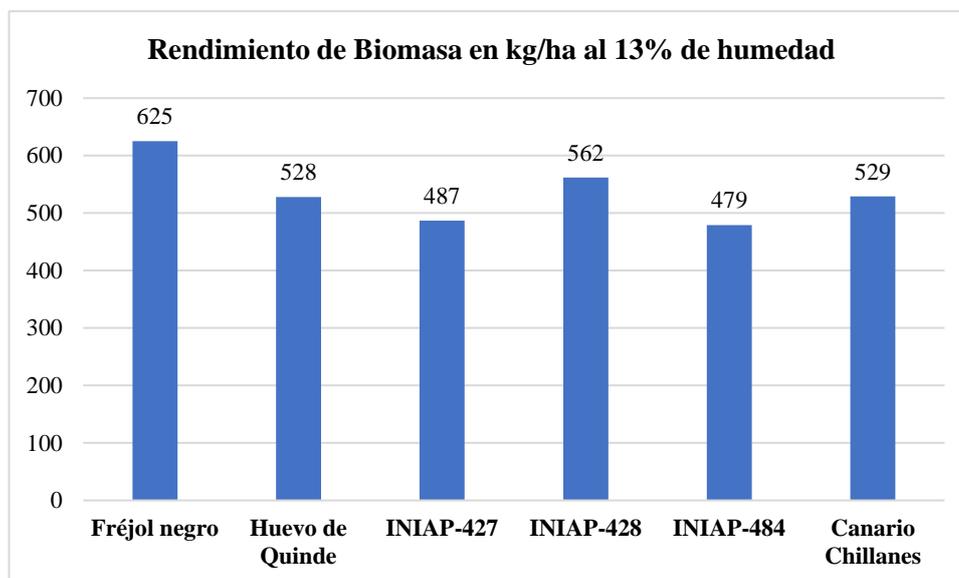


Gráfico No 41. Rendimiento de Biomasa en kg/ha al 13% de humedad de las variedades de fréjol

### Análisis e interpretación

En el componente rendimiento de biomasa en kg/ha al 13% de humedad se registró que la variedad Fréjol negro con 625 kg/ha fue el promedio más alto obtenido, seguido de INIAP-428 con 562 kg/ha, Canario Chillanes con 529 kg/ha, Huevo de quinde con 528 kg/ha, siendo así que las variedades INIAP-427 con 487 kg/ha y INIAP-484 con 479 kg/ha fueron los rendimientos más bajos de biomasa. Hay aspectos que influye en el rendimiento de biomasa como son; la variedad de fréjol, el manejo agronómico del cultivo y las condiciones climáticas.

En la presente investigación se obtuvo un rendimiento de biomasa de 625 kg/ha, evidenciando que en el periodo 2019-2020 en la zona de Laguacoto, se reportó datos superiores que fue de 486, 11 Kg/ha por (Chicaiza, B. 2020).

#### 4.4. Análisis de correlación y regresión lineal

**Cuadro No 5:** Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes del rendimiento Xs), que presentaron diferencias estadísticas significativas positivas o negativas con el rendimiento (variable dependiente Y).

Componentes del rendimiento (Xs)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R <sup>2</sup> ) %
Porcentaje de emergencia (PE) *	0,6381	24,4197	41
Diámetro del tallo (DT) *	0,3795	1042,92	14,40
Diámetro de la mazorca (DM)**	0,2500	412,520	6,25
Porcentaje de desgrane (PD)**	0,0166	0,68877	3
Peso de 100 granos secos (PCGS)*	0,3077	4,53778	9,47
Altura de planta (AP) **	-0,3998	-22,3437	15,98
Número de plantas sin mazorca (NPSM)**	-0,6052	-188,739	36,63
Longitud de mazorca (LM)**	-0,4483	-200,511	20,10
Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB)*	-0,3973	-0,41105	15,78

(\*) = Significativo al 5%. (\*\*) = Altamente significativo al 1%.

**Fuente:** Investigación de campo 2021

**Elaborado por:** Guambuete, J y Vásquez, F

##### 4.4.1. Correlación (r)

Es la relación o estrechez positiva o negativa entre dos variables, la misma que no presenta unidades, porque solo pronuncia de estrechez. El valor máximo de correlación es +/- 1. En esta investigación se obtuvo una correlación positiva entre las variables: Porcentaje de emergencia (PE). Diámetro del tallo (DT). Diámetro

de la mazorca (DM). Porcentaje de desgrane (PD). Peso de 100 granos secos (PCGS) y se presentó una correlación negativa entre las variables: Altura de planta (AP). Número de plantas sin mazorca (NPSM). Longitud de mazorca (LM). Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB). (Cuadro N°5)

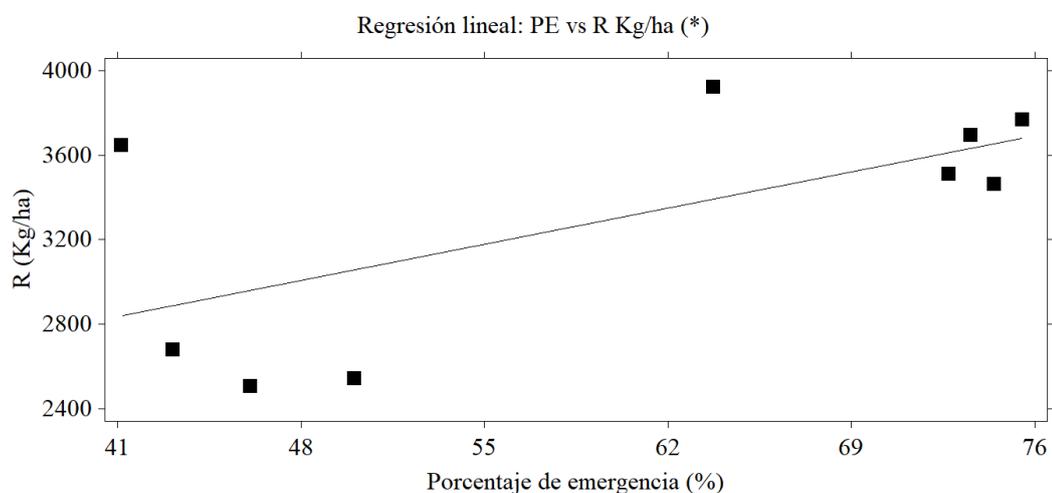
#### 4.4.2. Regresión (b)

Es el incremento o reducción de la variable dependiente Y (Rendimiento en Kg/ha al 13% de humedad), por cada cambio único en las variables independientes (Xs), en esta investigación las variables que incrementaron el rendimiento del maíz fueron; Porcentaje de emergencia (PE). Diámetro del tallo (DT). Diámetro de la mazorca (DM). Porcentaje de desgrane (PD). Peso de 100 granos secos (PCGS) y las que redujeron el rendimiento fueron: Altura de planta (AP). Número de plantas sin mazorca (NPSM). Longitud de mazorca (LM). Rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha (RB).

