



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS**  
**NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TEMA:**

**“EVALUACION DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE MAÍZ SUAVE TIPO GUAGAL (*Zea mays L.*) CON LA UTILIZACIÓN DE *Azospirillum spp* EN LAS LOCALIDADES DE GUARANDA Y CHILLANES DE LA 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 INGENIERÍA AGRONÓMICA.**

**AUTORES:**

**ANA GABRIELA LÓPEZ ROMERO**  
**JEAN CARLO MAURICIO MARTÍNEZ PAZMIÑO**

**DIRECTOR:**

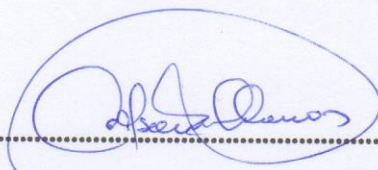
**ING. AGR. NELSON MONAR GAVILÁNEZ. M.Sc**

**GUARANDA – ECUADOR**

**2022**

**“EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE MAÍZ SUAVE  
TIPO GUAGAL (*Zea mays L.*) CON LA UTILIZACIÓN DE *Azospirillum spp*  
EN LAS LOCALIDADES DE GUARANDA Y CHILLANES DE LA  
PROVINCIA BOLIVAR”**

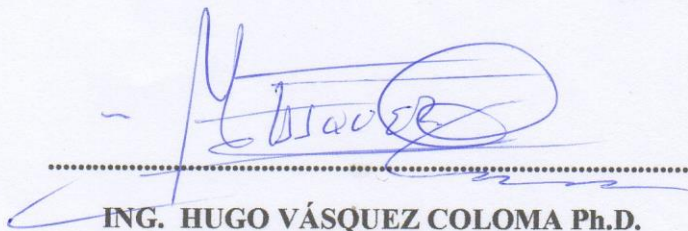
**REVISADO Y APROBADO POR:**



.....  
**ING. AGR. NELSON MONAR GAVILÁNEZ M.Sc.  
DIRECTOR DE TESIS**



.....  
**ING. AGR. DAVID SILVA GARCÍA. Mg  
BIOMETRISTA**

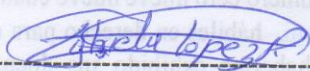


.....  
**ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA Ph.D.  
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**

**CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Nosotros, Ana Gabriela López Romero con cédula de identidad número 0250132164 y Jean Carlo Mauricio Martínez Pazmiño, con cédula de identidad número 0202517363, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

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



**Ana Gabriela López Romero**

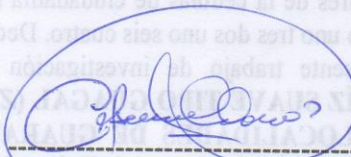
**AUTORA**

**CI: 0250132164**

**Jean Carlo Mauricio Martínez Pazmiño**

**AUTOR**

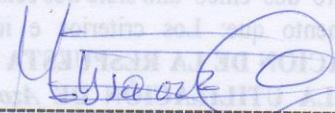
**CI: 0202517363**



**Ing. Nelson Monar Gavilánez M.Sc.**

**DIRECTOR**

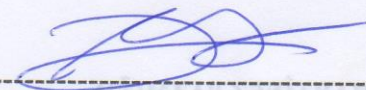
**CI: 0201089836**



**Ing. Hugo Vásquez Coloma Ph.D.**

**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**

**CI: 0200852523**



**Ing. David Silva García. Mg**

**BIOMETRISTA**

**CI: 0201600327**



ESCRITURA N° 20220201004P00085

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**

JEAN CARLO MAURICIO MARTÍNEZ PAZMIÑO Y  
ANA GABRIELA LÓPEZ ROMERO.

CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 1 COPIA

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy jueves a los tres días del mes de febrero del año dos mil veintidós, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores **JEAN CARLO MAURICIO MARTÍNEZ PAZMIÑO Y ANA GABRIELA LÓPEZ ROMERO**, de estado civil solteros, por sus propios y personales derechos. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estados solteros, de ocupación estudiantes, domiciliados el primero en la parroquia Angel Polivio Chávez, cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, con celular número cero nueve nueve uno seis ocho uno tres cinco cinco y con correo electrónico [jean\\_mp95@hotmail.com](mailto:jean_mp95@hotmail.com); domiciliada la segunda en la parroquia San Miguel, cantón San Miguel y de paso por este cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, con celular número cero nueve nueve cuatro tres cero cero cinco nueve uno y con correo electrónico [gabylopez1996@live.com](mailto:gabylopez1996@live.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a los cuales obtengo la certificaciones de datos biométricos del Registro Civil, mismos que agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen a la celebración y otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, advertido los comparecientes de la obligación de decir la verdad y conocedores de las penas de perjurio declaran: Nosotras **JEAN CARLO MAURICIO MARTÍNEZ PAZMIÑO Y ANA GABRIELA LÓPEZ ROMERO**, de estado civil solteros, portadores de la cédulas de ciudadanía números cero dos cero dos cinco uno siete tres seis tres y cero dos cinco cero uno tres dos uno seis cuatro. Declaramos bajo juramento que: Los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **“EVALUACION DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE MAÍZ SUAVE TIPO GUAGAL (*Zea mays* L.) CON LA UTILIZACIÓN DE *Azospirillum spp* EN LAS LOCALIDADES DE GUARANDA Y CHILLANES DE LA PROVINCIA BOLIVAR”**. Autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencia Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que les fue íntegramente a los comparecientes por mí la Notaria, aquellos se ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe. -----

SR. JEAN CARLO MAURICIO MARTÍNEZ PAZMIÑO.

C.C. 0202517363

SRTA. ANA GABRIELA LÓPEZ ROMERO.

C.C. 0250132164

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



Inicio x D126204897 - TESIS GABRIELA JEAN X +

https://secure.orkund.com/oid/view/120419310-735959-970573#EZBlagQxDET0msRUMv6zVXCLMKQhF5xNrMMuXtegr8qu+ys

**ORKUND**

Documento [TESIS GABRIELA JEAN CARLOS OFICIAL FINAL \(1.1\).docx](#) (D126204897)

Presentado 2022-01-26 11:40 (-05:00)

Presentado por [jean\\_mp95@hotmail.com](#)

Recibido [nmonar.ueb@analysis.orkund.com](#)

Mensaje [Mostrar el mensaje completo](#)

9% de estas 52 páginas, se componen de texto presente en 22 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Tesis Final - Jaime Angel.docx
Tesis Correída 20 de Julio 2020.docx
FIRMA DE ACTA Teresa Borja - Rocio Chimbolema.docx
TESIS-FINAL-CARMEN-Y-DAYSI 21 JUNIO.pdf
PROYECTO DE INVESTIGACION MANCHAS FOLIARES.pdf
Tesis Final .pdf
Proyecto de evaluacion fisico quimica del suelo Alex Ninabanda1.docx

1 Advertencias. Reiniciar. Compartir.

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

TEMA: "EVALUACION DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE MAIZ SUAVE TIPO GUAGAL (Zea mays L.) CON LA UTILIZACION DE Azospirillum spp EN LAS LOCALIDADES DE GUARANDA Y CHILLANES DE LA PROVINCIA BOLIVAR"

ING. NELSON MONAR GAVILANEZ DIRECTOR

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

https://secure.orkund.com/oid/view/document/65127157-835403-304865/download INGENIERO AGRÓNOMO OTORGADO

Escribe aquí para buscar

21°C Lluvia 17:17 26/01/2022

## **DEDICATORIA**

Sin duda a Dios, por haberme dado la vida, la sabiduría necesaria para tomar mis decisiones y ser una persona de bien.

A mi madre querida, Neyla Romero, por ser una madre ejemplar, eje fundamental de mi formación, quien me crio con mucho amor y paciencia, me guio incondicionalmente en cada uno de mis pasos y me enseñó la responsabilidad y la entrega. LE AMO

A mi padre querido, Geoffre López, por confiar en mí y estar a mi lado a pesar de la distancia, por apoyarme a lo largo del desarrollo de esta carrera y no me dejó sola en una etapa más de mi vida. LE AMO

A mis hermanos Eder Romero, Iván Romero y Carlos Romero: por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por su amor y consejos, que me brindan cada día, gracias por creer siempre en mí. LOS AMO

A mis hermanos Anderson López y Alejandro López, que están presentes en mi vida a pesar de la distancia, quienes me brindan su apoyo moral para seguir adelante y creer siempre en mí. LOS AMO

A mis abuelitos, Delio Romero y Cleofé Pazmiño, por su gran amor y apoyo emocional para seguir adelante cumpliendo ese sueño de ser una profesional.

A mis cuñadas Jessica Coloma, Jessica Gómez y Mayra Piguave, quienes me dieron aliento y fortaleza para seguir adelante superando cada obstáculo que se me presento en este largo camino.

A mis sobrinos(as), quienes llegaron a bendecirme con su alegría y llenar de amor mi vida. A mis tíos(as), primos(as), que estuvieron conmigo dándome apoyo y ánimos en todos los momentos de mi vida.

A mi novio Jean Martínez, por su cariño y amor incondicional, por haberme apoyado a lo largo del desarrollo de esta carrera en buenos y malos momentos, para llegar a culminar este trabajo de tesis juntos, gracias por siempre estar para mí, eres mi mejor amigo y compañero. TE AMO

**Ana Gabriela López Romero**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mi camino.

A mi madre, mi mayor inspiración, gracias a ella soy quien soy, cuando se tiene un logro en la vida, se desea que las personas que le ayudaron estuvieron con nosotros, pero sé que desde el cielo abuelito Vicente estas feliz; dedico además a mi segunda madre mi abuelita María, por sus sabios consejos y estar siempre disponible en todo momento.

Gracias por permitirme tener y gozar a mi familia, a mis tíos(as), primos(as), debo dar las gracias a ellos por apoyarme en cada elección y emprendimiento, gracias por ayudarme a realizar y terminar con éxito esta tesis, gracias a la vida porque todos los días me revela lo hermosa y lo justa que es, gracias a todos por creer en mí.

La ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograría y lo logramos juntos. Te Amo  
Gabriela López

**Jean Carlo Mauricio Martínez Pazmiño**

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestra eterna gratitud a Dios, a nuestras familias, en especial a nuestros padres y hermanos por su apoyo y dedicación, porque sin ellos no hubiese sido posible el logro nuestros objetivos.

Queremos dar las infinitas gracias a la Universidad Estatal de Bolívar, de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica, en cuyas aulas los maestros nos brindaron sus conocimientos y estuvieron prestos a cualquier inquietud.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP y Maquita, que permitieron que se realice una parte de la investigación en sus instalaciones, y por todo el apoyo brindado.

A nuestro tutor de tesis Ing. Nelson Monar, quien nos brindó todo su apoyo y conocimientos para culminar la investigación.

Al Dr. Hugo Vásquez Coloma, en el Área de Redacción Técnica por su apoyo, correcciones en nuestra investigación con un interés y una entrega que ha sobrepasado nuestras expectativas como alumnos, que depositamos en su persona.

Al Ing. David Silva, Biometrista, por su apoyo total y su amistad sincera impulsándonos con su aporte y sugerencia en la parte estadística de esta investigación.

A nuestros compañeros, profesores y trabajadores de la Universidad por habernos brindado su amistad, ayuda de una u otra manera durante nuestro aprendizaje, de manera especial a la Lcda. Mirian Aguay.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
<b>CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DEL PROYECTO DE</b> Error! Bookmark not defined.	
<b>INVESTIGACIÓN</b> ..... Error! Bookmark not defined.	
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>XVI</b>
<b>RESUMEN Y SUMMARY</b> .....	<b>XX</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XX</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>XXI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
3.1. ORIGEN .....	4
3.2. Clasificación taxonómica.....	4
3.3. Condiciones climáticas y edáficas.....	4
3.4. Características morfológicas .....	5
3.4.1. Planta .....	5
3.4.2. Raíz .....	5
3.4.3. Tallo .....	5
3.4.5. Hojas .....	5
3.4.6. Inflorescencia .....	5
3.4.7. Grano .....	6
3.5. Variedad INIAP 111 “Guagal Mejorado” .....	6

3.5.1. Origen .....	6
3.5.2. Adaptación .....	6
3.5.3. Características principales de la variedad INIAP 111 .....	6
3.5.4. Usos .....	7
3.5.5. Reacción a enfermedades .....	7
3.6. Manejo agronómico del cultivo.....	8
3.6.1. Preparación del suelo .....	8
3.6.2. Época de siembra.....	8
3.6.3. Siembra .....	8
3.6.4. Fertilización.....	8
3.6.5. Control de malezas .....	8
3.6.6. Control fitosanitario .....	9
3.7. Principales plagas del maíz .....	9
3.7.1. Moscas del estigma del maíz ( <i>Euxesta stigmatias</i> y <i>chaetopsis massyla</i> ).....	9
3.7.2. Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) .....	9
3.7.3. Gusanos trozadores ( <i>Agrotis</i> spp).....	10
3.8. Principales enfermedades del maíz .....	10
3.8.1. Manchas y tizones de la hoja por <i>Helminthosporium</i> .....	10
3.8.2. Virus del rayado del maíz (Corn streak virus, csv) .....	10
3.8.3. Mancha de asfalto ( <i>Phyllachora maydis</i> maubl) .....	11
3.9. Cosecha .....	11
3.10. Postcosecha .....	11
3.11. Almacenamiento.....	12
3.12. Eficiencia económica .....	12
3.13. Eficiencia química .....	12
3.14. Eficiencia agronómica .....	13

3.15. Fertilización.....	14
3.15.1. Requerimiento nutricional de nitrógeno, fosforo y potasio en el maíz.....	14
3.15.2. Importancia de cada uno de los nutrientes en el maíz .....	15
3.16. Importancia de los análisis de suelo .....	16
3.17. Fertilización química .....	16
3.18. Fertilizantes químicos utilizados en el ensayo .....	17
3.18.1. Urea.....	17
3.18.2. Fertilizante 10-30-10.....	18
3.18.3. Fertilizante Sulpomag .....	19
3.19. Los biofertilizantes .....	19
3.20. Biofertilizante utilizado en el ensayo .....	21
3.20.1. Azospirillum brasilense.....	21
Posibles mecanismos de acción de Azospirillum sobre el crecimiento vegetal .....	21
<b>IV. MARCO METODOLOGICO .....</b>	<b>22</b>
4.1. Materiales.....	22
4.1.1. Ubicación del experimento .....	22
4.1.2. Situación geográfica y climática de la zona.....	22
4.1.3. Zona de vida.....	22
4.1.4. Material experimental:.....	22
4.1.5. Material de campo .....	23
4.1.6. Material de oficina.....	23
4.1.7. Materiales de bioseguridad .....	23
4.2. Métodos.....	24
4.2.1. Factores en estudio: .....	24
4.2.2. Tratamientos.....	24
4.3. Procedimiento: .....	25

4.3.1. Ensayo Localidad 1: Laguacoto III .....	25
4.3.2. Ensayo Localidad 2: Chillanes San Pedro de Guayabal .....	25
4.4. Tipo de análisis.....	26
Análisis de varianza (ADEVA) sencillo al 5% por localidad: .....	26
Prueba de Tukey para comparar los promedios de tratamientos .....	26
Análisis de correlación y regresión. ....	26
Relación beneficio costo.....	26
4.5. Métodos de evaluación y datos tomados .....	26
4.5.1. Altura de la planta (AP) .....	26
4.5.2. Altura de inserción de la mazorca (AIM) .....	26
4.5.3. Acame de raíz (AR) .....	27
4.5.4. Acame de tallo (AT) .....	27
4.5.5. Número de plantas por parcela (NPPSP) .....	27
4.5.6. Volumen de raíz .....	27
4.5.7. Porcentaje de plantas con una mazorca (PPCM).....	27
4.5.8. Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM).....	27
4.5.9. Porcentaje de plantas sin mazorca (PPSM).....	27
4.5.10 Longitud de mazorca (LM) .....	28
4.5.11. Diámetro de la mazorca (DM).....	28
4.5.12. Aspecto de la mazorca (AM).....	28
4.5.13 Sanidad de la mazorca (SM) .....	28
4.5.14. Número de hileras por mazorca (NHPM) .....	29
4.5.15. Numero de granos por hilera (NGPH).....	29
4.5.16. Número de granos por mazorca (NGPM).....	29
4.5.17. Desgrane (D) .....	29
4.5.18 Porcentaje de humedad del grano (PHG).....	29

4.5.19. Rendimiento por parcela (RP).....	29
4.5.20. Rendimiento en kg/ha (RH) .....	30
4.5.21. Peso de 100 granos (PG).....	30
4.5.22. Numero de granos por kilogramo (NGPK).....	30
4.5.23. Rendimiento de Biomasa kg/ha (BH).....	30
4.5.24. Cantidad de precipitación (CP) .....	31
4.6. Manejo del ensayo .....	31
4.6.1. Análisis del suelo.....	31
4.6.2. Preparación del terreno .....	31
4.6.3. Inoculación de semilla con el Biofertilizante Fertibacter .....	31
4.6.4. Siembra .....	32
4.6.5. Densidad de siembra.....	32
4.6.6. Fertilización.....	32
4.6.7. Aporque.....	33
4.6.8. Riego .....	33
4.6.9. Control de malezas .....	33
4.6.10. Control de plagas .....	33
4.6.11. Cosecha .....	34
4.6.12. Desgrane.....	34
4.6.13. Secado .....	34
4.6.14. Aventado .....	34
4.6.15. Clasificación.....	34
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
5.1. Altura de Planta (AP en cm); Volumen de Raíz (VR en cm <sup>3</sup> ); Altura Inserción de Mazorca (AIM en cm); Acame de Tallo (AT en %); Acame de Raíz (AR en %); Número de Plantas Por Parcela (NPP); Porcentaje de Plantas con Mazorca (PPCM); Porcentaje Plantas Con Dos Mazorcas (PPCDM); Porcentaje de Plantas Sin Mazorca	

(PPSM); Longitud de Mazorca (LM en cm); Diámetro de Mazorca (DM en cm); Aspecto de la Mazorca (AM); Sanidad de la Mazorca (SM); Porcentaje de Desgrane (PD); Porcentaje de Humedad (PDH); Numero de Hileras Por Mazorca (NHPM); Numero de Granos por Hilera (NGPH); Numero de Granos Por Mazorca (NGPM); Peso de 100 Granos (P100G); Numero de Granos por Kg (NGPKg); Rendimiento por Parcela (RPP); Rendimiento de maíz seco (RH en Kg/ha) y Rendimiento de Biomasa/HA (RB).....	35
5.2. Análisis de Correlación y Regresión Lineal .....	61
5.3. Análisis económico de la relación B/C.....	63
<b>VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....</b>	<b>65</b>
<b>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
7.1. CONCLUSIONES.....	66
7.2. Recomendaciones .....	67
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
<b>Cuadro No. 1.</b> Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos: Sistema de fertilización en las variables AP en cm; VR en cm <sup>3</sup> ; AIM en cm; AT en %; AR en %; NPP; PPCM; PPCDM; PPSM; LM en cm; DM en cm; AM; SM; PD; PDH; NHPM; NGPH; NGPM; P100G; NGPKg; RPP; RH en Kg/ha y RB en Kg/ha.....	35
<b>Cuadro No. 2.</b> Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes de rendimiento) que tuvieron una relación y asociación positiva sobre el rendimiento de maíz al 14% de humedad (Variable dependiente).....	61
<b>Cuadro No. 3.</b> Relación Beneficio Costo del tratamiento T2 en las localidades de Laguacoto III y San Pedro de Guayabal. Año 2021.....	63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
<b>Gráfico No. 1.</b> Altura de plantas en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	38
<b>Gráfico No. 2.</b> Volumen de Raíz en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	39
<b>Gráfico No. 3.</b> Altura de la Inserción de la Mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	40
<b>Gráfico No. 4.</b> Acame de Tallo en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	41
<b>Gráfico No. 5.</b> Acame de Raíz en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	42
<b>Gráfico No. 6.</b> Número de plantas/parcela en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	43
<b>Gráfico No. 7.</b> Porcentaje de plantas con mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	44
<b>Gráfico No. 8.</b> Porcentaje de plantas con dos mazorcas en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	45
<b>Gráfico No. 9.</b> Porcentaje de plantas sin mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	46



<b>Gráfico No. 10.</b> Longitud de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	47
<b>Gráfico No. 11.</b> Diámetro de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	48
<b>Gráfico No. 12.</b> Aspecto de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	49
<b>Gráfico No. 13.</b> Sanidad de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	50
<b>Gráfico No. 14.</b> Porcentaje de desgrane en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	51
<b>Gráfico No. 15.</b> Porcentaje de humedad en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	52
<b>Gráfico No. 16.</b> Número de hileras/mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	53
<b>Gráfico No. 17.</b> Número de granos/hilera en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	54
<b>Gráfico No. 18.</b> Número de granos por mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	55
<b>Gráfico No. 19.</b> Peso de 100 granos en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	56

<b>Gráfico No. 20.</b> Número de granos/kg en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.....	57
<b>Gráfico No. 21.</b> Rendimiento de maíz por parcela en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	58
<b>Gráfico No. 22.</b> Rendimiento de maíz en Kg/ha en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	59
<b>Gráfico No. 23.</b> Rendimiento de Biomasa en Kg/ha en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de <i>Azospirillum spp</i> en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021. ....	60

## **ANEXOS**

### **Anexo No. 1.** Mapas de ubicación de la investigación

1.1. Mapa físico de la ubicación geográfica de las localidades (gps)

1.2. Mapa físico de la ubicación geográfica del ensayo en la localidad 1 (Guaranda)

1.3. Mapa físico de la ubicación geográfica del ensayo en la localidad 2 (Chillanes)

### **Anexo No. 2.** Base de Datos

2.1. Laguacoto III

2.2. San Pedro de Guayabal.

**Anexo No. 3.** Precipitación durante el ciclo vegetativo del maíz en la Granja Laguacoto III. 2021.

**Anexo No. 4.** Ilustraciones de la instalación, manejo, seguimiento y evaluación de la investigación en la Granja Experimental Laguacoto III. Y San Pedro de Guayabal. 2021.

**Anexo No. 5.** Glosario de términos

## RESUMEN Y SUMMARY

### RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales de mayor importancia económica en la sierra ecuatoriana y en el mundo, debido a la gran cantidad de terreno destinado a su producción y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población rural. Los biofertilizantes son productos basados en microorganismos benéficos (bacterias y hongos), asociados en simbiosis con las plantas que ayudan al proceso natural de nutrición; además, regeneran el suelo. El trabajo investigativo titulado Evaluación de la respuesta productiva de maíz suave tipo Guagal (*Zea mays* L.) con la utilización de *Azospirillum spp* se desarrolló en el Laguacoto III y San Pedro de Guayabal. Los objetivos fueron: i) Caracterizar la respuesta agronómica y morfológica del cultivo de maíz suave tipo Guagal en las localidades de Guaranda y Chillanes. ii) Determinar la eficiencia agronómica del maíz basada en su requerimiento específico de macro y micronutrientes. iii) Establecer la relación beneficio costo del mejor tratamiento. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Se tuvo 3 tratamientos por localidad; para Laguacoto III: T1: 35,26 – 9,62 – 15, 54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg y T3: 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg. Para Chillanes: T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz. T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg y T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg. Se realizó análisis de varianza por localidad, prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos. Análisis de correlación y regresión simple al 5%. Análisis económico de la relación beneficio costo. Los resultados fueron: La aplicación *Azospirillum spp* y 50% de fertilización química (N P K S Mg), en las dos localidades, contribuyo en el incremento la longitud y diámetro de la mazorca, numero de granos por hilera y peso de mil granos al comparar con la fertilización del agricultor. El mejor sistema de fertilización en el Laguacoto III, fue el T2: con un rendimiento promedio de 2.299,38 Kg/ha de maíz seco al 14% de humedad. Para San Pedro de Guayabal, la fertilización más adecuad fue el T2, que registro 4.562 Kg/ha de maíz seco al 14% de humedad. En el Laguacoto III, las variables independientes que incrementaron el rendimiento de maíz seco fueron porcentaje de desgrane y rendimiento/parcela. En San Pedro de Guayabal fueron volumen de raíz, número de plantas por parcela, longitud de mazorca y porcentaje de desgrane. La mejor relación beneficio/costo e ingreso/costo, en Laguacoto III, se evaluó en el sistema T2 con un B/C de 0,32 y un I/C de 1,32. En San Pedro de Guayabal la mejor relación beneficio/costo e ingreso/costo, se obtuvo en el T2 con un B/C de 1,24 y una I/C de 2,24.

**PALABRAS CLAVE:** Guagal, *Azospirillum spp*; Biofertilizante; Sistema, Fertilización, Rendimiento. Beneficio, Costo

## SUMMARY

Corn (*Zea mays* L.) is one of the most economically important cereals in the Ecuadorian highlands and in the world, due to the large amount of land used for its production and the role it plays as a basic component of the diet of the rural population. Biofertilizers are products based on beneficial microorganisms (bacteria and fungi), associated in symbiosis with plants that help the natural process of nutrition; in addition, they regenerate the soil. The research work entitled Evaluation of the productive response of Guagal type soft corn (*Zea mays* L.) with the use of *Azospirillum* spp was developed in Laguacoto III and San Pedro de Guayabal. The objectives were: i) Characterize the agronomic and morphological response of the Guagal-type soft maize crop in the towns of Guaranda and Chillanes. ii) Determine the agronomic efficiency of corn based on its specific macro and micronutrient requirement. iii) Establish the cost-benefit ratio of the best treatment. A randomized complete block design with 3 replications was used. There were 3 treatments by location; for Laguacoto III: T1: 35.26 - 9.62 - 15, 54 - 11.34 - 10.09 kg / ha of N - P - K - S - Mg + 1lt / ha of Fertibacter- Corn T2: 70, 51 - 19.23 - 31.08 - 24.67 - 20.18 kg / ha of N - P - K - S - Mg and T3: 80,11 - 33,33 - 23,34 - 9,45 - 7,23 kg / ha of N - P - K - S - Mg. For Chillanes: T1: 41.35 - 41.25 - 27.50 - 13.75 - 11.25 kg / ha of N - P - K - S - Mg + 1lt / ha of Fertibacter-Corn. T2: 82.70 - 82.50 - 55.00 - 27.50 - 22.50 kg / ha of N - P - K - S - Mg and T3: 108 - 84 - 48,53 - 12,13 - 15,86kg / ha of N - P - K - S - Mg. Analysis of variance by locality, Tukey test at 5% was carried out to compare averages of treatments. Correlation analysis and simple 5% regression. Economic analysis of the cost benefit relation. The results were: The application of *Azospirillum* spp and 50% of chemical fertilization (N P K S Mg), in the two locations, contributed to the increase in the length and diameter of the ear, number of grains per row and weight of a thousand grains when compared with the fertilization of the farmer. The best fertilization system in Laguacoto III was T2: with an average yield of 2,299.38 Kg / ha of dry corn at 14% humidity. For San Pedro de Guayabal, the most appropriate fertilization was T2, which registered 4,562 Kg / ha of dry corn at 14% humidity. In Laguacoto III, the independent variables that increased the dry corn yield were the percentage of shelling and yield / plot. In San Pedro de Guayabal they were root volume, number of plants per plot, ear length and shelling percentage. The best benefit/cost and income/cost ratio, in Laguacoto III, was evaluated in the T2 system with a B/C of 0.32 and an I/C of 1.32. In San Pedro de Guayabal, the best benefit/cost and income/cost ratio was obtained in T2 with a B/C of 1.24 and an I/C of 2.24.

**KEYWORDS:** Guagal, *Azospirillum* spp; Biofertilizer; System, Fertilization, Yield. Performance; Benefit. Cost

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales de mayor importancia económica en la sierra ecuatoriana y en el mundo, debido a la gran cantidad de terreno destinado a su producción y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población rural (Yáñez, 2013).

El maíz se cultiva en la sierra del Ecuador en altitudes comprendidas entre los 2.000 a 3.200 msnm. Es el cultivo transitorio más importante de la sierra debido a la superficie plantada, que en el 2018 llegó a 74.961 hectáreas, duplicando en superficie a otros cultivos de importancia como papa y fréjol que tuvieron 32.188 y 31.167 hectáreas, respectivamente (INEC, 2019).

En la Provincia Bolívar en el ciclo agrícola 2018, se estimó una superficie aproximada de 38,000 hectáreas sembradas de maíz suave, de las cuales un 80 % llegaron hasta la cosecha, con una productividad para grano seco en promedio de 3 t/ha y 250 sacos de choclo en la misma superficie (MAG, 2018).

Los Biofertilizantes son productos basados en microorganismos benéficos (bacterias y hongos), asociados en simbiosis con las plantas que ayudan al proceso natural de nutrición; además, regeneran el suelo. Estos microorganismos se encuentran en forma natural en el suelo y principalmente en aquellos que no se vieron afectados por el uso excesivo de fertilizantes químicos que disminuyen o eliminan dicha población. Los fertilizantes biológicos se están utilizando en la agricultura. Generalmente se preparan con microorganismos benéficos: rhizobium, micorrizas, entre otros, que viven en simbiosis con el sistema radicular de las plantas (Aviporto, 2016).

El uso de fertilizantes biológicos con bacterias solubilizadoras de fósforo como alternativa a la fertilización tradicional, su uso como inoculantes de semillas o suelo pueden tener un efecto positivo sobre la disponibilidad de nutrientes para los cultivos. La mayoría de los suelos agrícolas disponen suficiente cantidad de fosfatos insolubles que pueden absorber las plantas con acción microbiana. Las bacterias solubilizadoras de fósforo (*Pseudomonas*) mejoran la disponibilidad de este nutriente en el suelo y ayudan en la nutrición de las plantas (PortalFrutÍcola.com. 2019).

Para esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Caracterizar la respuesta agronómica y morfológica del cultivo de maíz suave tipo Guagal en las localidades de Guaranda y Chillanes.
- Determinar la eficiencia agronómica del maíz basada en su requerimiento específico de macro y micronutrientes.
- Establecer la relación beneficio costo del mejor tratamiento.

## II. PROBLEMA

El escenario actual de la agricultura, desde el punto de vista de la sostenibilidad de sus sistemas, requiere comprender mejor el uso, funcionamiento y utilidad que pueden brindar los microorganismos que se encuentran en el suelo, y que tienen algún tipo de interacción con la planta y su producción.

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo del maíz; nutriente que procede de tres principales fuentes: las reservas orgánicas e inorgánicas del suelo; los fertilizantes minerales y de los abonos orgánicos; también se puede obtener N a través de la Fijación Biológica que se encuentra en la atmósfera. Las reservas del suelo son muy limitadas y los fertilizantes de origen mineral son costosos, por lo que la Fijación Biológica del nitrógeno constituye una alternativa importante para mejorar la productividad de los cultivos.

Estudios realizados a nivel mundial y en nuestra provincia, demuestran una baja eficiencia del N, debido a que este se pierde por lixivia como Nitratos, y volatilización como Amonio y NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, dando como efecto la contaminación del ecosistema.

El uso de cepas de *Azospirillum spp*, han mejorado la eficiencia agronómica y química del Nitrógeno en el cultivo de maíz, permitiendo reducir la dosis de nitrógeno de 120 kg/ Ha a un rango de 40 a 80 kg/Ha, dependiendo del clima, rotación de cultivos, labranza de conservación y la calidad del suelo, lo que contribuye a la sostenibilidad del sistema de producción cultivo de maíz suave (Monar, 2012).



### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ORIGEN

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

En Ecuador se dice que el cultivo de maíz se desarrolló hace 6500 años, pues investigaciones realizadas a partir de fitolitos en muestras de tierra, revelan que en la Península de Santa Elena (Provincia de Santa Elena), los antiguos habitantes de la cultura “Las Vegas” ya empezaron a cultivar esta gramínea desarrollando de esta manera el inicio de una incipiente horticultura (Guacho, 2014).

#### 3.2. Clasificación taxonómica

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Orden:</b>	Cyperales
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Género:</b>	Zea
<b>Especie:</b>	Mayz
<b>Nombre científico:</b>	<b>Zea mayz L</b> (Medina, 2015).

#### 3.3. Condiciones climáticas y edáficas

<b>Parámetros</b>	<b>Requerimientos</b>
<b>Temperatura óptima</b>	10 a 20 °C
<b>Altitud</b>	2200 a 3000 m s.n.m
<b>Precipitación</b>	700 a 1300 mm/ciclo
<b>Textura del suelo</b>	Profundos, ricos en materia orgánica y con un buen drenaje
<b>pH óptimo</b>	5.5 a 7.5
<b>Drenaje</b>	Bueno

**Duración del ciclo del cultivo** 130-150 días (INIAP, 2014).

### **3.4. Características morfológicas**

#### **3.4.1. Planta**

El maíz es una planta anual de gran desarrollo vegetativo de porte robusto y con un rápido desarrollo, que puede alcanzar hasta 5 metros de altura (lo normal es de 2 a 2,50 metros (Ortigoza, et al, 2019).

#### **3.4.2. Raíz**

Son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias (Ortigoza, et al, 2019).

#### **3.4.3. Tallo**

El tallo tiene aspecto de caña, con los entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura. El maíz tiene escasa capacidad de ahijamiento, de hecho, la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva (Ortas, 2008).

#### **3.4.5. Hojas**

Las hojas son alternas, paralelinervas y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc. pero, aunque podrían llegar hasta 30, lo normal en nuestras condiciones es que haya un máximo de 15 hojas. Parece que el número de hojas está relacionado con el potencial de producción (Ortas, 2008).

#### **3.4.6. Inflorescencia**

La inflorescencia es monoica, con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina presenta una panícula. En cambio, la inflorescencia femenina tiene unas estructuras vegetativas denominadas espádices (repositorio.utn.edu.ec, 2014).

### **3.4.7. Grano**

El fruto de la planta se denomina mazorca se llena de granos aplanados y grandes, colocados en ejes paralelos alrededor de su eje vertical. Los granos de maíz son cariósides desnudas, cuyas partes fundamentales son el pericarpio, el endospermo, el germen y el funículo ( Martínez & Jiménez, 2013).

## **3.5. Variedad INIAP 111 “Guagal Mejorado”**

### **3.5.1. Origen**

Maíz INIAP-111 “Guagal Mejorado”, una alternativa para la producción de maíz suave en la provincia Bolívar.

INIAP 111, proviene de una base de variedades locales colectadas en casi toda la provincia de Bolívar. Las variedades que presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano, tanto en choclo como en grano seco, se cruzaron entre ellas para formar la población Guagal, la cual se seleccionó en varios ciclos de cultivo en toda la zona maicera de la provincia Bolívar (Monar. et. al. 2011).

### **3.5.2. Adaptación**

La variedad Maíz INIAP-111 “Guagal Mejorado”, fue desarrollada con la participación de técnicos y agricultores, se caracteriza por ser semi-tardía, de porte bajo (en comparación a las variedades que poseen los agricultores), con resistencia al acame, así como de buen rendimiento y calidad del grano. Se adapta a altitudes entre los 2400 a 2800 (Yáñez, 2013).

### **3.5.3. Características principales de la variedad INIAP 111**

<b>1. Agronómicas y morfológicas</b>	<b>Promedio</b>
Días a la floración femenina	134
Días a la cosecha en choclo	208
Días a la cosecha en seco	265
Altura de la planta	300
Altura inserción de la mazorca	178
Longitud de la mazorca	20

Rendimiento comercial en choclo sacos/ha	250 sacos de 140 unidades
Rendimiento en seco kg/ha en unicultivo	4000
Rendimiento en seco kg/ha asociado con frejol	3000
Número de hileras por mazorca	12
Color de la tusa	Blanca/Rosada
Color del grano seco	Blanco
Color del grano tierno (choclo)	Blanco
Tipo de grano	Harinoso
Textura del grano	suave

**\* Datos obtenidos en localidades que varían de 2 400 a 2800 msnm**

## **2. De calidad (%)**

Proteína	9,33
Ceniza	1,53
Fibra	2,80
Extracto libre de nitrógeno	81,06
Azucares Totales	0,19

Fuente: (Dpto. de Nutrición y Calidad de la EESC del INIAP)

(Yáñez, 2013)

### **3.5.4. Usos**

La variedad tiene una excelente aceptación en el mercado nacional y es muy apetecida en la alimentación humana en estado fresco (choclo), y en grano seco. Se la consume en mote tostado, choclo, tortillas, harinas y humitas (Monar, et. al. 2011).

### **3.5.5. Reacción a enfermedades**

La variedad es tolerante a la enfermedad foliar “Roya” causada por el hongo *Puccinia* sp. Así mismo es tolerante a la “Podrición de la mazorca causada por *Fusarium moniliforme* (Yáñez, 2013).

## **3.6. Manejo agronómico del cultivo**

### **3.6.1. Preparación del suelo**

La preparación del suelo es de gran importancia para tener éxito en la producción. Se recomienda hacerlo con al menos dos meses de anticipación, para facilitar la descomposición de los residuos de la cosecha anterior. Las labores de arada, rastrada y surcado pueden realizarse con tractor, yunta o manualmente (Silva, et. al. 1997).

### **3.6.2. Época de siembra**

En el Cantón Guaranda se inicia en noviembre. Chimbo: Diciembre, San Miguel: Enero; San Pablo y Chillanes desde enero hasta abril de acuerdo a las condiciones climáticas (Monar. et. al. 2011).

### **3.6.3. Siembra**

Realizar los surcos en forma manual o con yunta. De existir malezas en el lote aplicar el herbicida Glifosato en dosis de 3 litros/ha, 15 días antes de la siembra. Unicultivo: 80 a 90 cm entre surcos y entre plantas 50 cm. Tres semillas por sitio y raleo a los 30 días, dejar 2 plantas por sitio. La cantidad de semilla certificada son 30 kg/ha (Monar. et. al. 2011).

### **3.6.4. Fertilización**

Esta depende de la fertilidad del suelo, siendo necesario realizar el análisis el análisis químico del mismo antes de la siembra. Si no se dispone de un análisis químico del suelo se recomienda aplicar al menos 2 sacos de 18-46-00 a la siembra y 3 sacos de urea al aporque por hectárea (Silva, et. al. 1997).

### **3.6.5. Control de malezas**

En las localidades con alta presencia de malezas se recomienda aplicar herbicidas selectivos como Gesaprim 80 (Atrazina) en dosis de 2 kg/ha, en cultivo solo. Los herbicidas deben aplicarse inmediatamente después de la siembra, sobre el suelo húmedo. En caso de no aplicarse herbicida, se debe realizar una o dos deshieras con yunta o a mano, de acuerdo a la incidencia de malezas.

Debido a que la bacteria *Azospirillum* spp, es intolerante a los productos químicos, no se deberá utilizar ninguno de estos productos y el control se lo realizará manualmente con la ayuda de una azada cuantas veces el cultivo lo requiera (Silva, et. al. 1997).