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

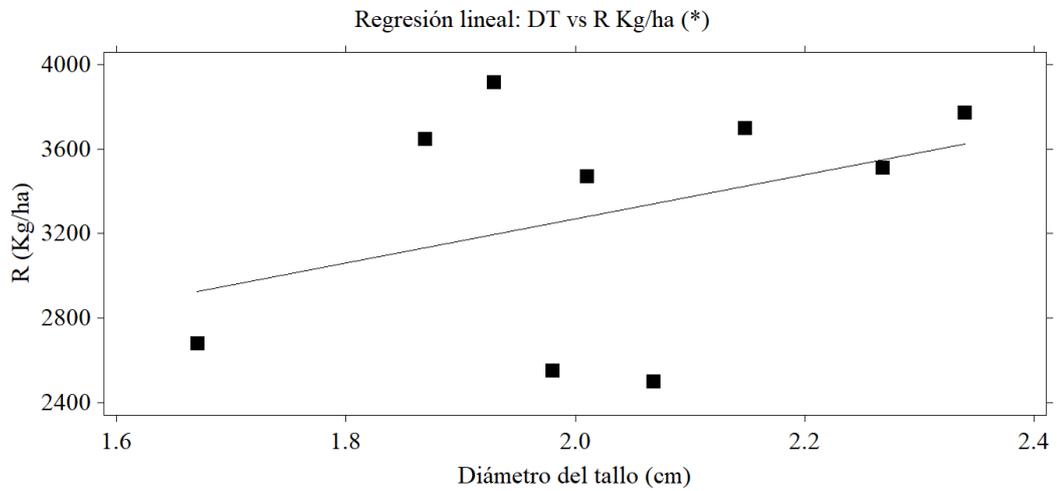
Es un estadístico que explica con claridad en que porcentaje se reduce o se incremente el rendimiento (Variable dependiente Y) en la variable de respuesta o dependiente por cada cambio único de las variables independientes (Xs).

Los altos promedios obtenidos en la variable porcentaje de emergencia incremento el rendimiento de maíz en un 41%.



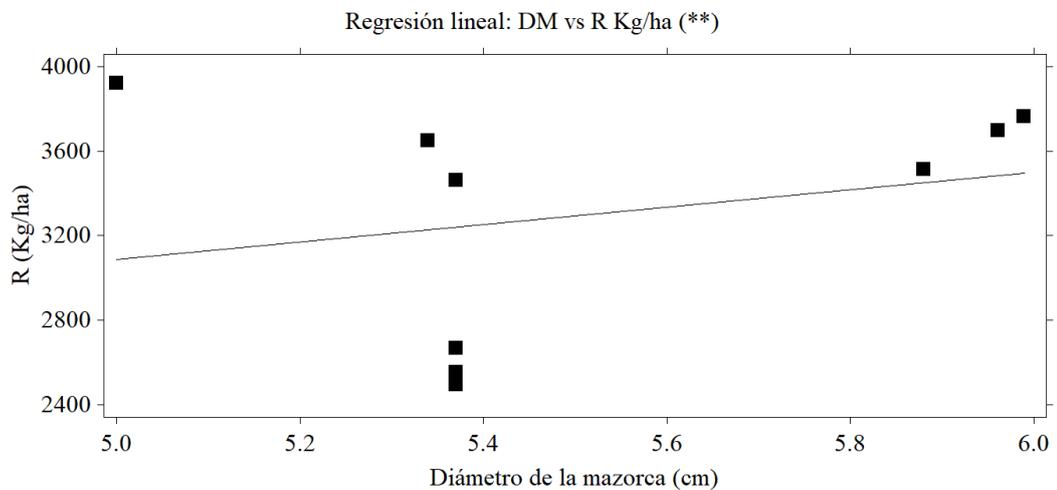
**Gráfico No 42.** Regresión lineal entre PE vs R kg/ha

El 14,40% del incremento del rendimiento del maíz, se debió a los altos promedios obtenidos en la variable diámetro del tallo.



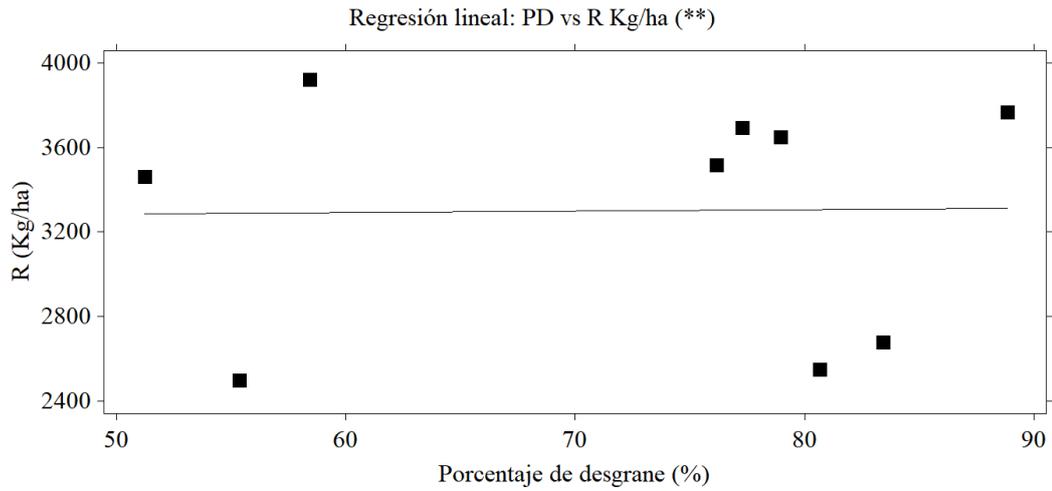
**Gráfico No 43.** Regresión lineal entre DT vs R kg/ha

Los altos promedios obtenidos en la variable diámetro de mazorca mejoró el incremento del rendimiento de maíz en un 6,25%.