### **3.6.6. Control fitosanitario**

Para el control de insectos como: Cogollero, barrenadores, gusano de la mazorca, tierreros se recomienda la aplicación de los siguientes principios activos: Endosulfan, clorpirifos y cipermetrina. Para la prevención y el control de enfermedades como: antracnosis, mancha de la hoja, recomendamos la aplicación de los principios activos: Clorotalonil, mancozeb, difenoconazol, ciproconazo (Masaquita, 2014).

## **3.7. Principales plagas del maíz**

### **3.7.1. Moscas del estigma del maíz (*Euxesta stigmatias* y *chaetopsis massyla*)**

Los daños son provocados por el estado larval del insecto. Los estigmas se tornan de un color café bronceado y bajo fuertes infestaciones todos los estigmas pueden ser cercenados del canal del estigma. La larva también se alimenta de la punta de la mazorca dando como resultado espacios sin granos. El daño es principalmente en los granos en desarrollo de la mazorca. Las pérdidas en rendimiento pueden alcanzar el 100%, con los mayores niveles de daño a principios de la temporada: Se pueden presentar daños significativos, aún con la aplicación de insecticidas. En la cosecha las infestaciones al elote mayor de 30%, dan como resultado el rechazo del producto en el mercado (Pliego, 2015).

### **3.7.2. 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 la plaga, condición del clima, así es la severidad del ataque. Cuando el clima es caliente y seco, las larvas, que han caído al suelo, empiezan a alimentarse en la base de la planta, cercenando el tallo tierno. En períodos de sequía su presencia y acción puede ser fatal. Cortan el tallo cuando las plantas recién emergen; y cuando están desarrolladas (25 a 30 días), la desfolian;

puede atacar la flor masculina lo cual provoca interrupción del proceso normal de polinización. El adulto de *Spodoptera* oviposita en los estigmas de la mazorca, cuando las larvas eclosionan comienzan a alimentarse y se concentran en el canal de los estigmas, provocan daños directos a los granos, dando entrada a los patógenos que pudren la mazorca (Deras & De Serrano , 2018).

### **3.7.3. Gusanos trozadores (*Agrotis* spp)**

Las hembras colocan sus huevecillos en forma individual durante la noche ya sea sobre malezas o en suelos ricos en humus. En los dos primeros estadios las larvas se alimentan primero de malezas para posteriormente pasar a los cultivos. Las hojas de las plantas atacadas muestran daños de insectos masticadores. Al realizar excavaciones en las capas más superficiales del suelo y alrededor de las plantas atacadas, se descubren frecuentemente larvas de hasta 50 mm de largo, de movimiento lento o torpe, cuando está inactiva ésta permanece enroscada formando una "C" (Palíz & Mendoza, 2018).

## **3.8. Principales enfermedades del maíz**

### **3.8.1. Manchas y tizones de la hoja por *Helminthosporium***

Hongos necrotróficos, diseminados por el viento a través de sus fructificaciones asexuales llamadas conidios (Silon, 2013).

Se presenta lesiones tempranas son verde-grises y elípticas, comenzando 1-2 semanas después de la infección. En una reacción susceptible la esporulación fungosa comenzará dentro de pocos días. Las lesiones se convierten de gris pálido a café claro y se alargan de 1 a 6 pulgadas. Tiene forma de cigarro sin respetar nervaduras. Muchas lesiones se alargan y juntan, hojas enteras o áreas de la hoja son totalmente cubiertas, alto atizonamiento y unión de lesiones dan la apariencia de un desecado de las hojas (PIONEER, 2014).

### **3.8.2. Virus del rayado del maíz (Corn streak virus, csv)**

El virus es transmitido por chicharritas (fam. Jassidae) del género Cicadulina, siendo *C. mbila* (Naude). La especie más importante. Los primeros síntomas de la

enfermedad consisten de manchas muy pequeñas, redondas y aisladas que aparecen en las hojas más jóvenes. Las manchas se desarrollan a lo largo de las nervaduras y en poco tiempo, son más abundantes en las bases de las hojas y particularmente notables en las hojas más jóvenes. Las hojas completamente desarrolladas muestran una clorosis con rayas discontinuas amarillas a lo largo de las nervaduras, contrastando con el color verde oscuro del follaje normal (Leon, 1984).

### **3.8.3. Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* maubl)**

La mancha de asfalto se encuentra frecuentemente en zonas cálidas y húmedas. El organismo causal es *phyllachora Maydis Maubl*, un ascomiceto con peritecios esféricos.

Cuando las plantas son frecuente infestadas por esta enfermedad, las hojas presentan manchas llamativas de coloración negra, lustrosas y hundidas, generalmente son lesiones circulares de 0.5 a 2 mm de diámetro. Cuando las manchas se unen, forman áreas de hasta 100mm de diámetro. Esta enfermedad es más severa después de la polinización y puede causar una desecación prematura de la mazorca (Argueta. et, al, 2016).

## **3.9. Cosecha**

Una vez terminado el período de llenado de grano, llegado a al estadio de "madurez fisiológica", el grano comienza a perder humedad. El punto óptimo para cosechar el cultivo es cuando la humedad del grano llega al 14%. Si se cosecha con mayor humedad, los granos deberán ser secados artificialmente para estar en condiciones de ser almacenados. Esto implicaría incurrir en mayores costos (Materias Fiubar, 2014).

## **3.10. Postcosecha**

Se puede definir decisión al manejo post cosecha como un conjunto de prácticas post-producción que incluyen limpieza, lavado, selección, clasificación desinfección, secado empaque y almacenamiento, que se aplican para desechar alimentos no deseados, mejorar la presentación del producto y cumplir con normas de calidad establecidas, tanto como para productos frescos como para procesados. La



postcosecha está directamente relacionada con el manejo y control de variables como la temperatura y la humedad, la selección y el uso de empaques, y la aplicación de tratamientos suplementarios., como fungicidas y recubrimientos. Con respecto a la aplicación y control de la temperatura, esta puede darse tanto por medio del calentamiento como del enfriamiento (Wiselyn, 2011).

### **3.11. Almacenamiento**

Para almacenar las mazorcas, grano comercial o semilla, se deben secar completamente y colocarlos en lugares frescos y libres de gorgojo (Silva, et. al. 1997).

### **3.12. Eficiencia económica**

El maíz es un cultivo que demanda una importante dotación de insumos para su implantación y protección. Las labores, semillas, agroquímicos y fertilizantes constituyen un gasto importante que pone en riesgo en el ciclo del cultivo. El aporte de materia orgánica al suelo, mejora el balance de carbono. Sin embargo, los altos niveles de rendimiento y extracción por quintal, en relación a los niveles de fertilización fosforada utilizados, abren un interrogante ambiental pese a los retornos económicos al agregado de fertilizantes que presenta el cultivo. Existen variadas formas de considerar la eficiencia económica. Una frontera económica ambiental muestra las mejores relaciones entre resultados económicos y resultados ambientales, permitiendo analizar la eficiencia económica ambiental de las condiciones analizadas, es decir los mejores resultados económicos con el mínimo impacto ambiental, en ciertas condiciones de manejo. Para la construcción de fronteras de eficiencia económica se requiere contar con datos que reflejen las mejores condiciones de resultados e insumo utilizados y que las mejores condiciones se den frente a un conjunto de situaciones de manejo y climáticas (INTA, 2010).

### **3.13. Eficiencia química**

Las aportaciones de la Química al mundo de la Agricultura son fundamentales para lograr un incremento de la cantidad y la calidad de los alimentos. La Química es una herramienta beneficiosa para multiplicar el rendimiento de las cosechas, o desarrollar

productos que las protejan de agentes nocivos, por citar algunas de sus ventajas. El conocimiento de la Química del suelo, y de los fertilizantes y su acción, es esencial para lograr la sostenibilidad de la población actual. Con más de 7.000 millones de habitantes en nuestro planeta, y unas previsiones que indican que superaremos los 9.000 a mediados de siglo, será preciso aumentar considerablemente las producciones agrícolas. La investigación en Química Agrícola trabaja, junto a la legislación existente, para impedir el uso indebido de agroquímicos y evitar la contaminación medioambiental. En este sentido, hay que recordar que este 2015 es el Año Internacional de los Suelos (Canal Uned, 2015).

### **3.14. Eficiencia agronómica**

La eficiencia del uso de los fertilizantes tiene variantes al usar el producto correcto, en el momento y manera a la demanda del cultivo y en ciertos casos tecnología industrial de fabricación de fertilizantes para evitar pérdidas por volatilización, lixiviación, fijación, precipitación, entre otras reacciones en el suelo. Una adecuada fertilización en cantidad, lugar y momento puede impactar en una mayor producción de forraje, mayor producción de mazorcas, más hileras y granos en la mazorca y mayor peso del grano. Se destacan las relaciones de la formación de los componentes del rendimiento de maíz durante las etapas de desarrollo vegetativo (Vi) y reproductivo (Ri). Y de esta manera estimar la eficiencia agronómica del cultivo de maíz.

La aplicación solo de N da un incremento significativo en rendimiento en suelos con alta fertilidad, así como la adición de P (fósforo) incrementa el rendimiento significativamente en suelos fértiles, pero en los suelos que tienen una fertilidad media se requiere adicionar cationes base (K y Ca) y micronutrientes (Zn y B). Es necesaria la adición de materia orgánica para incrementar la retención de agua y nutrientes, una mejor sincronía entre la aplicación de fertilizantes y la demanda de nutrientes y mejorar la biodiversidad del suelo y lograr altos rendimientos de cosecha con impactos reducidos negativos reducidos al medio ambiente (Zamudio, et. at, 2007).

### 3.15. Fertilización

Se considera Fertilizante a todo producto químico u orgánico que incorporado al suelo o aplicado a los vegetales o sus partes, suministre en forma directa o indirecta sustancias requeridas por aquellos para su nutrición, estimular su crecimiento, aumentar su productividad o mejorar la calidad de la producción. Las plantas no necesitan compuestos complejos, del tipo de las vitaminas o los aminoácidos, esenciales en la nutrición humana, pues sintetizan todos los que precisan. Sólo exigen una docena de elementos químicos, que deben presentarse en una forma que la planta pueda absorber. Estos productos podrán ser de naturaleza inorgánica, orgánica o biológica.

La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad mínima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua (webdelprofesor.ula.ve, 2012).

Los de naturaleza inorgánica u orgánica deberán contener principalmente elementos:

- Nutrientes primarios: Nitrógeno, Fósforo, Potasio.
- Nutrientes secundarios: Calcio, Magnesio, Azufre.
- Menores o micronutrientes: Boro, Zinc, Cobre, Hierro, Molibdeno, Manganeso, Cloro, etc (webdelprofesor.ula.ve, 2012).

#### 3.15.1. Requerimiento nutricional de nitrógeno, fósforo y potasio en el maíz

**Nitrógeno:** La demanda de Nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que, al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo.

**Fósforo:** Aunque la cantidad de Fósforo en la planta de maíz es baja en comparación con el Nitrógeno y el Potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz, y las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes. También este elemento es muy importante para el desarrollo radicular. La cantidad de Fósforo

extraída por las plantas en condiciones normales de cultivos es aproximadamente 10 kilogramos por tonelada de grano cosechado.

**Potasio:** El maíz necesita grandes cantidades de Potasio y casi lo toma en los 30 primeros días de la planta (Flores, 2015).

### **3.15.2. Importancia de cada uno de los nutrientes en el maíz**

- **Nitrógeno (N)**

Es el nutriente motor del crecimiento. Cuando la planta lo absorbe, lo acumula como nitrato en las hojas, y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento, cuyo exponente principal es el AIA (ácido indol acético). Así mismo, el nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas (agroEstrategias, 2010).

- **Fósforo (P)**

Es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta. Su deficiencia le imposibilita a la planta completar normalmente dichos procesos. Los dos momentos críticos en los que su presencia es fundamental son: a la germinación, para favorecer un rápido crecimiento radicular; V6, es decir cuando comienza el crecimiento vegetativo lineal y por ende la mayor demanda y en prefloración, es decir en los momentos en los que comienza una gran actividad metabólica asociada a la fecundación y comienzo del llenado de los granos (agroEstrategias, 2010).

- **Potasio (K)**

Su rol más relevante lo cumple en todo proceso de traslado de azúcares a medida que la planta va fotosintetizando, va acumulando azúcares en las hojas. Estos azúcares son los que la planta trasloca a los granos en el momento del llenado de los mismos. El potasio es el responsable principal de este traslado. Las gramíneas y oleaginosas son altamente exigentes en este nutriente (agroEstrategias, 2010).

### **3.16. Importancia de los análisis de suelo**

El objetivo principal del muestreo de un suelo para obtener una recomendación de fertilización es obtener una muestra que represente en forma precisa el estado de fertilidad del lote donde fue tomada. Lo que se busca es obtener una medida del nivel promedio de fertilidad del campo y una medida de la variabilidad de esta fertilidad. La determinación de la variabilidad fue siempre desechada debido al costo, pero en campos donde se desea iniciar o ya se tienen implantados sistemas de manejo por sitio específico es necesario prestar mucha atención a dicha variabilidad.

El suelo no es homogéneo y presenta diferentes tipos de variación. Las propiedades del suelo, incluyendo la fertilidad, varían de un sitio a otro en el campo, inclusive a través de los diferentes horizontes de un mismo perfil. Como no es práctico muestrear el campo entero se deben extraer submuestras buscando de esta forma estimar el nivel de fertilidad de todo el lote. La intensidad del muestreo para una determinada exactitud depende de cuan variable sea la fertilidad del campo (Roberts & Henry, 2019).

### **3.17. Fertilización química**

Los fertilizantes de origen químico son la opción tradicional de los agricultores para mejorar la productividad de sus cultivos y controlar posibles enfermedades. No obstante, no podemos obviar que su uso tiene consecuencias tanto en las plantas como en el estado del medio ambiente.

En la actualidad, podemos encontrar diversos tipos de fertilizantes en el mercado, pero debemos ser conscientes de que, dependiendo de su composición, repercutirán de manera diferente en el suelo y en el medio ambiente.

Los fertilizantes y abonos que presenta el mercado pueden contener macronutrientes esenciales tales como: carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), además de micronutrientes necesarios en menor cantidad con respecto a los anteriores comentados como son: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro

(B), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y cloro (Cl) y entre otros compuestos que mejoren la eficiencia de los cultivos (Probelte, 2019).

### 3.18. Fertilizantes químicos utilizados en el ensayo

#### 3.18.1. Urea

Urea con 46% de N, es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos la Urea es la fuente Nitrogenada de más alta concentración con grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno. La Urea se hidroliza con rapidez por efecto de la enzima “ureasa” produciéndose iones de Amonio y de Amoniaco (Pacipex Fertilizantes, 2017).

En suelos con aplicaciones superficiales de Urea se pierde Amoniaco (NH<sub>3</sub>) por volatilización, el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) es absorbido por las arcillas y la materia orgánica del suelo y es eventualmente nitrificado o absorbido directamente por las plantas.

<b>Presentación Física:</b>	Perlas o Perdigones Esféricos, color blanco
<b>Tamaño de partícula:</b>	0.85 a 3.35 mm
<b>Solubilidad en agua, a 20° C (100 g/100 ml):</b>	100 g/100 ml. de agua
<b>pH en solución al 10%:</b>	7.5-10.0 Unidades
<b>Densidad Aparente (Kg/m<sup>3</sup>):</b>	770 - 809 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Índice de Salinidad:</b>	75.4
<b>Humedad Relativa Crítica (a 30° C):</b>	73%
<b>Acidez equivalente a Carbonato de Calcio:</b>	84 partes de Carbonato de Calcio por 100 de Urea.

(Fertinova, 2020)

#### Papel Nutricional

El Nitrógeno (N) es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, es parte constitutiva de cada célula viva. En las Plantas, el Nitrógeno es necesario para la

síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El Nitrógeno (N) también es un componente de las vitaminas y de los componentes energéticos de las plantas, igualmente es parte esencial de los aminoácidos y por tanto es determinante para el incremento en el contenido de proteínas en las plantas. Una planta deficiente de Nitrógeno (N) no puede hacer un óptimo uso de la luz solar, por lo que se ve afectada la capacidad de fotosintetizar y en consecuencia su capacidad de aprovechamiento y absorción de nutrientes, limitando con esto el desarrollo adecuado de las plantas (Fertinova, 2020).

### **Usos y recomendaciones**

La Urea tiene una gran variedad de usos y aplicaciones. Es un componente indispensable para producir formulas balanceadas de fertilización, se puede aplicar al suelo directamente, y, se puede incorporar a mezclas físicas balanceadas y por su alta solubilidad en agua puede funcionar como aporte de nitrógeno en formulas NPK foliares, para fertirriego y en fertilizantes líquidos. (Pacipex Fertilizantes, 2017)

#### **3.18.2. Fertilizante 10-30-10**

El abono complejo granulado con alto contenido de fósforo, enriquecido nitrógeno y potasio, El fertilizante edáfico 10 30 10 ideal para las etapas iniciales en la mayoría de los cultivos pues posee una elevada concentración de Fósforo que le permite a la planta crecer vigorosamente y madurar más temprano que las plantas que no lo tienen debido a que fomenta el enraizamiento, floración y macollamiento de los cultivos (La Colina Agrotecnología, 2019).

#### **Nutrientes que componen el fertilizante**

Nitrógeno Total (N) 10%, Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 30%, Potasio (K<sub>2</sub>O) 10%, Para un saco de 50 kg, con una granulometría de 2 – 4 mm, pH: 8 – 10 (La Colina Agrotecnología, 2019).

- Volcamiento de las plantas.
- Ayuda a soportar condiciones adversas, como falta de la humedad del suelo.
- Fortalece la estructura del tallo.

- Incrementa la productividad de los cultivos (La Colina Agrotecnología, 2019).

### **3.18.3. Fertilizante Sulpomag**

Fertilizante simple granulado K para aplicación al suelo. Fertilizante para aplicación al suelo como fuente de Potasio, Magnesio y Azufre en cultivos con requerimientos de Magnesio. Estándar, granulado y premium en sacos de 50kg.

#### **Composición**

Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	22.0 %
Magnesio (MgO)	18.0 %
Azufre total (S)	21.5 %
Cloruro máximo (Cl)	2.5 %
Humedad máxima	0.5 % (Nutrimon, 2009)

#### **Importancia para las plantas**

Es el fertilizante que aporta tres nutrientes: potasio, magnesio y azufre, todos en forma inmediatamente asimilable por la planta. A pesar que la mayoría de los suelos contienen miles de kilos de potasio, sólo una pequeña cantidad está disponible para la planta durante el ciclo de crecimiento, menos del 2 %. Es vital mantener niveles adecuados de potasio en el suelo porque este nutriente tiende a mantenerse en el sitio donde se coloca cuando se fertiliza. Al agregarse al suelo y disolverse, la sal se disociará en sus componentes, de los cuales el potasio y el magnesio serán retenidos en los sitios de intercambio con la arcilla y la materia orgánica. En cambio, los sulfatos serán absorbidos en la superficie disponible de las arcillas, o bien inmovilizados por los microorganismos del suelo, o eventualmente lixiviados a horizontes más profundos (EcuRed, sf).

### **3.19. Los biofertilizantes**

Los Biofertilizantes son sustancias a base de microorganismos del suelo, que se van asociar de manera directa o indirecta al sistema radicular de las plantas ayudando a la



nutrición y desarrollo. Ayuda también como productores hormonales de crecimiento que estimulan el proceso de fijación de nutrientes en las raíces (Reyes, 2016).

### **Aplicación de biofertilizantes**

Para su aplicación existen muchas maneras, pueden ser desde la composta hasta suelo molido, medios de agar, caldos nutritivos, liofilizados o en medios de aceite.

### **Las formas de aplicación son:**

- Suelo
- Material vegetativo
- Semilla (Google Sites, sf)

### **Función de los biofertilizantes**

Ayudan al proceso de nutrición biológica de las plantas, permitiendo así un buen aprovechamiento del nitrógeno atmosférico desarrollando un sistema radicular ayudando a una mayor solubilidad y conductividad de nutrientes (PortalFrutÍcola.com, 2019).

### **Como se usan los biofertilizantes**

El uso de biofertilizantes en la agricultura trae ventajas ambientales y económicas, ya que satisfacen las necesidades nutricionales de los cultivos. Sin embargo, su dosificación debe ser vigilada porque pueden alterar los índices de nitrógeno, fósforo y potasio por sus altos contenidos de origen (Banco de Patentes SIC, 2014).

### **Ventajas en su uso**

- Permiten una producción a bajo costo
- Protección del medio ambiente
- Mantienen la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad (Banco de Patentes SIC, 2014).

### **3.20. Biofertilizante utilizado en el ensayo**

#### **3.20.1. Azospirillum brasilense**

Azospirillum brasilense y A. lipoferum, son los habitantes principales del suelo, la rizosfera y espacios intercelulares de la corteza de la raíz de las plantas gramíneas. Llevan a cabo la relación simbiótica asociativa con las plantas gramíneas. Las bacterias del género Azospirillum son organismos de fijación de N<sub>2</sub> aislados de la raíz y las partes aéreas, de una variedad de plantas de cultivo. La inoculación con azospirillum proporciona resistencia a enfermedades y tolerancia a la sequía (Gonzalez & Sarmiento, 2014).

#### **Posibles mecanismos de acción de Azospirillum sobre el crecimiento vegetal**

No se ha definido el mecanismo principal por medio del cual Azospirillum promueve el crecimiento vegetal. Sin embargo, se han propuesto algunos mecanismos de acción:

- Fijación de nitrógeno, lo cual contribuye con nitrógeno a la planta.
- Efectos hormonales, los cuales promueven el metabolismo y crecimiento vegetal
- Incremento en el crecimiento del sistema completo de raíces, lo cual puede estar relacionado con cambios hormonales y que origina una mayor capacidad de absorción de agua y minerales.
- Alteración del funcionamiento de la membrana por medio de moléculas de comunicación celular (moléculas de este tipo de bajo peso molecular, pueden ser responsables de alterar actividad y funciones de membrana relacionadas con la absorción de iones).
- la hipótesis aditiva, la cual propone la intervención de todos los mecanismos mencionados arriba. (Ferrera & Alarcón , 2007)

## IV. MARCO METODOLOGICO

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Ubicación del experimento

Indicador	Localidad 1	Localidad 2
Provincia	Bolívar	Bolívar
Cantón	Guaranda	Chillanes
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintenilla	Central
Sector	Laguacoto III	San Pedro de Guayabal

#### 4.1.2. Situación geográfica y climática de la zona

Indicador	Localidad 1	Localidad 2
Altitud	2.650 msnm	2364 msnm
Latitud	1°36,47'11.32'' S	71 ° 40'54'' S
Longitud	78°59,36'69,36'' W	97 ° 78'582'' W
Temperatura Máxima	24°C	20.3 °C
Temperatura Mínima	6°C	6.4°C
Precipitación	750 mm	1200 mm

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2017, y GAD Chillanes.

#### 4.1.3. Zona de vida

La localidad 1 de acuerdo a la zona de vida de Holdridge, L. se encuentra en el piso montano bajo o templado frío. La localidad 2 se encuentra en el bosque húmedo Montano Bajo (bh MB).

#### 4.1.4. Material experimental:

Localidad 1: Maíz Guagal variedad INIAP – 111

Localidad 2: Maíz blanco – ecotipo local de Chillanes

Cepas liofilizadas de *Azospirillum spp*

Fertilizantes: 10 – 30 – 10; Urea; Sulpomag

#### **4.1.5. Material de campo**

Flexómetro, Azadones, Machetes, Hoyadora, Piola, Estacas, Cal, Libro de campo, Cámara digital, Mascarilla, Calibrador de vernier, Balanza de reloj, Bomba de mochila, Baldes plásticos, Etiquetas, Determinador de humedad, Letreros, Saquillos, Fundas plásticas, Herbicida: glifosato, Insecticidas: Cypermetrina y Chlorpyrifos, Fertilizantes: 10-30-10, Urea y Sulpomag y Transporte.

#### **4.1.6. Material de oficina**

Computadora, Impresora, Flash Memory, Calculadora, Esferográficos, Lápiz, Regla, Papel Bonn, Borrador, Programa estadístico Statistix 9

#### **4.1.7. Materiales de bioseguridad**

Guantes, Mascarilla, Alcohol antibacterial, Traje antilíquido, Jabón líquido

## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Factores en estudio:

Se planteó un ensayo independiente para cada localidad. El factor en estudio corresponde al protocolo de fertilización empleado.

### 4.2.2. Tratamientos

Se consideró tratamiento a cada sistema de fertilización para cada localidad, según el siguiente detalle:

#### Localidad 1: Laguacoto III

Tratamientos	Descripción
T1	50% de fertilización química (N P K S Mg) + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz: 35,26 – 9,62 – 15, 54 – 11,34 –10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz
T2	100% de fertilización química (N P K S Mg): 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg
T3	Testigo Agricultor (Manejo del Agricultor) 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg

#### Localidad 2: Chillanes

Tratamientos	Descripción
T1	50% de fertilización química (N P K S Mg) + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz
T2	100% de fertilización química (N P K S Mg) 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg
T3	Testigo Agricultor (Manejo del Agricultor) 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg

### **4.3. Procedimiento:**

Tipo de diseño Experimental: Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones, en dos localidades de la Provincia Bolívar.

Número de localidades	2
Numero de tratamientos	3
Número de unidades experimentales	18

#### **4.3.1. Ensayo Localidad 1: Laguacoto III**

Área total del ensayo:	3607.5 m <sup>2</sup>
Área total por tratamiento:	1170m <sup>2</sup>
Área neta por sub parcela	100 m <sup>2</sup>
Número de plantas por golpe:	2
Número de subparcelas:	9
Distancia entre surcos:	0.80 m
Distancia entre plantas:	0.50
Distancia entre bloques y parcelas:	1 m

#### **4.3.2. Ensayo Localidad 2: Chillanes San Pedro de Guayabal**

Área total del ensayo:	585.35 m <sup>2</sup>
Área total por tratamiento:	105 m <sup>2</sup>
Área neta por sub parcelas:	32.4 m <sup>2</sup>
Número de plantas por golpe:	2
Número de plantas por parcela:	720 plantas
Número de subparcelas:	9
Número de plantas por subparcela:	216
Distancia entre surcos:	0.90 cm

Distancia entre plantas: 0.50 cm

Distancia entre bloques y parcelas: 1 m

#### 4.4. Tipo de análisis

Análisis de varianza (ADEVA) sencillo al 5% por localidad:

Fuentes de variación	Grados de libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	$\int^2 e + 3\int^2$ bloques
Tratamientos(t-1)	2	$\int^2 e + 3\theta^2$ tratamientos
Error Experimental (t-1) (r-1))	4	$\int^2 e$
Total (txr)-1	8	

**CME: Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos seleccionados por los investigadores.**

- Prueba de Tukey para comparar los promedios de tratamientos
- Análisis de correlación y regresión.
- Relación beneficio costo.

#### 4.5. Métodos de evaluación y datos tomados

##### 4.5.1. Altura de la planta (AP)

Con la ayuda de un flexómetro en cm, en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta, Se midió desde la base de la planta (raíces coronarias) hasta la primera ramificación de la inflorescencia masculina, variable que se tomó al momento de la cosecha en seco.

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

Al momento de la cosecha en seco, con la ayuda de un flexómetro en centímetros en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta, se midió desde la base de la planta hasta el nudo en donde se encontró la inserción de la mazorca superior).

#### **4.5.3. Acame de raíz (AR)**

Se registraron el número de plantas que presentaron una inclinación de 30 a 45°, con respecto de la vertical, misma que se evaluó en el momento de la cosecha en seco y los resultados se expresaron en porcentaje en relación al total de plantas por parcela.

#### **4.5.4. Acame de tallo (AT)**

Se consideró el número de plantas que presentaron el tallo quebrado bajo la inserción de la mazorca superior en toda la parcela en el momento de la cosecha en seco y los resultados se expresaron en porcentaje de acuerdo al número total de plantas por parcela.

#### **4.5.5. Número de plantas por parcela (NPPSP)**

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

#### **4.5.6. Volumen de raíz**

Variable que se evaluó al momento de la cosecha en seco, en 3 plantas seleccionadas un vigor alto, medio y bajo, en una probeta graduada y con un volumen conocido de agua a la que se le agregó la masa radicular lavada y por diferencia de volumen se obtuvo el dato y su resultado se expresó en centímetros cúbicos.

#### **4.5.7. Porcentaje de plantas con una mazorca (PPCM)**

Este componente del rendimiento se registró en la cosecha contabilizando el número de plantas que presentaron una mazorca, su resultado se expresó en porcentaje.

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

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

#### **4.5.9. Porcentaje de plantas sin mazorca (PPSM)**

Esta variable se registró en la cosecha en seco, contando el número de plantas sin mazorca y el resultado se expresó en porcentaje.



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

Se evaluaron 10 mazorcas tomadas al azar del área útil de cada parcela neta y se midió con la ayuda de un flexómetro desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma (sin brácteas) y se expresó en centímetros.

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

Con la ayuda de un calibrador Vernier, se midió la parte central de las 10 mazorcas (sin brácteas) tomadas al azar de cada parcela neta, su resultado se expresó en centímetros.

#### **4.5.12. Aspecto de la mazorca (AM)**

Este carácter se registró mediante observación directa, donde se evaluó el aspecto general de las mazorcas al momento de la cosecha, en una escala de calificación establecida por el CIMMYT. 1986:

1= Optimo

2= Bueno

3= Regular

4= Malo

5= Muy malo

#### **4.5.13 Sanidad de la mazorca (SM)**

Al momento de la cosecha en seco, en cada parcela neta, se calificó la incidencia de pudriciones de mazorca y de grano, según la escala de 1 a 5, de la siguiente manera:

1= 0% de granos infectados

2= 10% de granos infectados

3= 20% de granos infectados

4= 30% de granos infectados

5= 40% o más de granos infectados

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

Esta variable se evaluó en 10 mazorcas de cada una de las parcelas netas en la cosecha en seco, contando el número de hileras de cada mazorca.

#### **4.5.15. Numero de granos por hilera (NGPH)**

Para determinar este componente se contó el número de granos que tuvo cada hilera de una muestra de 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela neta en la cosecha en seco.

#### **4.5.16. Número de granos por mazorca (NGPM)**

Esta variable se evaluó en 10 mazorcas de cada una de las parcelas netas en la cosecha en seco, contabilizando el número de granos de cada mazorca.

#### **4.5.17. Desgrane (D)**

Se tomaron diez mazorcas al azar de la parcela neta y se procedió a registrar el peso inicial (P1), luego se desgranaron manualmente las mazorcas y se procedió a pesar el grano (P2) en una balanza digital y se expresó en porcentaje.

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

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

Se tomaron 10 mazorcas al azar de la parcela neta de cada unidad experimental al momento de la cosecha en seco, mismas que fueron desgranadas manualmente y se evaluó el contenido de humedad del grano con un determinador portátil expresando el resultado en porcentaje.

#### **4.5.19. Rendimiento por parcela (RP)**

Una vez cosechado las mazorcas de cada unidad experimental, con una balanza de reloj se pesó las mazorcas en Kg/parcela neta.

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

Una vez cosechado se aplicó la siguiente fórmula matemática:

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

**Dónde:**

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

PCP = Peso de Campo por Parcela en kg.

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

HC = Humedad de Cosecha en %.

HE = Humedad Estándar 13%.

D = Porcentaje de desgrane. (Monar, C. 2012)

#### 4.5.21. Peso de 100 granos (PG)

Una vez desgranado el grano, se tomó 100 semillas al azar de cada parcela neta, con la ayuda de una balanza de precisión se pesó los 100 granos, su valor se expresó en gramos.

#### 4.5.22. Numero de granos por kilogramo (NGPK)

Una vez, el grano de maíz estuvo limpio y seco al 13% de humedad, se tomó muestras al azar de un kilogramo de semilla de cada tratamiento y se procedió a contar el número total de granos/kilogramo.

#### 4.5.23. Rendimiento de Biomasa kg/ha (BH)

Con los datos que se obtuvieron de una muestra del peso de tres plantas en la cosecha, se procedió a calcular la biomasa mediante la siguiente fórmula

$$PTM \times 3pl/g = \left( \frac{P1Pl \text{ g}}{1000 \text{ g}} \right) \times pl/Ha$$

Donde:

PTM = Peso total de las muestras.

3pl/g = Tres plantas en gramos.

P1pl g = Peso de una planta en gramos

Pl/Ha. = Número de plantas por hectárea.

#### **4.5.24. Cantidad de precipitación (CP)**

Se registró la cantidad de la precipitación en mm diariamente durante el año agrícola 2019 – 2020 y el correspondiente al ciclo del cultivo (desde la siembra hasta la cosecha en seco: del 05 de diciembre de 2019 al 29 de agosto de 2020), para lo cual se colocó en el sitio del ensayo un pluviómetro y las lecturas se realizaron diariamente a las 07H00.

### **4.6. Manejo del ensayo**

#### **4.6.1. Análisis del suelo**

En cada localidad, dos meses antes de la siembra previo a la instalación del ensayo, se tomaron muestras de suelo y se enviaron al el Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP-Estación Experimental Santa Catalina y se realizó el análisis físico – químico del suelo, para la determinación de macro y micronutrientes, materia orgánica y textura del suelo, con el fin de disponer de la recomendación de fertilización química.

#### **4.6.2. Preparación del terreno**

La preparación del terreno se realizó 2 meses antes de la siembra, mediante un pase de arada y finalmente el surcado.

#### **4.6.3. Inoculación de semilla con el Biofertilizante Fertibacter**

En una cubeta se colocó la semilla de maíz I-111 Guagal Mejorado y ecotipo local de Chillanes, se aplicó el Biofertilizante Fertibacter (Biofertilizante 500 ml) para 15 kg semilla.

Para Laguacoto se utilizó 117 ml en 3.51 kg semilla. Para Chillanes se utilizó 11 ml en 0.32 kg semilla. Se mezcló el producto con la semilla y se dejó reposar de 5 minutos. Posteriormente se realizó la siembra.

#### **4.6.4. Siembra**

La siembra se realizó manualmente colocando 2 semillas inoculadas de maíz por sitio. No se desinfectó la semilla porque *Azospirillum spp* son microorganismos vivos que no sobrevive a la aplicación de insecticidas, acaricidas y fungicidas ya que su actividad se verá reducida en presencia de estos.

En el ensayo de Laguacoto III se empleó una distancia de siembra de 50 cm entre planta y 80 cm entre surco, En el ensayo de Chillanes la distancia de siembra fue de 50 cm entre planta y 90 cm entre surco.

En el ensayo de Laguacoto se utilizó 10.82 kg de semilla en todo el ensayo. En el ensayo de Chillanes se utilizó 1.76 kg de semilla en todo el ensayo.

#### **4.6.5. Densidad de siembra**

Para el ensayo de Laguacoto se estableció una densidad de 9.019 plantas en total de todo el ensayo. En el ensayo de Chillanes se implantó una densidad de 1.301 plantas en total de todo el ensayo.

#### **4.6.6. Fertilización**

La fertilización se la realizó por 2 ocasiones tomando en cuenta el análisis químico del suelo y la recomendación por localidad; la primera dosis se aplicó al inicio del ensayo y la otra a los 45 días al momento del aporque. Como fuentes se utilizó 10 – 30 – 10; Sulpomag y Urea.

Las dosis aplicadas fueron para el Laguacoto III: T1: 35,26 – 9,62 – 15, 54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz. T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg y T3: 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg.

En la localidad 2 se aplicó: T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz. T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 –

22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg y T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg.

A los 45 días después de la siembra; en el aporque se realizó la segunda fertilización de Urea.

#### **4.6.7. Aporque**

Se realizó de forma manual a los 45 días después de la siembra, con la finalidad de tapar la Urea que se aplicó como fertilización complementaria.

#### **4.6.8. Riego**

Durante establecimiento, manejo del ensayo y ciclo del cultivo, no fue necesario aplicar riego ya que las condiciones climáticas fueron adecuadas para el desarrollo del cultivo.

#### **4.6.9. Control de malezas**

Se realizó deshierbas manuales, debido a que *Azospirillum* y *Pseudomonas*, son organismos vivos que no sobreviven a la aplicación de herbicidas, por lo que no se utilizó el control químico.

#### **4.6.10. Control de plagas**

Para gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se realizó oportunamente y cuando se lo considero necesario de acuerdo a su umbral económico (cuando la plaga alcanzo un daño mayor al 5%) con aplicaciones de *clorpirifos* más *cipermetrina* 40cc/20trs de agua para el control.

Para el combate de insectos de la mazorca como la mosca de choclo (*Euxesta eluta*), se realizaron dos aplicaciones la primera a los 123 días con Cipermetrina en dosis 40 cc + 10 cc de fijador agrícola/ 20 l de agua y la segunda a los 140 días con Acefato en dosis de 30 g + 10 cc de fijador/20 l de agua; es decir cuando las plantas estuvieron con el 30% y el 100% de floración femenina.

#### **4.6.11. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, en seco cuando el cultivo de maíz estuvo en madures fisiológica, es decir la base del embrión en grano presenté un color café oscuro.

#### **4.6.12. Desgrane**

El desgrane se realizó en forma manual.

#### **4.6.13. Secado**

Se efectuó en un tendal con la ayuda de la luz solar hasta cuando tuvo un 14% de humedad el grano.

#### **4.6.14 Aventado**

Con la fuerza del viento se separaron las impurezas físicas del grano.

#### **4.6.15 Clasificación**

Luego que el grano fue desgranado, secado y aventado, se clasificó separando los granos sanos y descartando los dañados o malogrados.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**5.1.** Altura de Planta (AP en cm); Volumen de Raíz (VR en cm<sup>3</sup>); Altura Inserción de Mazorca (AIM en cm); Acame de Tallo (AT en %); Acame de Raíz (AR en %); Número de Plantas Por Parcela (NPP); Porcentaje de Plantas con Mazorca (PPCM); Porcentaje Plantas Con Dos Mazorcas (PPCDM); Porcentaje de Plantas Sin Mazorca (PPSM); Longitud de Mazorca (LM en cm); Diámetro de Mazorca (DM en cm); Aspecto de la Mazorca (AM); Sanidad de la Mazorca (SM); Porcentaje de Desgrane (PD); Porcentaje de Humedad (PDH); Numero de Hileras Por Mazorca (NHPM); Numero de Granos por Hilera (NGPH); Numero de Granos Por Mazorca (NGPM); Peso de 100 Granos (P100G); Numero de Granos por Kg (NGPKg); Rendimiento por Parcela (RPP); Rendimiento de maíz seco (RH en Kg/ha) y Rendimiento de Biomasa/HA (RB).