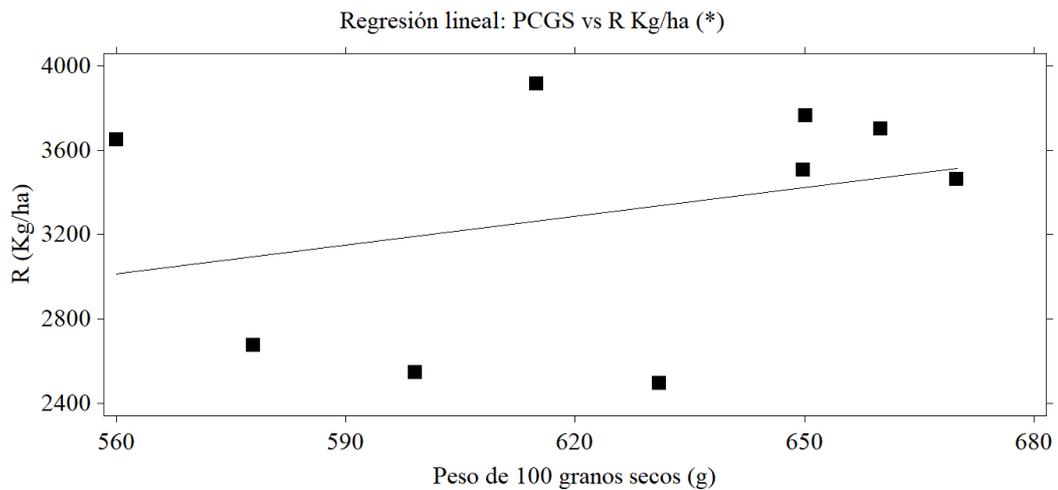
**Gráfico No 44.** Regresión lineal entre DM vs R kg/ha

La variable porcentaje de desgrane con sus altos valores obtenidos, incremento del rendimiento del maíz en un 3%.



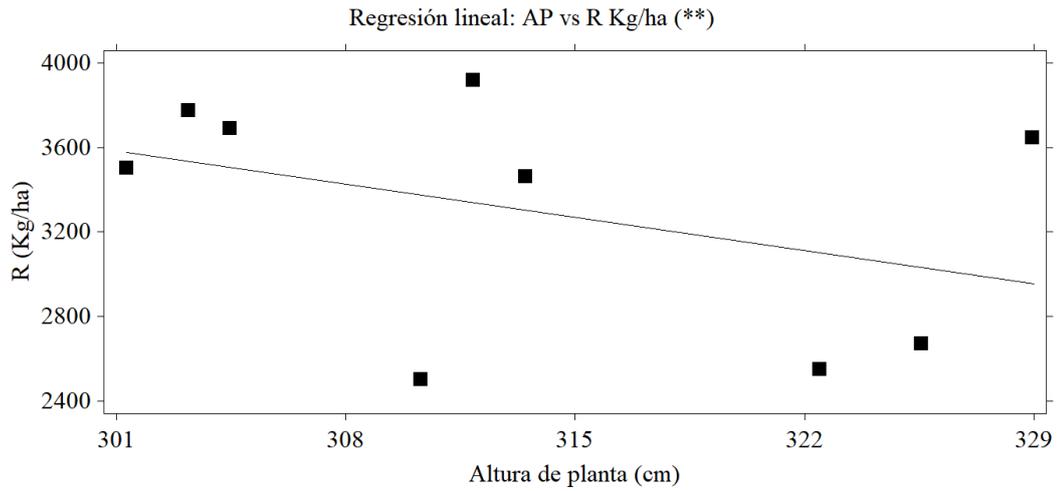
**Gráfico No 45.** Regresión lineal entre PD vs R kg/ha

Los altos valores obtenidos en el peso de 100 granos secos, incremento del rendimiento de maíz en un 9,47%.



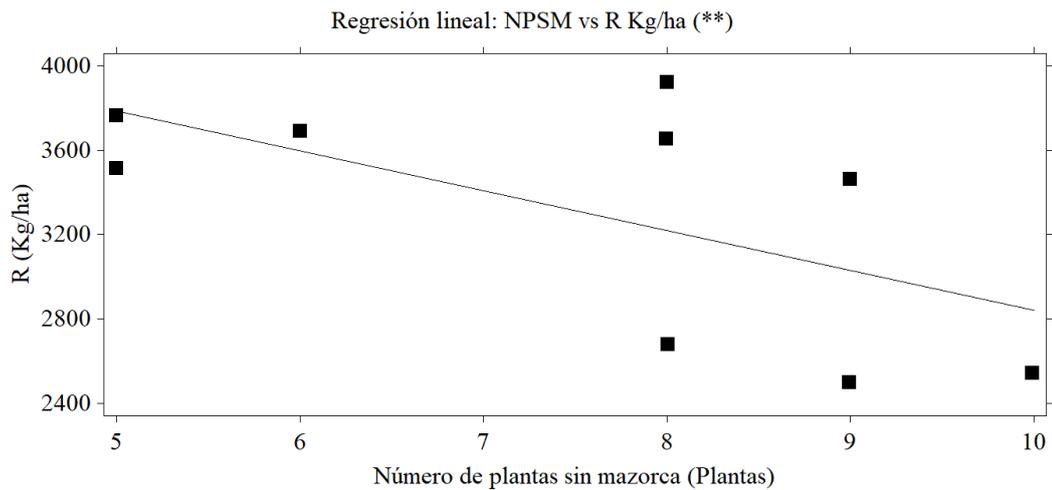
**Gráfico No 46.** Regresión lineal entre PCGS vs R kg/ha

Los resultados obtenidos en la variable altura de planta, redujeron el rendimiento de maíz en un 15,98%.



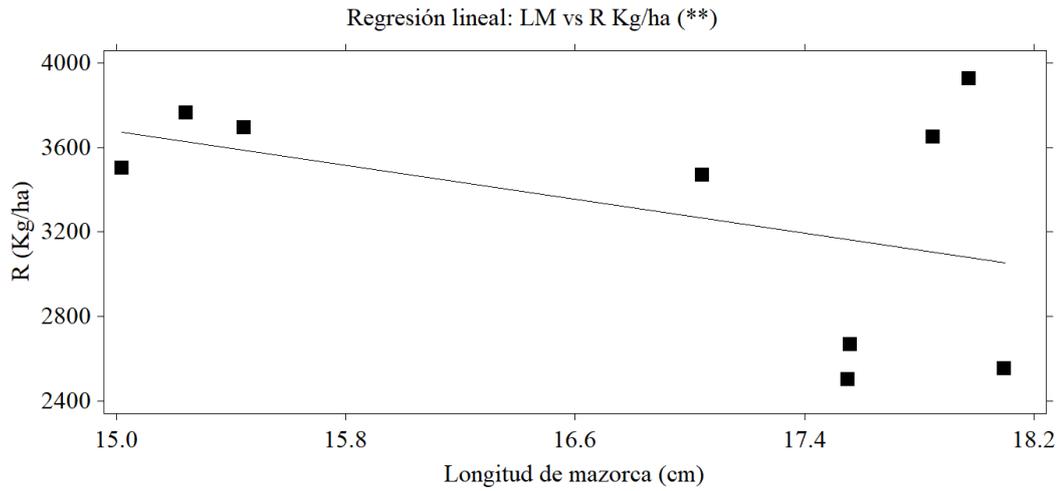
**Gráfico No 47.** Regresión lineal entre PE vs R kg/ha

Los altos promedios conseguidos en la variable número de plantas sin mazorca redujeron el rendimiento del maíz, en un 36,63%.