**Cuadro No. 1.** Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos: Sistema de fertilización en las variables AP en cm; VR en cm<sup>3</sup>; AIM en cm; AT en %; AR en %; NPP; PPCM; PPCDM; PPSM; LM en cm; DM en cm; AM; SM; PD; PDH; NHPM; NGPH; NGPM; P100G; NGPKg; RPP; RH en Kg/ha y RB en Kg/ha.

LOCALIDAD I: LAGUACOTO III						LOCALIDAD II: SAN PEDRO DE GUAYABAL					
Variables	TRATAMIENTOS			Media	CV %	Variables	TRATAMIENTOS			Media	CV %
	T1	T2	T3	General			T1	T2	T3	General	
AP (*)	258,33 B	287,33 A	270 AB	271,89	3,58	AP (*)	318,33 B	336,33 A	323 AB	325,89	2,09
VR (**)	34,6 B	44,86 A	35 B	38,15	6,04	VR (**)	44,44 B	53,81 A	34,43 C	44,23	7,17
AIM (**)	162 B	186 A	176 A	174,00	2,79	AIM (NS)	240,00 A	237,62 A	231,67 A	236,43	5,7
AT (NS)	32,2 A	24,77 A	30,48 A	29,15	25,69	AT (NS)	16,66 A	21,92 A	32,26 A	23,61	38
AR (NS)	3,34 A	3,51 A	2,96 A	3,27	21,85	AR (*)	20,11 B	16,82 B	36,65 A	24,53	26,72
NPP (**)	263,67 A	257 A	226,33 B	249	2,61	NPP (**)	152,67 B	207,67 A	120 C	160,11	1,96
PPCM (NS)	75,79 A	86,14 A	74,69 A	78,87	6,33	PPCM (NS)	81,43 A	87,76 A	77,47 A	82,22	5,93
PPDM (NS)	13,39 A	8,12 A	11,91 A	11,14	68,37	PPDM (NS)	1,95 A	1,61 A	2,93 A	2,16	18,68



PPSM (*)	10,82 B	5,75 C	13,40 A	9,99	50,03	PPSM (*)	17,28 AB	10,64 B	19,60 A	15,84	38,39
LM (*)	16,62 B	18,62 A	16,40 B	17,21	3,81	LM (*)	13,59 A	14,61 AB	13,61 A	13,94	2,94
DM NS	4,72 A	5,17 A	4,70 A	4,86	5,11	DM (NS)	4,61 A	5,25 A	4,58 A	4,81	6,77
AM (NS)	2,00 A	2,00 A	2,00 A	2,00	0,59	AM (NS)	2,00 A	2,00 A	2,00 A	2,00	0,22
SM (NS)	2,00 A	2,00 A	2,00 A	2,00	0,10	SM (NS)	2,00 A	2,00 A	2,00 A	2,00	0,1
PD (NS)	75,26 A	86,55 A	76,1 A	79,30	8,25	PD (**)	76,56 B	90,64 A	79,1 B	82,1	3,88
PDH (**)	15,80 B	17,73 A	15,27 B	16,27	3,7	PDH (*)	15,43 AB	14,23 B	16,6 A	15,42	5,3
NHPM (**)	10,33 B	12,67 A	11,00 B	11,33	4,16	NHPM (**)	9,67 A	10A	10,33 A	10,00	4,71
NGPH (**)	28,67 B	31,33 A	27,67 B	29,22	2,79	NGPH (**)	22,33 B	25,33 A	23,33 B	23,66	2,44
NGPM (**)	296,00 B	397,00 A	304,00 B	333	6,71	NGPM (NS)	226 A	253,33 A	241 A	240,11	8,17
P100G (**)	54,88 B	63,04 A	54,45 B	57,46	4,84	P100G (NS)	55,05 A	52,4 A	45,83 A	51,09	9,17
NG/KG (NS)	1848,67 A	1848,67 A	1892,67 A	1863	7,14	NG/Kg (NS)	1732,67	1911,33	2219,33	1954,44	12,87
RPP (NS)	23,84 A	29,41 A	23,14 A	25,46	11,56	RPP (NS)	19,41 A	18,7 A	14,97 A	17,69	11,15
RH (**)	1422,51 B	2299,38 A	1717,42 B	1813,10	12,01	RH (*)	3794,44 AB	4562 A	3187,17 B	3847,87	13,41
RB (NS)	7173,78 A	6752,79 A	7702,15 A	7209,57	17,69	RB (NS)	3538,39 A	3492,41 A	2161,66 A	3064,15	11,94

Promedios con diferente letra, son estadísticamente diferentes al 5% NS = No Significativo. \* Significativo al 5%. \*\* Altamente significativo al 1%.

## **TRATAMIENTOS: SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN.**

La respuesta de los sistemas de fertilización en cuanto a la variable AP en cm, fue significativa en las dos localidades (Cuadro No. 1).

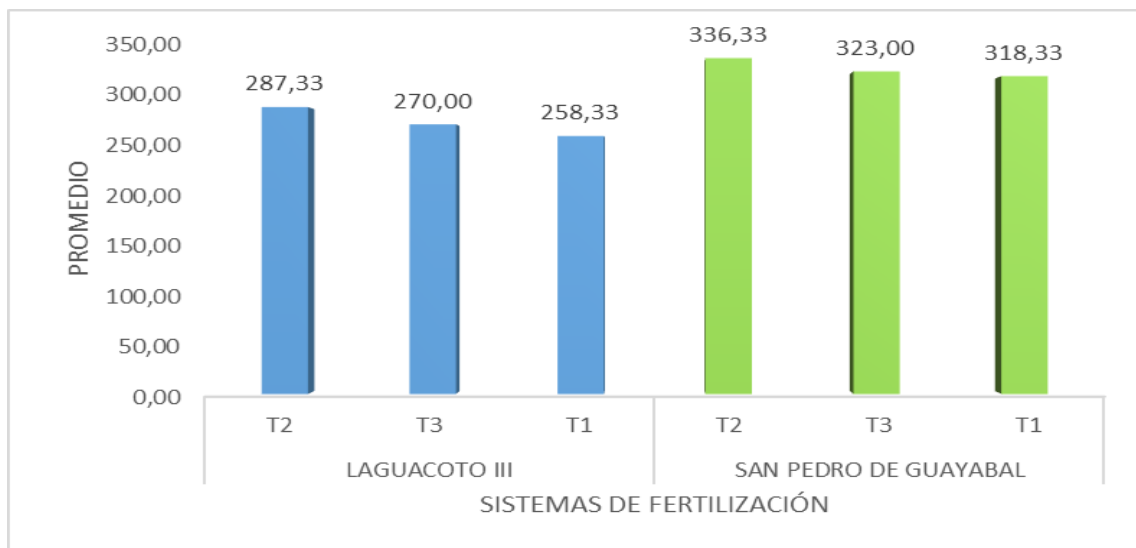
Con la prueba de Tukey al 5%, en el Laguacoto la mayor altura de plantas se registró en el tratamiento T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 287,33 cm. Plantas de maíz más bajas se evaluó al aplicar 35,26 – 9,62 – 15, 54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz (T1) con 258,33 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1)

En San Pedro de Guayabal, la mayor AP registrado fue de 336,33 cm, mismo que dio en el tratamiento T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 336,33 cm; la menor AP se registró en el T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con y 318,33 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1)

En el Laguacoto la AP promedio fue de 271,89 cm y en San Pedro de Guayabal 325,89 cm (Cuadro No. 1).

Los resultados de la AP, son superiores a los reportados por Changoluisa, 2013, quien reporta un promedio de 2,50 m de AP.

La diferencia del AP entre localidades, se debe quizá al crecimiento y desarrollo vegetativo propio de cada variedad de maíz empleada en la investigación; carácter que está influido por los factores edáficos como contenido de macro y micronutrientes, en los ambientales esta la humedad, el fotoperiodo entre otros.



**Gráfico No. 1.** Altura de plantas en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.

Para el Volumen de Raíz evaluado en  $\text{cm}^3$ , en las dos localidades, se determinó un efecto muy diferente (\*\*) entre los Sistemas de Fertilización (Cuadro No. 1)

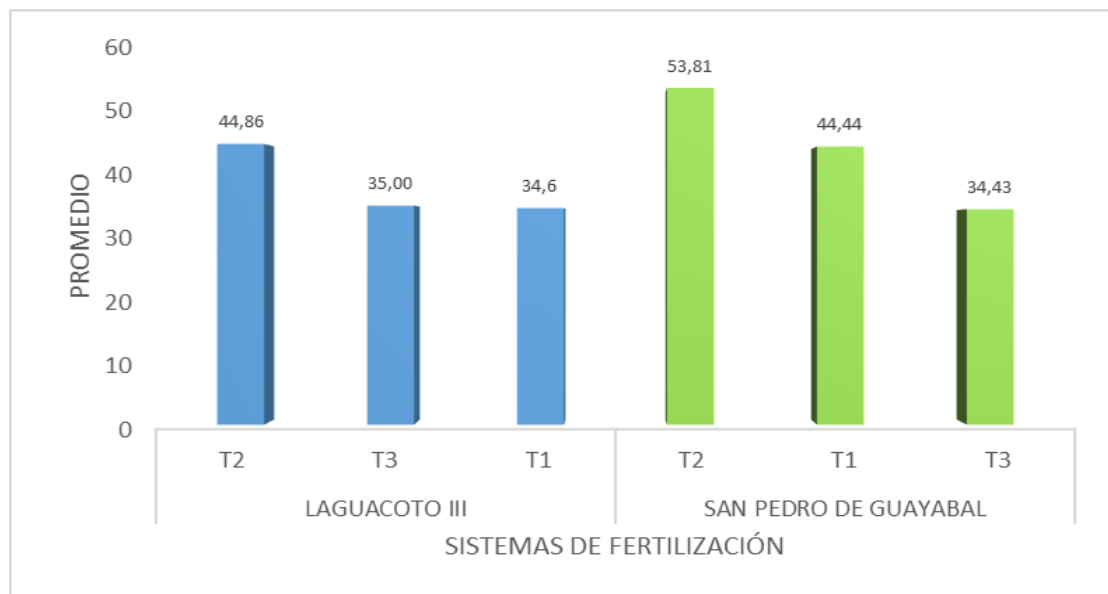
En promedio general el VR en el Laguacoto III, fue de  $38,15 \text{ cm}^3$ ; para San Pedro de Guayabal la media general fue de  $44,23 \text{ cm}^3$  (Cuadro No. 1)

Con la prueba de Tukey al 5%, en la localidad de Laguacoto III, el tratamiento con el promedio más alto para el VR fue el T2:  $70,51 - 19,23 - 31,08 - 24,67 - 20,18 \text{ kg/ha}$  de N – P – K – S – Mg con  $44,86 \text{ cm}^3$  y el promedio menor se evaluó en el T1:  $35,26 - 9,62 - 15,54 - 11,34 - 10,09 \text{ kg/ha}$  de N – P – K – S – Mg +  $1 \text{ lt/ha}$  de Fertibacter- Maíz con  $34,60 \text{ cm}^3$  (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 2).

Para San Pedro de Guayabal, el mayor VR correspondió al tratamiento T2:  $82,70 - 82,50 - 55,00 - 27,50 - 22,50 \text{ kg/ha}$  de N – P – K – S – Mg con  $53,81 \text{ cm}^3$ ; el tratamiento con el menor VR fue el T3:  $108 - 84 - 48,53 - 12,13 - 15,86 \text{ kg/ha}$  de N – P – K – S – Mg con  $34,43 \text{ cm}^3$  (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 2).

El VR, es un carácter de tipo varietal y depende en gran medida de la textura y estructura; así como del grado de compactación del suelo.

Quizá en estos resultados influyó el Nitrógeno que se aplicó a durante el ciclo de cultivo; sabemos que el nitrógeno estimula el desarrollo vegetativo de la planta especialmente en su etapa inicial, lo que contribuyó a obtener un mayor volumen de raíz.



**Gráfico No. 2. Volumen de Raíz en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

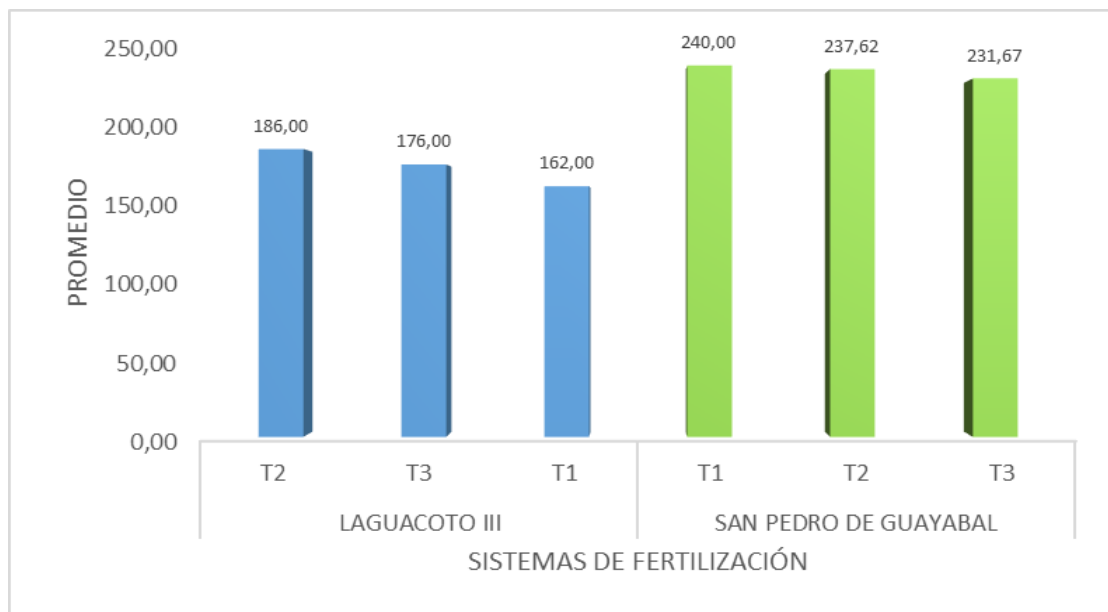
La respuesta de los Sistemas de Fertilización en cuanto a la Altura Inserción de Mazorca en el Laguacoto III fue muy diferente (\*\*); mientras que en San Pedro de Guayabal, se determinó una respuesta similar (NS) (Cuadro No. 1).

En la localidad 1, se calculó una AIM promedio de 174,00 cm, en la Localidad 2 al AIM promedio fue de 236,43 cm (Cuadro No. 1).

Al aplicar la prueba de Tukey al 5%, en el Laguacoto III, la mayor AIM se encontró en al aplicar 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 186 cm, y, el valor promedio menor se tuvo en la dosis 35,26 – 9,62 – 15,54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz (T1) con 162,00 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 3).

En la Localidad 2, la AIM mayor se registró en el T1: (41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter - Maíz) con 240,00 cm, y la más bajo se tuvo en la Fertilización del Agricultor (T3): 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha con 231,67 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 3).

Con los resultados obtenidos en la localidad 2, nos permite inferir con la aplicación de las cepas de *Azospirillum spp*, se pueden reducir las dosis de N aplicadas durante el ciclo del cultivo, haciendo que la planta absorba el N presente de forma natural en el suelo de esta forma se hace más sostenible la producción de maíz.



**Gráfico No. 3. Altura de la Inserción de la Mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

En las dos zonas agroecológicas, no se calcularon diferencias significativas entre los Sistemas de Fertilización en relación al componente Acame de Tallo evaluado en porcentaje (Cuadro No. 1).

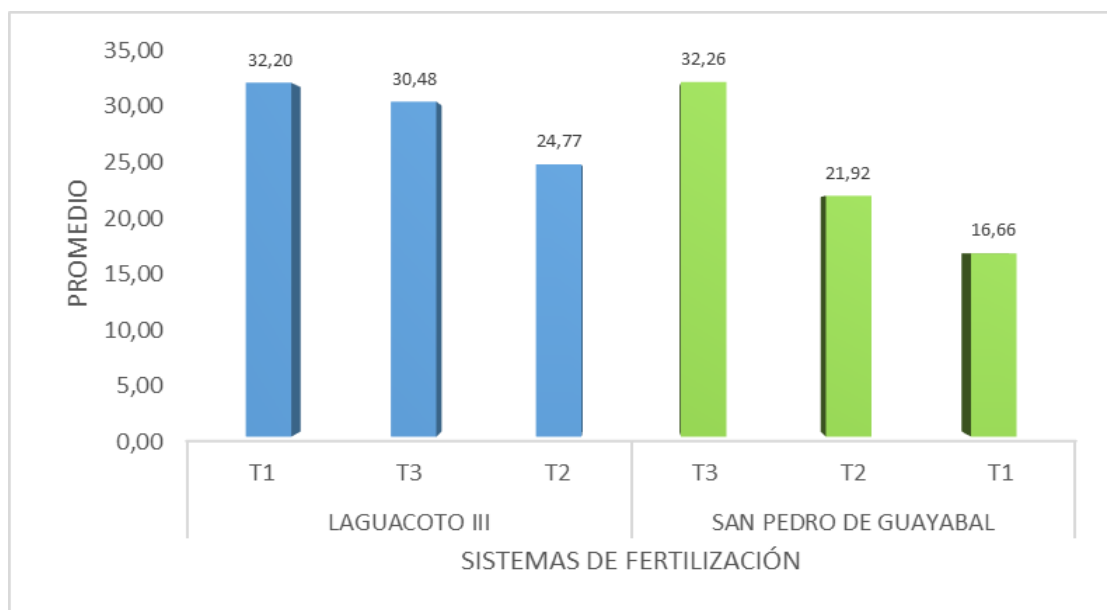
En promedio general el AT en el Laguacoto III fue de 29,15 %; en San Pedro de Guayabal se tuvo un AT promedio de 23,61% (Cuadro No. 1).

De acuerdo con los resultados de la prueba de Tukey al 5%, numéricamente en la Localidad 1, el Porcentaje más alto de AT se evaluó en el T1: 35,26 – 9,62 – 15, 54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con el 32,20%; y el porcentaje más bajo se dio en el T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 24,77% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 4).

En San Pedro de Guayabal, el mayor AT, se evaluó en el tratamiento T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 32,26%; el promedio menor del AT, se registró en el tratamiento T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 16,66% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 4).

Estos resultados nos permiten inferir que el AT es una característica genotípica y mantiene una fuerte interacción con factores externos como contenido de macro y

micronutrientes en el suelo, sanidad y nutrición de la planta, altura de planta, presencia de vientos y entre otros.