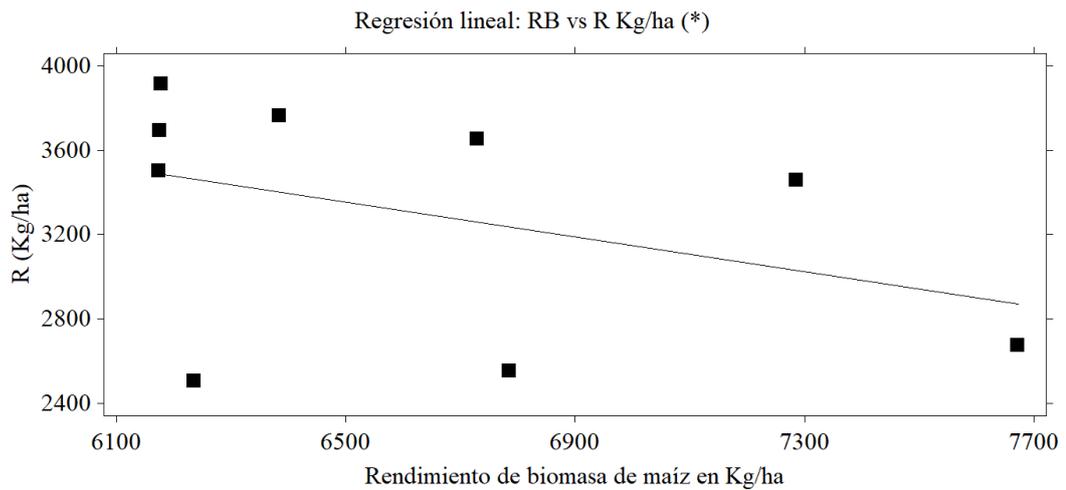
**Gráfico No 48.** Regresión lineal entre NPSM vs R kg/ha

El 20,10% del rendimiento de maíz, se vio afectado por los valores obtenidos en la variable longitud de mazorca.



**Gráfico No 49.** Regresión lineal entre LM vs R kg/ha

El 15,78% del rendimiento de maíz fue afectado por los altos promedios obtenidos en la variable rendimiento de biomasa de maíz en Kg/ha.



**Gráfico No 50.** Regresión lineal entre RB vs R kg/ha

#### 4.5. Análisis Económico de la relación Beneficio/Costo

**Cuadro No 6:** Relación beneficio/costo del mejor tratamiento de maíz T1 Lagucoto, Guaranda, 2021.

Variable		Tratamiento N°.			
		T1			
<b>Rendimiento de maíz en Kg/ha</b>		3656,9			
<b>Total de ingreso bruto \$/ha</b>		\$2047,86			
Labor o actividad	Tecnología	Costo tecnología			
		Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total/ha
<b>Análisis de suelo</b>	Análisis completo de suelo	Análisis	1	30	30
<b>Preparación del suelo</b>	Colocación de restos vegetales				240
<b>Semilla</b>		Kg	20	3,5	70
<b>Siembra</b>	Densidad de siembra	Jornal	5	15	75
	Tapado de semilla	Jornal	2	12	24
<b>Control de malezas</b>	Manual	Jornal	2	15	30
<b>Cosecha</b>	Manual	Jornal	8	15	120
		Saco	80	0,2	16
<b>Poscosecha</b>	Ensayado	Jornal	3	15	45
<b>Total de costos directos</b>					<b>650</b>
<b>Total beneficio neto</b>					<b>\$1397,86</b>
<b>Relación beneficio costo B/C</b>					<b>\$2,15</b>

Elaborado por: Guambuete, J y Vásquez, F

Para realizar el análisis económico, se tomaron únicamente en cuenta el mejor rendimiento de maíz, descartando a los cultivos de trigo y fréjol, siendo el Tratamiento T1 el que mejor rendimiento presentó en esta investigación teniendo un gasto directo del empleo de la tecnología con labranza reducida de \$650, y teniendo un ingreso bruto de \$2047,86, teniendo como referencia un precio de quintal de \$28, dejando un beneficio neto de \$1397,86, dando como resultado final una relación de B/C de \$2,15, lo que quiere decir que el agricultor con este tipo de labranza por cada dólar que invierta obtendrá una ganancia de \$2,15, siendo un muy buen escenario para este tipo de alternativas tecnológicas de la agricultura de conservación, para que sean adoptadas por los agricultores.

#### 4.6. Comprobación de hipótesis

Las hipótesis planteadas en esta investigación fueron:

**Ho:** La respuesta productiva de maíz suave (*Zea mays L.*), no depende de la rotación con trigo (*Triticum aestivum L.*) y fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*), y de su interacción genotipo – ambiente.

**Ha:** La respuesta productiva de maíz suave (*Zea mays L.*), depende de la rotación con trigo (*Triticum aestivum L.*) y fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*), y de su interacción genotipo – ambiente.

En referencia a los resultados obtenidos en este proceso investigativo se puede aceptar la hipótesis alterna, ya que se pudo observar una buena eficiencia del cultivo de maíz en base a los sistemas de rotación con el cultivo de trigo y fréjol arbustivo, además de proporcionar un buen ingreso para los agricultores de la zona, también genera buenos rendimientos de los otros cultivos, y ayudar en la disminución de la erosión del suelo.

#### 4.7. Conclusiones

- El mejor tratamiento en porcentaje de emergencia de los tratamientos de maíz fue el T1 con 73,92%, y el más bajo fue el T3 con 44,78%, en los días a la floración masculina los tres tratamientos en estudios proporcionaron una media de 127 días, y 132 días a la floración femenina, mientras que el tratamiento T3 registró la mayor altura de planta con 325,70 cm y el mismo tratamiento presentó el menor diámetro de tallo con 1,84 cm y la mayor altura de inserción de la mazorca con 165,87cm, del mismo modo el T1 presentó las plantas de menor tamaño con 303 cm y con el mejor diámetro de tallo con 2,25cm y la menor altura de inserción de mazorca con 161,57cm, los tres tratamientos presentaron días a la cosecha en seco de 268 días.
- El mejor diámetro de mazorca se presentó en el T1 con 5,94cm, a la vez este tratamiento presentó la menor longitud de mazorca con 15,24 cm, mientras que el T3 presentó la mejor longitud de mazorca con 17,84 cm, los tres tratamientos presentaron entre 11 y 12 hileras por mazorca, el porcentaje de desgrane más alto se vio reflejado en el T3 con 81,06% y el promedio más bajo en el T2 con el 55,06%.
- El peso de 100 granos secos de los tratamientos de maíz, el mejor se presentó en el T1 con 653,33 g a la vez fue el mejor en el rendimiento con 3656,90 kg/ha, mientras que el menor promedio de 100 granos secos y rendimiento fue en el T3 con 579 g y 2957,50 kg/ha, el mejor rendimiento de biomasa fue en el T3 con 14123 kg/ha, y el menor rendimiento en el T1 con 12491 kg/ha, el mejor rendimiento obtenido en el cultivo de trigo fue en el T2 con 3678 kg/ha, y el más bajo en el T1 con 2345, en el rendimiento de biomasa se registró los mejores en los T1 y T2 con 12678 kg/ha, y el más bajo en el T3 con 11234 kg/ha, y por último el mejor rendimiento de fréjol se presentó en la variedad huevo de quinde con 2365 kg/ha, y el promedio más bajo se obtuvo en la variedad INIAP-427 con 1880 kg/ha, en el rendimiento de biomasa se obtuvo el mejor promedio en la variedad fréjol negro y el promedio más bajo en el INIAP-484 con 479 kg/ha.

#### **4.8. Recomendaciones**

En base a las conclusiones establecidas en esta investigación, se plantea las siguientes recomendaciones:

- Dar secuencia a los procesos de rotación de cultivos con los diferentes tipos de labranzas en los diferentes cantones de la provincia Bolívar como; Guaranda, San Miguel, Chimbo, Chillanes y el resto del país.
- Realizar procesos de rotación de cultivos diversificando las variedades de fréjol, maíz y trigo, de acuerdo a las necesidades de los agricultores de las diferentes zonas de la provincia.
- Buscar alianzas con diferentes entidades públicas y privadas, con la finalidad de potenciar, afianzar estos sistemas de rotación, buscando el beneficio de los agricultores de la provincia, y el bienestar del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACI. (2019). Producción de semilla en el Ecuador. Obtenido de <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1100>
- Acosta, R. (2020). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos Tropicales, 30(2), 2. Quito, Ecuador. Recuperado el 05 de 04 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
- Agrosíntesis. (2019). Rotación de cultivos. Editorial Agro Cultivos S.C. de R.L. de C.V.
- Agualongo, G. & Cando, C. (2021). Caracterización morfo-agronómica de dieciséis accesiones de fréjol voluble (*Phaseolus vulgaris L.*) colectadas en el cantón Chillanes, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Aguiar, F. & Chavez, J. (2020). Evaluación de sistemas de labranza y fertilización nitrogenada para agricultura de conservación en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad INIAP-111 en Laguacoto II, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Allan, C. & Villa, G. (2017). Caracterización morfo-agronómica de 20 accesiones de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en dos épocas de siembra en el recinto Galápagos, cantón Echeandia, provincia de Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Arévalo, A. & Toalombo, J. (2020). Evaluación de sistemas de labranza para agricultura de conservación en el cultivo de maíz suave INIAP-111 en la provincia Bolívar.
- Arias, J. (2017). Buenas prácticas agrícolas en la producción de fréjol. Bogotá, Colombia.
- Barotine, J. (2016). Enfermedades en maíz de siembra tardía por hongos.

- Bodrero, M. (2017). Mejorar la producción. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-produccion\\_soja.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-produccion_soja.pdf)
- Bravo, J. (2016). Guía Técnica para el Cultivo de Frèjol. Quito, Ecuador.: 3era.
- Cadena, C. (2021). Respuesta morfo-agronómica de 8 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*), en la granja Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Castillo, E. (2017). Universidad Estatal de Bolívar. Caracterización agronómica y morfológica de germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en Cruz de Perezán, cantón Chillanes provincia Bolívar. Guaranda, Ecuador.
- Chávez, M. (2018). Validación agronómica de 20 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*), en la localidad de Monte Carlos, cantón Urdaneta provincia de los Ríos. Universidad Estatal de Bolívar.
- Chicaiza, B. & Curi, G. (2020). Evaluación de sistemas de manejo con base a la agricultura de conservación para adaptación al cambio climático en la granja Laguacoto III, cantón Guaranda, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar. Obtenidodefile:///C:/Users/User/Downloads/PROYECTO%20FINAL%20AC-GUISELA%20Y%20BLADIMIR.pdf
- Chicaiza, B. & Curi, G. (2020). Evaluación de sistemas de manejo con base a la agricultura de conservación para adaptación al cambio climático en la granja Laguacoto III, cantón Guaranda, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar.
- Chicaiza, L. (2015). Caracterización morfo – agronómica de 15 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris l.*) en la granja laguacoto II cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Chimbolema, R. (2020). Caracterización morfo-agronómica de germoplasma de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en la granja Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- CIAT. (2018). Morfología de la planta de fréjol común. Cali, Colombia.

- CIMMYT. (2019). Enfermedades del Maíz; Una guía para su identificación en el campo. Programa de Maíz del CIMMYT, Cuarta. México; D.F.
- CIMMYT. (2020). Agricultura de conservación. Obtenido de <https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-agricultura-de-conservacion/>
- Córdova, H. & Solís, M. (2019). Evaluación agronómica de la respuesta de cuatro líneas promisorias de trigo duro (*Triticum durum*) a la fertilización nitrogenada en dos localidades de la provincia de Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Cruz, J. (2017). Cultivo de fréjol, densidad y temporado de siembra. Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Precipitaciòn-y-temperatura-incidentes-en-el-cultivo-de-fréjol-durante-el-Ciclo\\_fig4\\_321062317](https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Precipitaciòn-y-temperatura-incidentes-en-el-cultivo-de-fréjol-durante-el-Ciclo_fig4_321062317)
- Deere, J. (2016). La rotación de cultivos. Lansa. Obtenido de <http://www.lamsa.com.mx/node/1445>
- Departamento de Servicios Técnicos de DuPont Pioneer. (2015). Mancha de asfalto. Obtenido de [https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Mexico\\_Intl/Agronomia/Articulos\\_PDF/SE\\_5B\\_MANCHA\\_ASFALTO\\_2014.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Mexico_Intl/Agronomia/Articulos_PDF/SE_5B_MANCHA_ASFALTO_2014.pdf)
- Eguez, J. & Pintado, P. (2013). INIAP-103 "Mishqui Sara", Nueva variedad de maíz blanco harinoso para consumo humano. 6. Cuenca, Ecuador: Cuenca, EC: INIAP, Estación Experimental del Austro, Programa de Maíz, 2013. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2342/1/FT3.pdf>
- Enciclopedia Agropecuaria Terranova. (2015). Manejo del cultivo de maíz en rotación de cultivos. Editorial. Andaluz.
- Fassetta, A. (2017). Importancia de la rotación. Obtenido de <https://www.diariosanfrancisco.com.ar/opinion-la-importancia-la-rotacion-cultivos/>