**Gráfico No. 4. Acame de Tallo en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

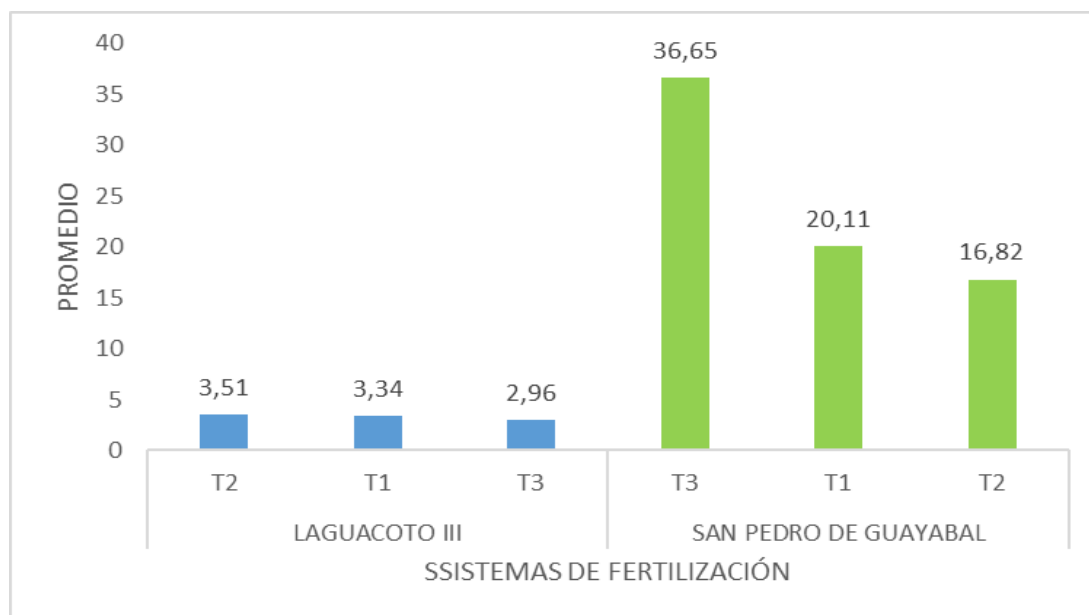
La respuesta de los Sistemas de Fertilización en la variable AR, en la Localidad de Laguacoto III fue similar (NS), calculándose una media general de 3,27%. En San Pedro de Guayabal se evaluó una respuesta diferente (\*), teniendo una media general de 24,53% (Cuadro No. 1).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, indican que en el Laguacoto III, el mayor AR se registró en la dosis 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 3,51%; y el promedio menor se tuvo en la dosis 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T3) con 2,96%. (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 5).

En San Pedro de Guayabal, el mayor AR, se dio en el T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 36,65%, en tanto que el valor más bajo se determinó en el T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg con el 16,82% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 5).

Con estos resultados se confirman lo señalado por Zambrano; et. al. 2020 El biofertilizante Fertibacter-Maíz, es un producto que contiene bacterias (microorganismos del suelo) del género; *Azospirillum*, las cuales tienen la capacidad de

promover el crecimiento de los cultivos, estimulando el desarrollo radicular, aumentando significativamente la absorción de los nutrientes como el nitrógeno y fósforo, haciéndolos más aprovechables por el cultivo. lo que contribuye a reducir el acame de raíz en el cultivo.

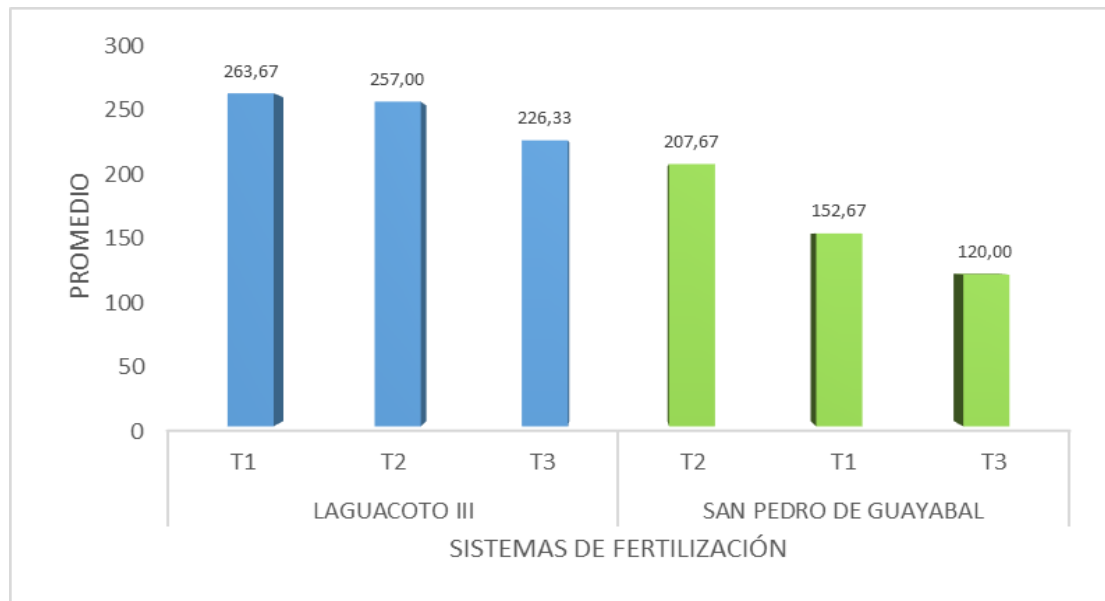


**Gráfico No. 5. Acame de Raíz en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

La respuesta de los Sistemas de Fertilización en cuanto al NPP, en las dos localidades fue muy diferente (\*\*). En promedio general en el Laguacoto III se tuvo 249,00 PPP y en San Pedro de Guayabal 160 PPP (Cuadro No. 1).

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, en la Localidad 1, el mayor NPP se tuvo en el T1: 35,26 – 9,62 – 15, 54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 263,67 (263) plantas; el menor número se dio en el T3: (80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg) con 226,33 (227) plantas (Cuadro No. 1 y Grafico No. 6).

En la Localidad 2, el mayor NPP se registró en el T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 207,67 (208) plantas y el menor NPP en el T3: (108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg) con 120,00 plantas (Cuadro No. 1 y Grafico No. 6).



**Gráfico No. 6. Número de plantas/parcela en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

En las dos Localidades, no se calcularon diferencias estadísticas significativas como respuesta de los Sistemas de Fertilización en el componente PPCM con mazorca. En el Laguacoto III, el 78,87% de plantas presentaron mazorca. En San Pedro de Guayabal el 82,22% de plantas presentaron mazorcas (Cuadro No. 1).

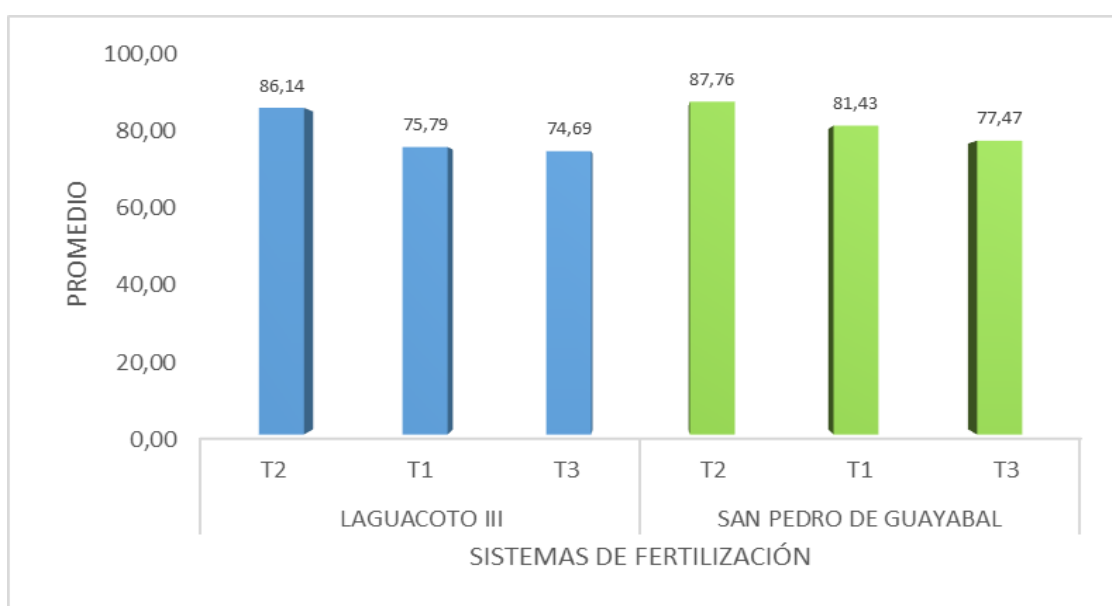
Los valores promedios obtenidos en esta investigación son menores a los reportados por Changoluisa, 2013, en su trabajo de investigación.

Con la prueba de Tukey al 5%, en el Laguacoto III el mayor PPCM se evaluó en el T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 86,14%. En el testigo T3: 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg, se encontró el valor más bajo con el 74,69% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 7)

En San Pedro de Guayabal, el valor más alto del PCM, fue de 87,76% que correspondió a la dosis 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2); el valor más bajo fue 77,47% encontrándose al aplicar 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T3) (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 7).

Esto nos confirma que este componente es de tipo varietal o genético, dependiendo de las condiciones climáticas; del contenido y disponibilidad de los nutrientes del suelo para ser aprovechables por la planta; así como de un buen manejo de cultivo.





**Gráfico No. 7. Porcentaje de plantas con mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

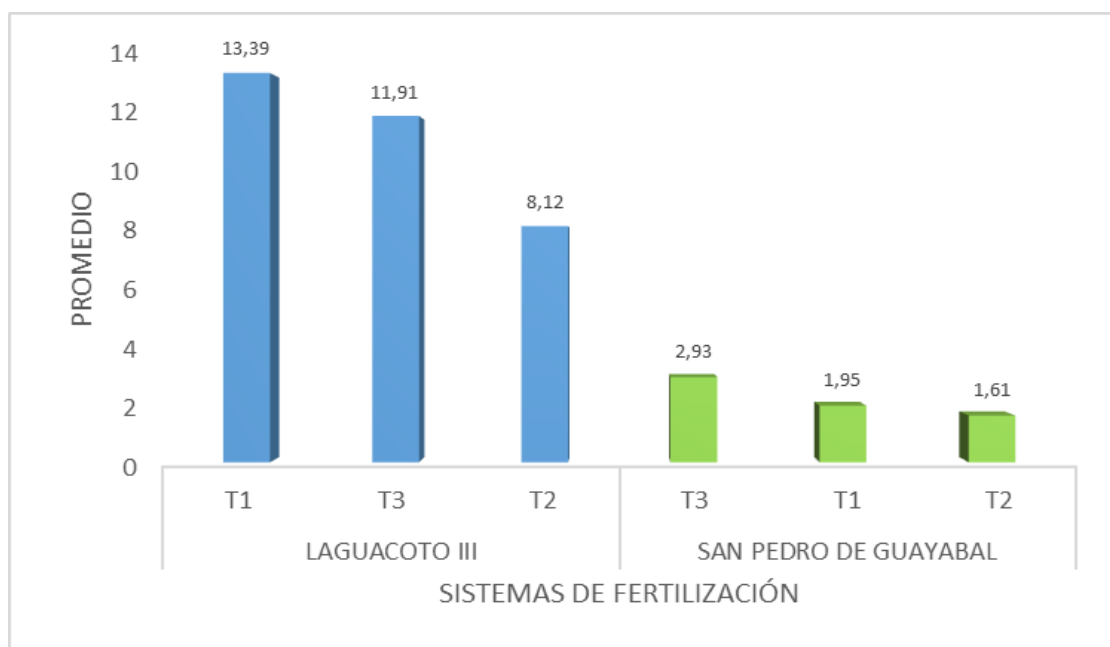
La respuesta de los Sistemas de fertilización en cuanto al porcentaje de plantas con dos mazorcas en las dos localidades fue similar (NS). En promedio general en el Laguacoto III, se registró un 11,14% y en San Pedro de Guayabal se tuvo apenas el 2,16% de plantas con dos mazorcas (Cuadro No. 1).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, señalan numéricamente que en Laguacoto III el tratamiento con el mayor PPDM fue el T1: 35,26 – 9,62 – 15,54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 13,39%, y el promedio menor se evaluó en el T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 8,12% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 8).

En la localidad 1, se puede evidenciar que los efectos del *Azospirillum spp*, este produce la rizósfera, favoreciendo el crecimiento radicular de la planta, así como también la absorción de agua y nutrientes, repercutiendo positivamente en la producción vegetal (Döbereiner & Urquiaga, 1995).

En Chillanes el mayor PPDM se tuvo en la dosis del Agricultor T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 2,93%; mientras que el valor porcentual más bajo se registró en la dosis 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 1,61% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 8)

Estos resultados también pueden deberse a la variabilidad de los genotipos utilizados en la investigación, y la interacción entre genotipo y el sistema de fertilización, recordemos que el análisis de suelo para la Localidad 2, presentó contenido alto para N; K y Ca; medio para P, S y Mg; y un contenido alto de MO



**Gráfico No. 8. Porcentaje de plantas con dos mazorcas en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

En las dos zonas agroecológicas se calcularon diferencias estadísticas significativas como respuesta de las Dosis de Fertilización en el carácter PPSM (Cuadro No. 1)

Laguacoto III registró una media general de 9,99% y San Pedro de Guayabal tuvo una media de 15,84% PSM (Cuadro No. 1).

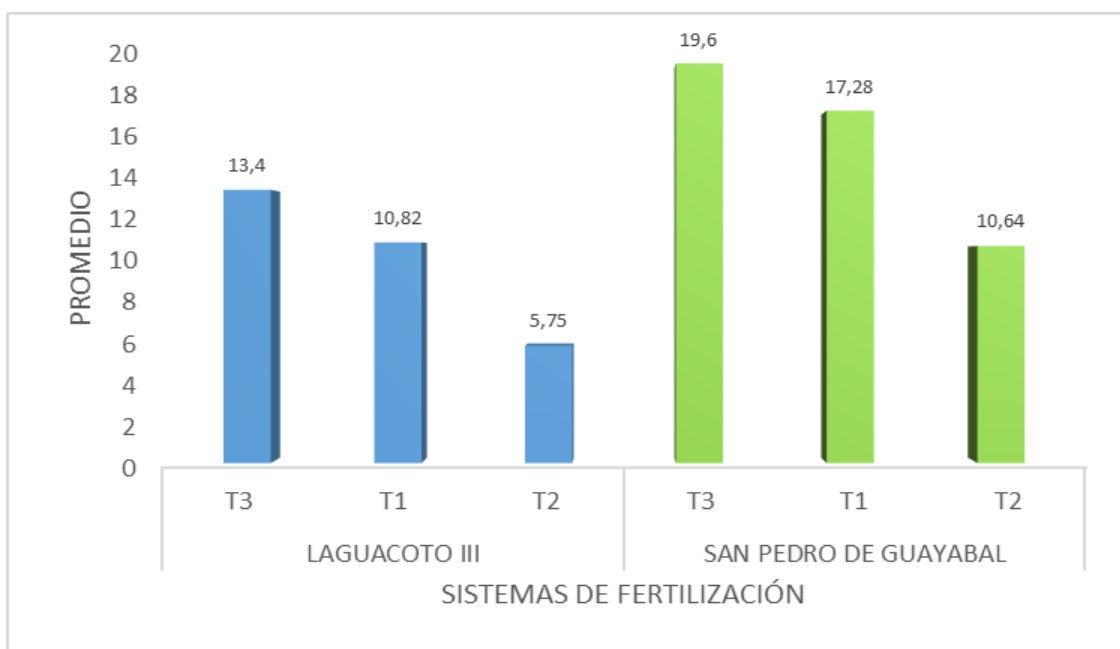
El número de mazorcas por planta es un indicador de suma importancia en la producción de maíz, ya que tiene una relación positiva y significativa con el rendimiento final, sea este en choclo o seco.

Factores determinantes para este carácter agronómico, es la presencia de radiación solar en la fase de floración masculina, ya que esto permite la madurez de los granos de polen, proveyendo una fecundación adecuada.

Con la prueba de Tukey al 5%, para la Localidad 1, el mayor PPSM correspondió a la dosis del Agricultor (T3) 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha con el 13,40%. El

PPSM inferior se registró en el T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 5,75% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 9).

En la Localidad 2, el valor promedio más alto del PPSM se tuvo al aplicar 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T3) con 19,60%, y, el porcentaje más bajo se dio en la dosis 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 10,64% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 9).



**Gráfico No. 9. Porcentaje de plantas sin mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

La respuesta de los Sistemas de Fertilización en cuanto a la variable LM evaluada en cm, en las dos localidades fue diferente (\*). La LM promedio en el Laguacoto fue de 17,21 cm, y en Chillanes se tuvo una media general de 13,94 cm (Cuadro No. 1).

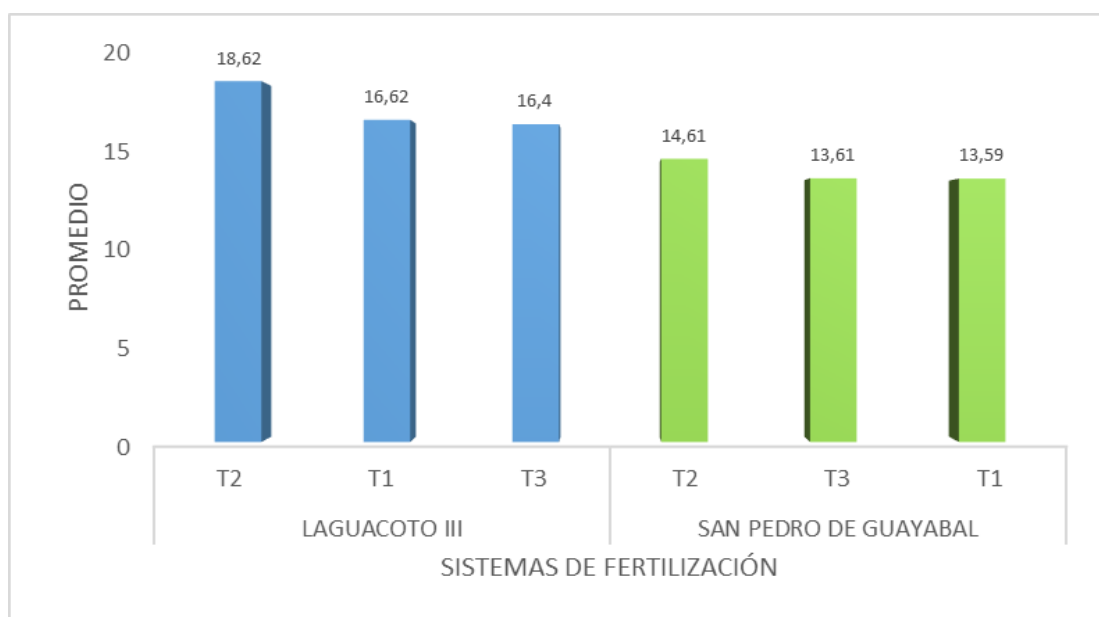
Los resultados obtenidos en el Laguacoto III, son muy superiores a los reportados por Changoluisa, 2013.

Para el Laguacoto III, los resultados de la prueba de Tukey al 5%, indican que mazorcas más largas se registró al aplicar 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 18,62 cm; la menor LM se dio en la dosis en el Testigo con 16,40 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 10).

Para San Pedro de Guayabal, el tratamiento que alcanzó la mayor LM fue el T2: (82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg) con 14,61 cm; mientras que el valor promedio más bajo correspondió al T1: (41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter - Maíz) con 13,59 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 10).

El componente LM, es una característica varietal que depende la interacción genotipo ambiente, el contenido de nutrientes, humedad del suelo especialmente en la etapa de llenado de grano, la presencia de luz solar, la actividad fotosintética de las plantas, y la población del *Azospirillum spp.*

En la Localidad 2, quizá influyó en contenido de macro y micronutrientes presentes en el suelo antes de realizar la siembra, mismo que reporta un Contenido alto para N; K y Ca; medio para P, S y Mg; y un contenido alto de MO.