- Fernández, P. (2019). Horticultura. Guía práctica de rotación de cultivos con los tipos de labranza. Editorial. Meza. Milagro.
- Flores, J. (2015). Caracterización morfoagronómica de 14 accesiones de trigo duro (*Triticum turgidum L. durum*) en la localidad de Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Fundación Chile. (2018). Manual de recomendaciones cultivo de maíz grano. Obtenido de [https://fch.cl/wp-content/uploads/2013/06/Manualmaiz\\_baja.pdf](https://fch.cl/wp-content/uploads/2013/06/Manualmaiz_baja.pdf)
- García, O. (2018). INIAP, Programa de Maíz. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2435/1/iniapscg96.pdf>.
- Garófalo, A. (2017). Producción de trigo. Ecuador.
- Gaucin, D. (2019). El mercado mundial y nacional del fréjol. Obtenido de <https://www.economista.com.mx/opinion/El-mercado-mundial-y-nacional-del-frijol-20190328-0088.html>
- Gómez, J. (2014). Estructura morfológica en fréjol. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000400003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000400003)
- Gordón. (2019). Manejo integral del cultivo de maíz. doi:978-9962-8903-5-5
- Guamán, D. & Yazuma, C. (2021). Evaluación de sistemas de labranza y fertilización nitrogenada para agricultura de conservación en el cultivo de maíz variedad INIAP-111 en el Laguacoto II, cantón Guaranda, provincia Bolívar.
- Guerrero, E. (2017). Evaluación agronómica de cuatro líneas promisorias de trigo duro (*Triticum turgidum L.*) a la fertilización nitrogenada en la localidad de Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Hernández, L. et al. (2015). Escala diagramática de severidad para el complejo mancha de asfalto del maíz. 33(1). Texcoco, México. Obtenido de <http://w>

ww.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0185-33092015000100095

Hernández, T. (2017). Síntesis y función en la interacción de *Fusarium verticillioides* en maíz. Obtenido de <http://agrovoz.lavoz.com.ar/granos/como-proteger-al-maíz-del-fusarium>

Ibarra, L. & Silva, M. (2020). Valoración de la efectividad de cuatro ingredientes activos de fungicidas para el manejo de manchas foliares en maíz (*Zea mays L.*), en Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

IICA. (2015). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Guía de campo para la identificación y el manejo integrado. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B0891E/B0891E.pdf>

InfoAgro. (2018). Manuel de plagas y enfermedades en maíz. Campaña Manejo fitosanitario de maíz. Guanajuato, México. Recuperado el 06 de Junio de 2019, de <https://drive.google.com/file/d/10UxZaGFDXih1EhhOq3hcXzwm7ChdXfcW/view>

INIAP. (2015). El fréjol arbustivo en Imbabura.

INIAP. (2015). Manejo de enfermedades. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rtrigo>

INIAP. (2016). Manual Agrícola de Leguminosas.

Flores, J. (2017). Riego en fréjol. Obtenido de <https://www.agrotransfer.org/index.php/articulo-tecnico/707-frijol-de-riego-ojinaga-delicias-y-jimenez-mexico>

Lardizabal, R. (2016). Producción de fréjol. Obtenido de <file:///C:/Users/frank/AppData/Local/Temp/Manual-Frijol-ACCESO.pdf>

Lizon, A. (2020). Diversificación de cultivos. Probelte. Obtenido de <https://www.probelte.es/noticia/es/beneficios-de-la-rotacion-de-cultivos/147>

- López, M. (2018). Técnicas de cultivo. Obtenido de <https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/tecnicas-de-cultivo/>
- Martínez, F. (2021). CIMMYT. La importancia de la rotación de cultivos en la calidad del rastrojo. Obtenido de <https://idp.cimmyt.org/la-importancia-de-la-rotación-de-cultivos-en-la-calidad-del-rastrojo/>
- Monar, C. (2017). Informe anual de actividades: Programa de semillas. UEB. 32. Bolívar, Ecuador.
- Moreno, I. Ramírez, A. (2010). El cultivo de trigo. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>
- Ninabanda, A. (2021). Evaluación físico química del suelo bajo sistemas de labranza y niveles de nitrógeno para agricultura de conservación en el cultivo de maíz suave INIAP – 111 en la provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Ortas, L. (2020). El cultivo del maíz, fisiología y aspectos generales. Boletín de prensa N°7. Recuperado el 2019 de 04 de 05, de <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%C3%ADn%207.pdf?>
- Ospina, J. (2015). Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Recuperado el 04 de 05 de 2019, de <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20%20MAIZ.pdf>
- Peñaherrera, D. (2018). Módulo IV: Manejo integrado del cultivo de maíz suave. Módulos de capacitación para capacitadores. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 07 de junio de 2019
- Quinatoa, M. (2019). Caracterización morfo-agronómica de fréjol voluble (*Phaseolus vulgaris L.*) tipo canarios colectados en los cantones Chillanes, San Miguel y Guaranda. Universidad Estatal de Bolívar.

- Quispe, E. & Hushca, C. (2021). Respuesta morfoagronómica de doce accesiones de trigo suave (*Triticum aestivum L.*) en la localidad de Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Rámirez, A. (2019). El cultivo del maíz: Guía técnica. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Rawson, Y. (2017). Ciclo del cultivo. Editorial. Reyes.
- Ríos, E; et al. (2017). Hongos asociados a la mancha de asfalto en el cultivo de maíz en México. 8(2). México. Recuperado el 06 de 04 de 2019, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263150548017>
- Rodriguez, P. (2020). Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo del maíz. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/022-amab.pdf>
- Rotoplas, A. (2020). La rotación de cultivos. Obtenido de <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/que-es-y-para-que-sirve-la-rotacion-de-cultivos/>
- Ruíz, M. (2018). Principales enfermedades del cultivo de maíz. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. La Panpa, Argentina. Recuperado el 06 de junio de 2019, de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-carbonmaizcialp.pdf>
- Rumiguano, M. (2019). Respuesta agronómica del maíz (*Zea mays L.*) INIAP-111 a la fertilización nitrogenada y tres tipos de labranza, en Chalongo, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar . Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/Tesis%20Final%20Jimena%20Rumiguano%2012%20Febrero%202019.pdf>
- Sánchez, M. (2022). “Respuesta agronómica de dos variedades de maíz suave a tres tipos de labranza y fertilización nitrogenada en la comunidad Quisacoto, cantón San Miguel de Bolívar”. Universidad Estatal de Bolívar. Obtenidodefile:///C:/Users/User/Downloads/TESIS%20MILTON%20SANCHEZ.pdf