**Gráfico No. 10. Longitud de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

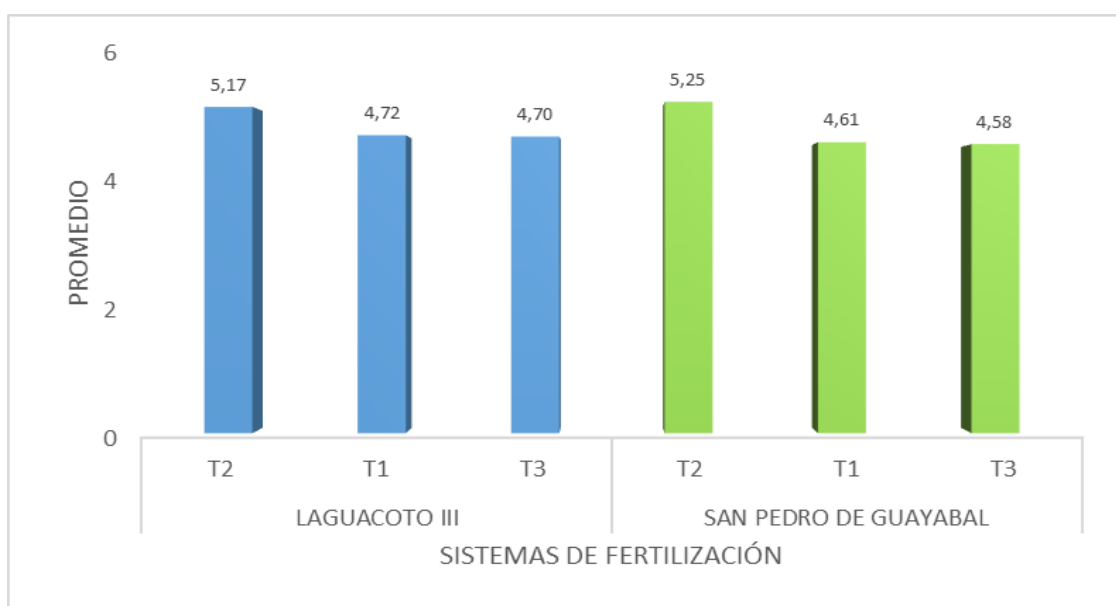
En las dos zonas agroecológicas de estudio, no se reportó diferencias estadísticas significativas como efecto de la aplicación de los Sistemas de Fertilización en el carácter DM en cm; en el Laguacoto III, el DM promedio fue de 4,86 cm y en San Pedro de Guayabal la media general fue de 4,81 cm (Cuadro No. 1).

Los valores promedios del DM registrados en esta investigación, son ligeramente menores a los reportados por Changoluisa, 2013.

Con la prueba de Tukey al 5%, numéricamente en el Laguacoto III el valor más alto del DM, se evaluó en el T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 5,17 cm. Mazorcas de maíz más delgadas se tuvo con la fertilización del agricultor (T3) con un DM de 4,70 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 10).

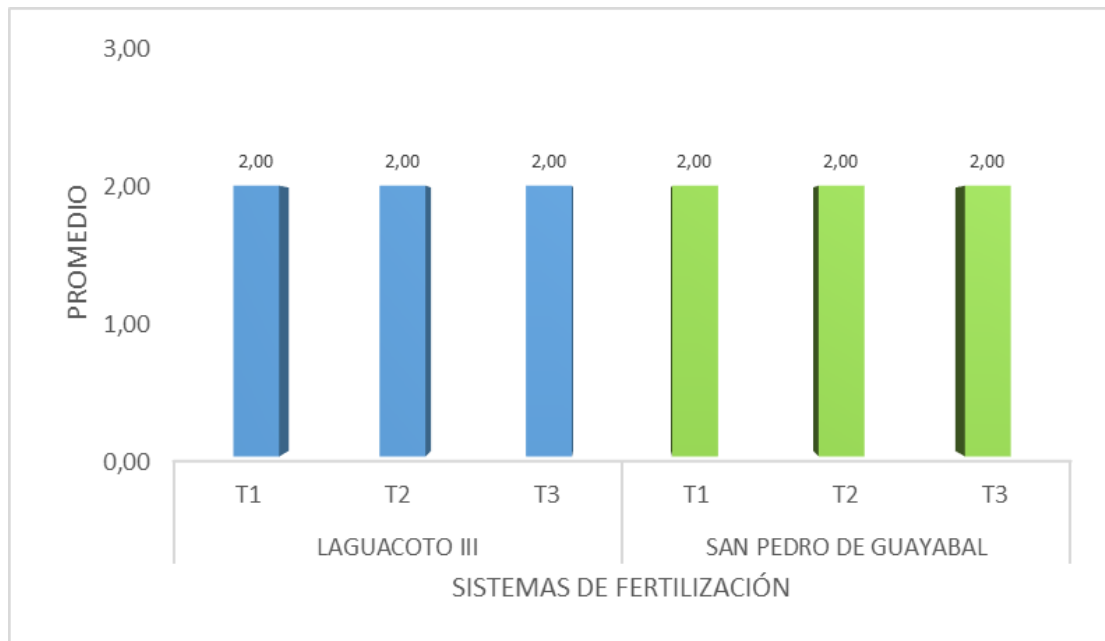
En San Pedro de Guayabal, el mayor DM se registró en el T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 5,25 cm; y el promedio más bajo se dio en el Testigo con 4,58 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 10).

El DM es un atributo propio de cada especie, quizá estos resultados estuvieron influenciados por el contenido de Nitrógeno presente en el suelo, a lo que pido sumarse aplicado al cultivo durante el ciclo vegetativo, favoreciendo el proceso fotosintético, aportando de esta manera a la obtención de mazorcas de mejor calidad



**Gráfico No. 11. Diámetro de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

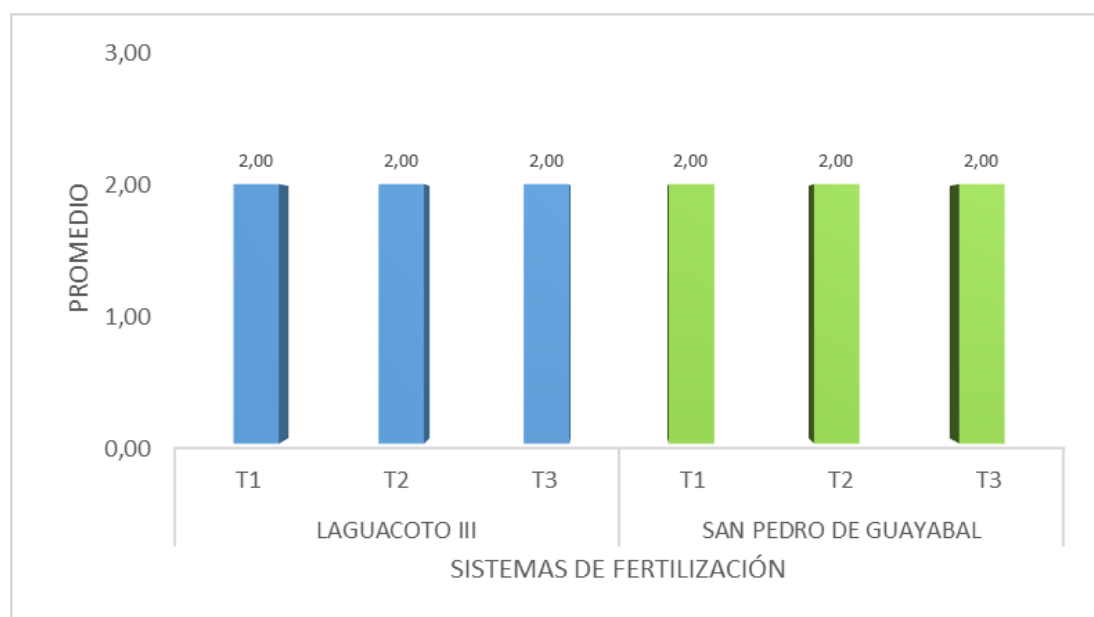
Para evaluar el AM, se consideró el daño causado por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano y uniformidad de las mazorcas, en las dos zonas agroecológicas donde se realizó la investigación, las mazorcas de maíz presentaron un buen aspecto (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 12).



**Gráfico No. 12. Aspecto de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

Los resultados de la evaluación de la SM; en la localidad de Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, de forma general la valoración se ubicó en 2, donde que el 10% de granos infectados por agentes patógenos (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 13)

La sanidad de la mazorca es una particularidad del cultivo de maíz, y, depende de la calidad de cobertura que proporcionan las brácteas a la mazorca; factor que a nivel de campo intervienen directamente brindando protección a la mazorca y evitando daños causados por aves e insectos y presencia de humedad al interior de la misma.



**Gráfico No. 13. Sanidad de la mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

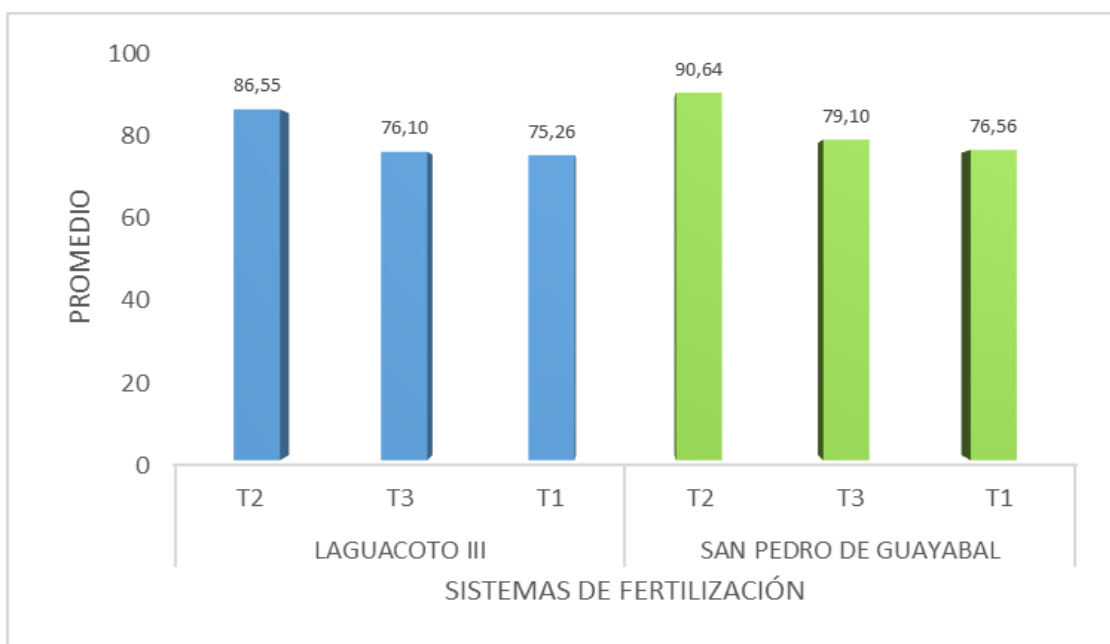
Únicamente en San Pedro de Guayabal, se tuvo un efecto significativo de los Sistemas de Fertilización para el carácter PD; reportando una media general de 82,10%. En Laguacoto III, el promedio fue del 79,30 PD (Cuadro No. 1).

En la Localidad 1, los resultados de la prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de los Sistemas de Fertilización, indican que el PD más alto se dio al aplicar 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 86,55%; el PD más bajo se registró en el T1: (35,26 – 9,62 – 15,54 – 7,29 – 9,53 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter - Maíz) con 75,26% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 14).

El mayor PD, en la Localidad 2, se registró en el sistema de fertilización 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con el 90,64%. Mientras que el promedio más bajo se encontró en el T1: (41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz) con 76,56% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 14).

Los valores más altos del PD que se reportaron en el T2, influyo quizá también el contenido de macro y micronutrientes aplicados al cultivo, así como los que el suelo disponía antes de la siembra.

El PD, es un carácter de tipo varietal, que depende fuertemente de la interacción genotipo-ambiente, variable que está influida por factores como el ataque de plagas, la incidencia y severidad de hongos en el grano y la mazorca, condiciones climáticas adversas en la época de madurez fisiológica del cultivo; lo que trae como consecuencia pérdidas considerables en el cultivo.



**Gráfico No. 14. Porcentaje de desgrane en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

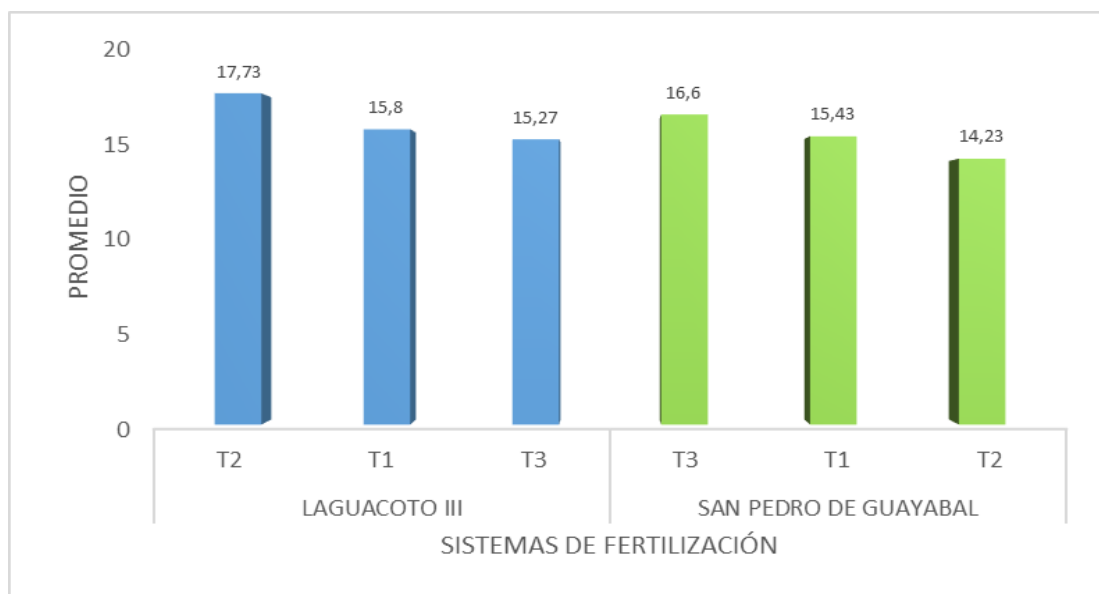
En el Laguacoto III existieron diferencias estadísticas altamente significativas como efecto de los Sistemas de Fertilización para el carácter PH; en tanto que en San Pedro de Guayabal se calculó un efecto significativo para el PH (Cuadro No. 1).

De acuerdo a los resultados de la prueba de Tukey al 5%, para el Laguacoto III, el mayor PH se encontró en el tratamiento T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 17,73 PH; el menor PH se registró en el tratamiento T3: (80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg) con 15,27 PH (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 15).

En la Localidad 2, el tratamiento con el mayor PH fue el T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 16,60%; y, el PH más bajo se dio en el T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 14,23% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 15).



Estos resultados nos permiten inferir que el PH, está relacionado con el grado de madurez del cultivo, específicamente con secado del grano, ya que a medida que este va madurando va perdiendo su humedad



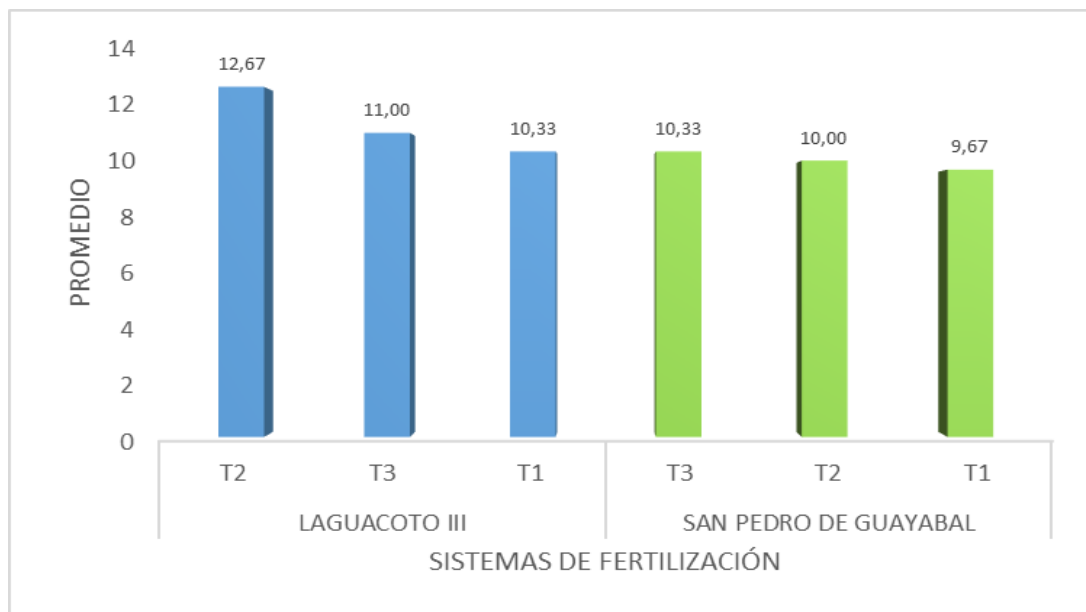
**Gráfico No. 15. Porcentaje de humedad en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

En las dos Localidades, la respuesta de los Sistemas de Fertilización en cuanto a NHPM fue muy diferente (\*\*). (Cuadro No. 1).

En promedio general en Laguacoto III, se contabilizó 11,33 (11,00) hileras/mazorca; en promedio en San Pedro de Guayabal se tuvo 10,00 hileras/mazorca (Cuadro No. 1).

La prueba de Tukey al 5% aplicada en el Laguacoto III, indican que el mayor NHPM se dio en la fertilización a base de 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 12,67 (13,00) hileras/mazorca; y el promedio menor se tuvo en la fertilización compuesta por 35,26 – 9,62 – 15,54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz (T1) con 10,33 (10,00) hileras/mazorca. En San Pedro de Guayabal, en los tres Sistemas de Fertilización se evaluó 10,00 hileras/mazorca (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 16).

El número de hileras por mazorca, es una característica propia del genotipo, es parte fundamental de los componentes del rendimiento, está influenciada por factores externos como el manejo agronómico, así como de la fertilización (nutrición).



**Gráfico No. 16. Número de hileras/mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

La respuesta de los Sistemas de Fertilización en cuanto al NGPH, en las dos zonas agroecológicas donde se desarrolló la investigación, fue muy diferente (\*\*). En promedio general en el Laguacoto III se registró 29,00 granos/hilera, y, en San Pedro de Guayabal, se tuvo 24,00 granos/hilera (Cuadro No. 1).

Estos resultados son superiores a los registrados por el INIAP en trabajos de investigación.