- Sarria, G. (2018). Enfermedades del maíz y su manejo. Grupo Transferencia. (i. Diagramación, Ed.) Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.fenalce.org/archivos/maíz.pdf>
- SEDICI. (2017). Caracterización molecular de genes que otorgan tolerancia a estrés en trigo. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64140>
- Shrestha, R. (2017). Complejo mancha de asfalto del maíz: Hechos y acciones. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/266732506>
- Valladares, C. (2018). Factores agroecológicos de los cultivos de grano clima y suelos. UNAH CURLA. Departamento de Producción Vegetal. Taxonomía, Botánica y Fisiología de cultivos de grano. Sección Cultivos de Grano APV 350. Recuperado el 06 de 04 de 2019, de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/factores-agroecologicos.pdf>
- Villacis, Y. (2015). Caracterización morfo-agronómica de 15 accesiones de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en la comunidad de Jashi cantón Chillanes provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Villafuerte, A. & Araujo, J. (2020). Rendimiento de fréjol. Editorial. Guznay. Chimborazo.
- Villar, L. (2017). Cultivo de maíz. Recuperado el 05 de 04 de 2019, de <https://biotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Ma%C3%ADz.pdf>
- Yáñez, C. (2019). La producción de maíz. doi:FAO/TCP/ECU/3101{E}.
- Yáñez, G. (2015). Maíz INIAP 111 Guagal mejorado, una alternativa para la producción de maíz suave en la provincia Bolívar. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2656/1/iniapscpls.n.g.pdf>
- Yara, I. (2021). Producción mundial. Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/maíz/produccion-mundial/>

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Ubicación geográfica del proyecto de investigación



## Anexo 2. Resultados de los análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

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

INFORME DE ENSAYO No: 22-0097

<b>NOMBRE DE CLIENTE:</b> Guastay Evelin, Chochos Walter, Vásquez Franklin, Guambugette Jennifer <b>PETICIONARIO:</b> Guastay Evelin, Chochos Walter, Vásquez Franklin, Guambugette Jennifer <b>EMPRESA/INSTITUCIÓN:</b> Universidad Estatal de Bolívar <b>DIRECCIÓN:</b> Guaranda	<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b> 01/02/2022 <b>HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b> 10:50 <b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 07/02/2022 <b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 11/02/2022 <b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> S 1
---	--

Análisis	pH	N		P	S*	B*	K	Ca	Mg	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO*	CO*	Textura (%) *				IDENTIFICACIÓN						
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural										
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											MUESTRA 1T
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											MUESTRA T2
22-0249	6,48	LAc	90	A	36	A		0,46	A	16,92	A	3,47	A			4,87	7,35	44,35	20,85											MUESTRA T3
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											MUESTRA T4
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											MUESTRA T5 Trgp
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											MUESTRA T6
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											MUESTRA T7
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											MUESTRA 8T

Análisis	AH*	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 = Olen Modificado
S.B =	Horfo de calcio Cu Fe Mn Zn = Olen Modificado
B =	Curcuma

\* Ensayos no solicitados por el cliente

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ao = Acido	II = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LA = Lige Alcalino	M = Medio
PN = Frac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
BC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

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

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Petra Securada
M.O. =	Documento de Potación
AH =	Trubación H2O2



INTERPRETACION		
AH+LAJ y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lg. Salino	MS = Moy Saln
T = Tóxico		A = Alto



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

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

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

**Anexo 3. Base de datos Maíz**

Tratamientos	Porcentaje de emergencia	Días a la Floración Masculina	Días a la Floración Femenina	Días a la Cosecha en Choclo	Altura Planta	Díametro de tallo	Altura Inserción de la Mazorca	Días a la Cosecha en Seco	Número de plantas por parcela	Número de plantas con mazorca	Número de plantas sin mazorca	Número de plantas con 2 mazorcas	Díametro de Mazorca	Longitud de Mazorca	Número de hileras por mazorca	Porcentaje Desgrane	Peso de 100 granos secos	Rendimiento por Kg/ha	Rendimiento de biomasa
	PE	DFM	DFF	DCCHO	AP	DT	AIM	DCS	NPP	NPCM	NPSM	NPCDM	DM	LM	NHPM	PD	PCGS	R Kg/ha	RB
1	75,49	128	131	180	303	2,34	173,4	268	74	66	5	4	5,99	15,2	12	88,8	650	3766,6	6387
2	74,51	127	132	179	314	2,01	170,7	269	95	87	9	6	5,37	17,1	12	51,2	670	3462,38	7283,5
3	43,14	125	135	181	326	1,67	172,8	267	98	90	8	11	5,37	17,6	11	83,5	578	2672,41	7673
1	73,53	129	133	180	305	2,15	161,4	267	92	76	6	1	5,96	15,5	12	77,3	660	3695,27	6177
2	63,73	126	132	179	312	1,93	170,1	269	89	81	8	4	5	18	11	58,4	615	3917,89	6178
3	50,00	128	133	181	323	1,98	164,7	267	93	83	10	6	5,37	18,1	12	80,7	599	2547,84	6784
1	72,74	125	135	181	301	2,27	149,9	268	84	75	5	2	5,88	15	12	76,2	650	3508,81	6173
2	46,08	129	131	180	310	2,07	157,7	269	79	71	9	7	5,37	17,6	12	55,5	631	2499,39	6233,5
3	41,20	127	132	180	329	1,87	160,1	269	93	85	8	4	5,34	17,9	11	79	560	3652,3	6728

**Anexo 4. Base de datos Trigo**

Repeticiones	Días a la emergencia	Altura Planta	Número de espigas por metro	Número de granos por espiga	Longitud de espiga	Días a la cosecha	Profundidad radicular	Rendimiento por Kg/ha	Rendimiento de biomasa
	<b>DE</b>	<b>AP</b>	<b>NEPMC</b>	<b>NGPE</b>	<b>LE</b>	<b>DC</b>	<b>PR</b>	<b>RKg/ha</b>	<b>RB</b>
<b>T1</b>	10	86,10	703	32	8,14	148	7,35	2345	12678
<b>T2</b>	10	87,00	705	29	8,08	148	8,05	3678	12678
<b>T3</b>	10	84,80	704	31	8,17	148	7,30	3234	11234

**Anexo 5. Base de datos Fréjol**

Variedades	Días a la emergencia	Porcentaje de emergencia	Días a la floración	Altura Planta	Número de vainas por planta	Días a la cosecha en tierno	Días a la cosecha en seco	Longitud de la vaina	Número de granos por vaina	Peso de 100 semillas	Número de semillas por kg	Rendimiento por Kg/ha	Rendimiento de biomasa
	DE	PE	DF	AP	NVPP	DCT	DCS	LV	NGPV	PCS	NSKG	RKg/ha	RB
<b>Frejol negro</b>	10	93,65	75	37,30	39	114	136	8,93	5	17,34	5767	2108	625
<b>Huevo de Quinde</b>	10	86,77	76	32,10	48	113	137	0,86	5	13,34	7496	2365	528
<b>INIAP-427</b>	11	90,70	73	56,70	19	116	136	11,38	3	43,87	2279	1880	487
<b>INIAP-428</b>	12	80,95	71	40,30	41	117	137	10,82	5	36,65	2728	2356	562
<b>INIAP-484</b>	11	90,93	73	44,40	14	116	137	14,60	4	55,93	1787	2216	479
<b>Canario Chillanes</b>	11	80,16	76	40,50	14	118	135	11,49	4	52,06	1920	1960	529

**Anexo 6. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo**



Selección del terreno



Preparación del suelo



Trazado de parcelas



Desinfección de semilla



Siembra



Fertilización



Tape



Registro de variables en trigo



Días a la emergencia del fréjol



Control de malezas del fréjol



Porcentaje de emergencia



Días a la floración masculina



Cultivo de trigo



Cosecha de las parcelas de maíz



Cosecha de las parcelas de fréjol



Número de espigas por metro cuadrado



Cosecha de las parcelas de trigo



Longitud de vaina de fréjol



Aventado del trigo



Trilla manual del fréjol



Aventado del fréjol



Clasificación del maíz



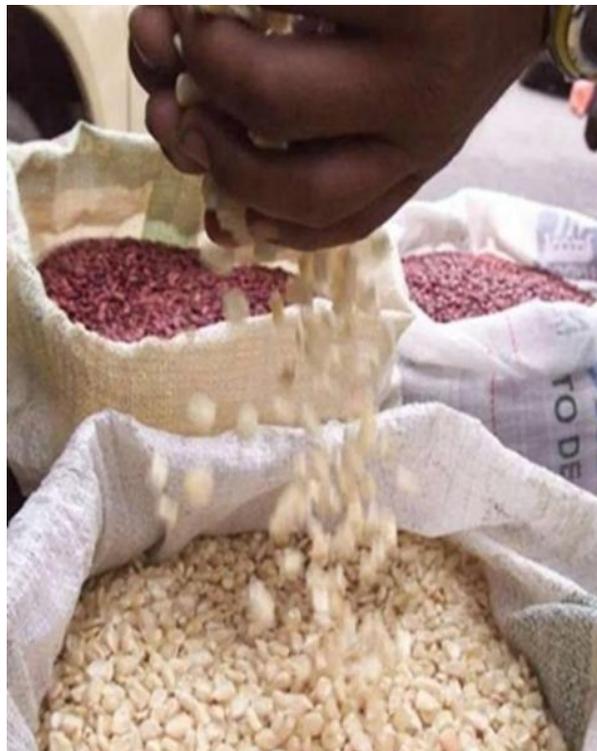
Secado del maíz



Desgrane del maíz



Registro de humedad del maíz



Almacenado de los granos

## Anexo 7. Glosario de términos

- **Aleurona:** Sustancia que está de reserva en la semilla de algunas plantas, como el albumen de los cereales.
- **Área foliar:** Suma de la superficie de todas las hojas de una planta.
- **Autógama:** Aumento de homocigotos debido la auto reproducción.
- **Autógama:** En botánica, se denomina autogamia al modo de reproducción sexual consistente en la fusión de gametos femeninos y masculinos producidos por el mismo individuo.
- **Axonomorfa:** Raíz formada por un eje del que derivan otras raíces.
- **Barbecho:** Es la técnica por la cual la tierra se deja sin sembrar o cultivar durante uno o varios ciclos vegetativos, con el propósito de recuperar y almacenar materia orgánica y humedad, además de evitar patógenos esperando a que sus ciclos terminen sin poder volver a renovarse debido a la falta de hospederos disponibles.
- **Benomyl:** Fungicida sistémico y erradicante, efectivo contra un amplio rango de hongos que afectan diversos cultivos en el campo. Cuando se aplica al follaje, penetra en el tejido traslocándose por la savia a toda la planta; se puede aplicar en plantas jóvenes hasta la cosecha, incluso en tratamiento de desinfección de semillas.
- **Bráctea:** Apéndice foliáceo que se presenta en las inflorescencias, órganos de las hojas de las plantas, ubicadas en la proximidad de las flores y distintas partes de esta. La bráctea se encuentra en el eje de la planta.
- **Clorosis:** Amarillamiento de las hojas. Estado patológico de las plantas que se manifiestan por el amarilleo de las zonas verdes, principalmente las hojas debido a la falta de algún nutriente, o por el ataque de patógenos.
- **Cultivar:** Hacer en la tierra las labores agrícolas necesarias para plantar en ella plantas y semillas o para cuidar lo plantado y obtener frutos de ello.
- **Defoliadas:** Provocar la caída artificial de las hojas de las plantas.

- **Diseminarse:** Podemos definir la diseminación como la dispersión o derrame de los patógenos ya establecidos dentro de un área dada, de la fuente de inóculo a la planta o de una planta a otra, mediante los procesos naturales de inoculación.
- **Domesticación:** Es el proceso por el cual una población de una determinada especie animal o vegetal pierde, adquiere o desarrolla ciertos caracteres morfológicos, fisiológicos o de comportamiento.
- **Fasciculadas:** Es característica de monocotiledóneas. Ejemplos de raíces fasciculadas son las de las cebollas, ajos, tulipanes. Un ejemplo de raíz fasciculada. Los ajos tiernos que son monocotiledóneas y tiene esa característica forma de cabellera.
- **Germoplásmico:** El germoplasma es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras. El concepto de germoplasma se utiliza comúnmente para designar a la diversidad genética de las especies vegetales, silvestres y cultivadas, de interés para la agricultura y, en ese caso, se asimila al concepto de recurso genético.
- **Glumillas:** Hoja pequeña interior delgada que encierra la flor de una planta gramínea.
- **Herencia genética:** Es el proceso por el cual la información genética se transmite de padres a hijos. Es por esto que los miembros de la misma familia tienden a tener características similares. Un genoma es un conjunto completo de instrucciones genéticas de un organismo.
- **Mancha de asfalto:** Es una enfermedad producida por la interacción sinérgica de tres hongos: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*. Se alimentan de los azúcares de la planta provocando la muerte de las hojas y finalmente de la planta.
- **Oxicloruro de cobre:** Mancozeb, actúa de forma multisitio en el hongo. Los Ditiocarbamatos se vuelven tóxicos cuando son metabolizados por la

célula del hongo en el radical isotiocianato, el cual inactiva al grupo sulfidril en aminoácidos y enzimas de la célula fungosa, de esta manera inactiva la actividad enzimática, además afecta la disrupción del metabolismo de lípidos afectando la permeabilidad de la membrana, o la disrupción de la respiración y la producción de ATP en la célula del hongo.

- **Phyton:** Los 54.36 g de cobre metal/kg proceden de 213.6 g de sulfato de cobre pentahidratado con una riqueza en cobre metal del 25.45%]. Fungicida y bactericida, preventivo, de contacto, formulado como solución acuosa para aplicar en aspersión al follaje.
- **Plúmula:** Pequeño brote de una planta, que durante la germinación proporcionará el tallo y las hojas.
- **Pústulas:** En fitopatología, pequeño abultamiento formado por fructificaciones de hongos o por las lesiones que originan en los tejidos epidérmicos. Marca parecida a una ampolla en una hoja debida a la rotura de tejidos artificiales.
- **Ranura:** Cierre de la pequeña planta que crece de la ranura de la roca.
- **Rudimental:** Que pertenece o concierne al rudimento (embrión; parte no desarrollada; conocimiento básico)