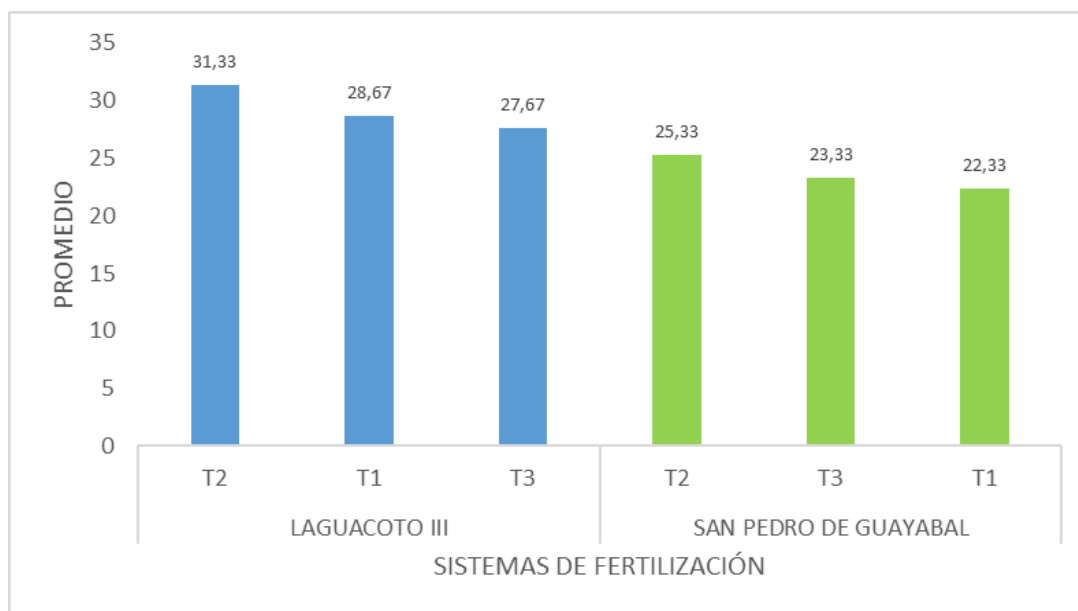
De acuerdo con los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en la Localidad 1, el mayor NGPH se encontró en el tratamiento T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 31,00 granos/hilera; y el promedio más bajo se tuvo en el testigo T3 con 28,00 granos/hilera (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 17).

Mientras que en la Localidad 2, el valor mayor del NGPH se evaluó en el T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 25,00 granos/hilera. El promedio menor se dio en el T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 23,00 granos/hiera (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 17).

Estos resultados nos confirman que el NGPH es una característica de tipo varietal dependiendo fuertemente de la interacción con el ambiente entre ellos la sincronización

de la floración, presencia o ausencia de polen. Así como una correlación directa con la longitud de la mazorca.

Quizá en esta variable también incluye el contenido de nutrientes, especialmente el K que tiene un efecto mayor en el incremento el número de granos/hilera.



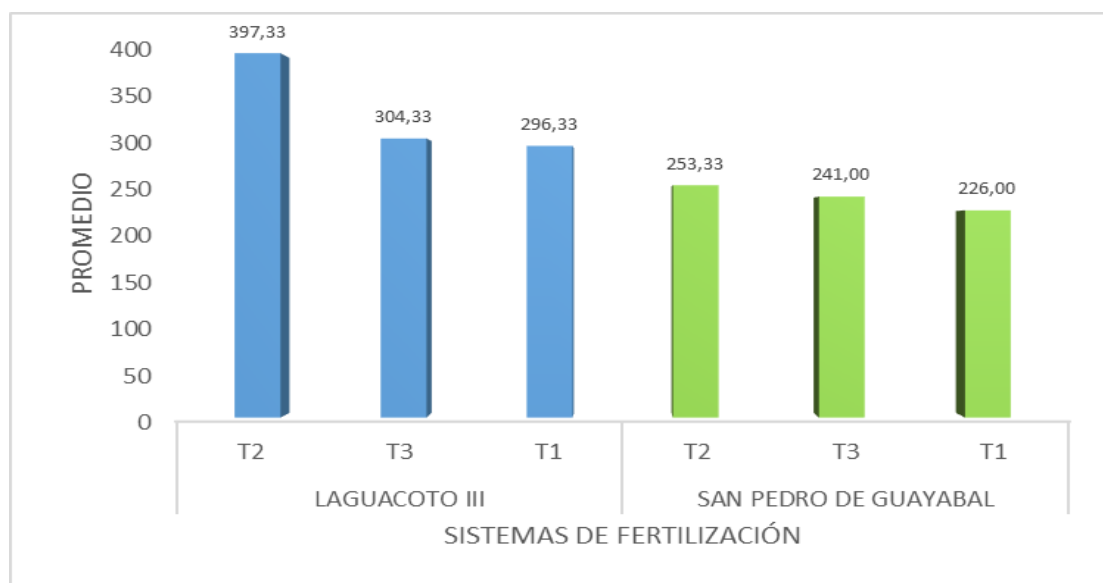
**Gráfico No. 17. Número de granos/hilera en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

Se determinaron diferencias estadísticas como respuesta de los Sistemas de Fertilización para el carácter NGPM, únicamente para la localidad 1 (Cuadro No. 1).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, para el Laguacoto III, indican que el promedio más alto del NGPM, se encontró en el Sistema de Fertilización T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 397 granos/mazorca. En tanto que el promedio más bajo se registró en el T1: 35,26 – 9,62 – 15, 54 - 7,29 – 9,53 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 296 granos/mazorca (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 18).

El NGPM, es atributo varietal, que esta relaciona directamente con la longitud y diámetro de la mazorca, así como disponibilidad de macro y micronutrientes asimilables por la planta, especialmente del K, que no tiene un efecto mayor en el desarrollo vegetativo, pero si incrementa el número de granos por mazorca, El S También interviene en el metabolismo de los carbohidratos, ayuda a la formación del grano.

En San Pedro de Guayabal, el promedio más alto del NGPM se dio en el Sistema de Fertilización 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 253,00 granos/mazorca, y, el menor NGPM se contabilizó en el Sistema Fertilización: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz (T1) con 226,00 granos/mazorca (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 18).



**Gráfico No. 18. Número de granos por mazorca en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

En el Laguacoto III, la respuesta de los Sistemas de Fertilización en la variable P100G fue muy diferente (\*\*), y, en San Pedro de Guayabal la respuesta de los SF fue similar (NS). En la Localidad 1, se registró una media general del P100G de 57,46 gr. En la Localidad 2 se registró una media general de 51,09 gr (Cuadro No. 1)

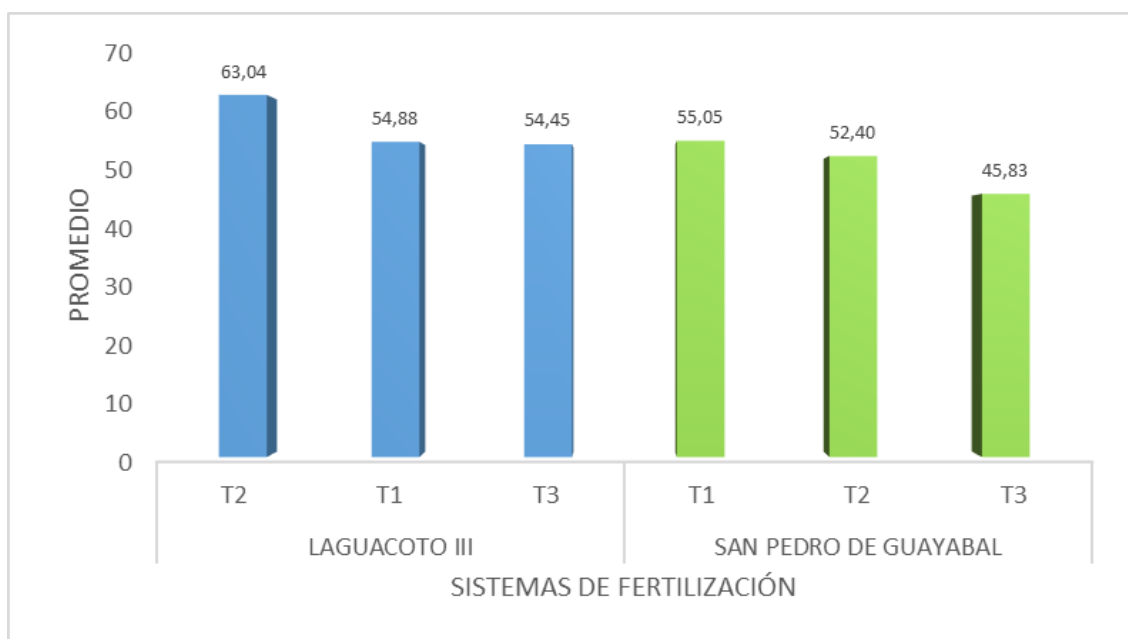
El peso del grano forma parte primordial del rendimiento; depende de la interacción genotipo - ambiente, manejo agronómico, así como de la fertilización (nutrición).

Con la prueba de Tukey al 5%, en el Laguacoto III, el mayor P100G se tuvo en el tratamiento T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 63,04 gr, y el peso más bajo se dio en el T3: 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 54,45 gr (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 19).

Para la Localidad 2, el promedio más alto del P100G se evaluó en el T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con

55,05 gr, en tanto que el promedio más bajo se dio en el T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 45,83 gr (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 19).

Según Ospina *et al.* 2011, citado por Puetate, 2015. Las altas temperaturas y el estrés hídrico en la etapa inicial del período de llenado de grano producen una reducción del peso del grano, agregando que el hecho de tener hojas activas fotosintéticamente hasta la etapa de secamiento del grano (stay green), favorece una mayor acumulación de materia seca en la mazorca.

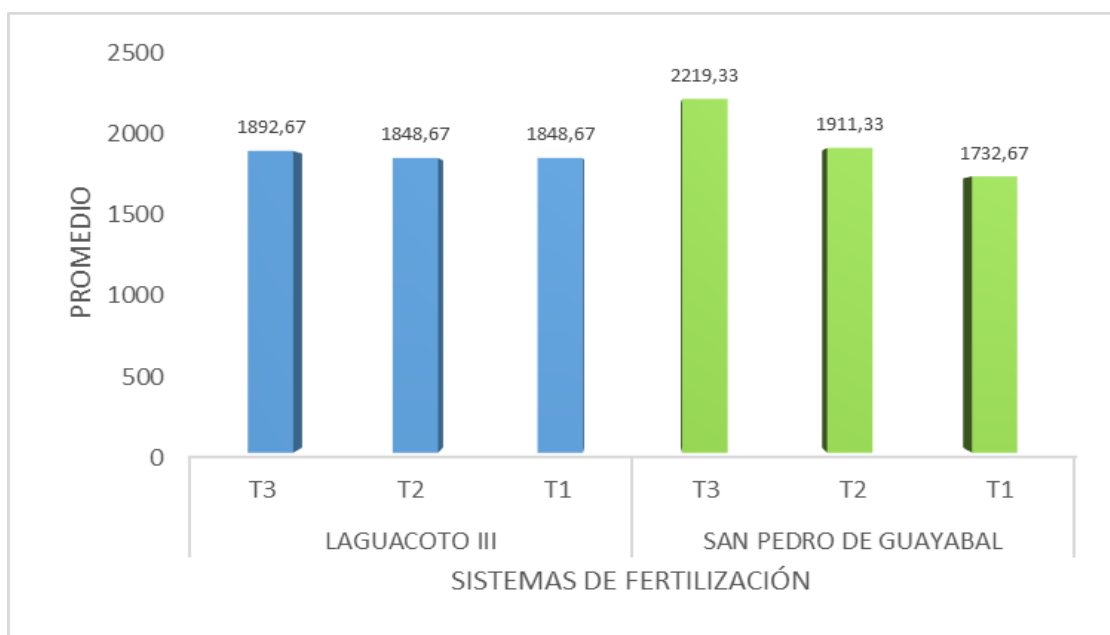


**Gráfico No. 19. Peso de 100 granos en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

Entre Localidades, no se determinaron diferencias estadísticas significativas como efecto de los Sistemas de Fertilización en el componente NGPKg. En promedio en el Laguacoto III se tuvo 1.863,00 granos/Kg. En la Localidad 2, la media general fue de 1.954,44 (1.954) granos/Kg (Cuadro No. 1).

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, numéricamente en el Laguacoto III, el valor más alto del NGPKg, se registró en el Sistema de Fertilización T3: 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 1.892,67 (1.893) granos/Kg, y el más bajo se dio en el T1: 35,26 – 9,62 – 15,54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 1.848,67 (1.849) granos/Kg (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 20).

Para la Localidad 2, el mayor número de granos/Kg se registró en el tratamiento T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 2.219,33 (2.219) granos; mientras que el menor número se dio en el T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 1.732,67 (1.733) granos/Kg (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 20).

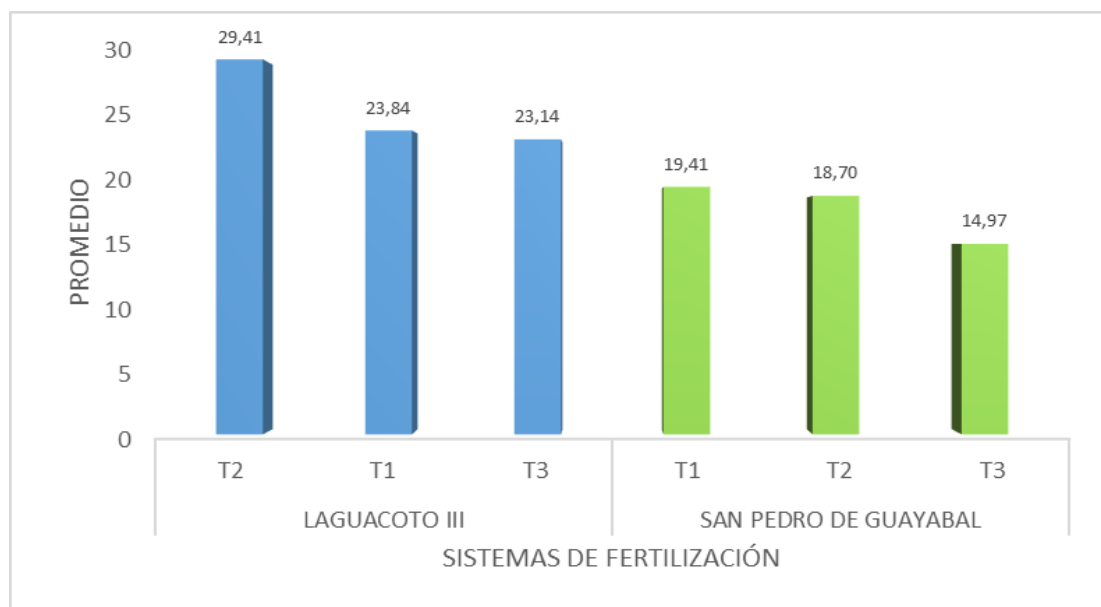


**Gráfico No. 20. Número de granos/kg en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

La respuesta de los Sistemas de Fertilización en cuanto al componente RPP, en el Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, fue similar (NS) en la Localidad 1 se tuvo una media general de 25,46 Kg/parcela, en la Localidad 2, la media general calculada fue de 17,69 Kg/parcela (Cuadro No. 1).

En el Laguacoto III, con la prueba de Tukey al 5%, el RPP más alto se registró en el tratamiento T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 29,41 Kg/parcela, el peso más bajo se tuvo en el T3: 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 23,14 Kg/parcela (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 21). Mientras que el San Pedro de Guayabal, el mayor RPP se evaluó en el T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter-Maíz con 19,41 Kg/parcela (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 21).

Con base a los resultados reportados en la investigación, podemos inferir que las diferencias del rendimiento de maíz por parcela, tuvo una correlación con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, facilitando la extracción y absorción de las plantas, lo que se ve claramente reflejado en el rendimiento



**Gráfico No. 21. Rendimiento de maíz por parcela en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

Se calcularon diferencias estadísticas altamente significativas en la Localidad 1 y diferencias significativas en la Localidad 2 como efecto de los Sistemas de Fertilización para el Rendimiento de maíz evaluado en Kg/ha (Cuadro No. 1).

El rendimiento promedio en el Laguacoto III fue de 1.813,10 Kg/ha; y en San Pedro de Guayabal se registró un promedio de 3847,87 Kg/ha (Cuadro No. 1).

Los resultados del Rendimiento de maíz alcanzados en esta investigación, resultan ser inferiores a los reportados por Changoluisa, 2013, en su trabajo de titulación.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, en el Laguacoto III, el promedio más alto del RH en Kg/ha se evaluó en el tratamiento T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 2.299,38 Kg/ha. El promedio más bajo se dio en el Sistema de Fertilización T1: 35,26 – 9,62 – 15, 54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 1.422,51 kg/ha (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 22).

El RH promedio más alto en San Pedro de Guayabal se tuvo al aplicar 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg (T2) con 4.562 Kg/ha. El Sistema de Fertilización con el RH más bajo T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 3.187,17 Kg/ha (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 22).

De acuerdo con los rendimientos de maíz obtenidos en la investigación, se infiere que la inoculación de *Azospirillum spp.* al maíz no influyó en el rendimiento,

Otros factores que influyeron en esta variable a más de los genéticos, están los ambientales como agua, luz y temperatura; en los edáficos tenemos el contenido disponibilidad de nutrientes en el suelo, el sistema y las dosis de fertilización aplicadas durante el ciclo vegetativo, como sabemos el maíz responde a dosis elevadas de Nitrógeno.

Son también determinantes para el rendimiento de maíz, el número de mazorcas por planta, longitud y número de hileras de la mazorca, así como el peso del grano, manejo agronómico del cultivo.

En la Localidad San Pedro de Guayabal, a más de lo antes expuesto, quizá influyo en contenido de macro y micronutrientes presentes en el suelo, mismo que reporta un Contenido alto para N; K y Ca; medio para P, S y Mg; y un contenido alto de MO

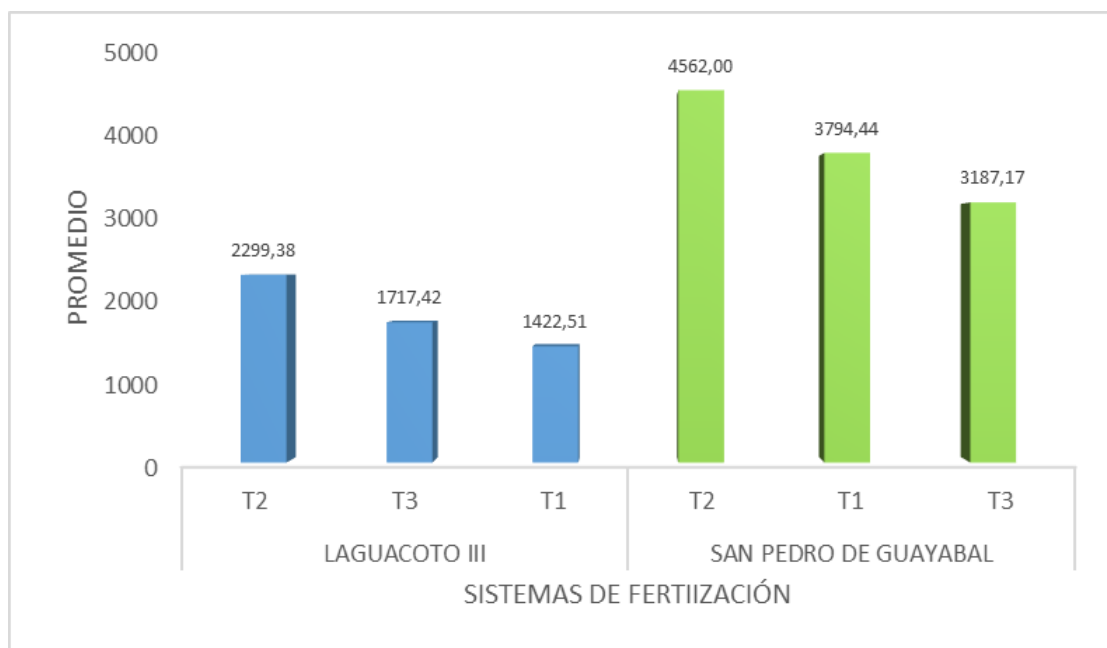


Gráfico No. 22. Rendimiento de maíz en Kg/ha en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.

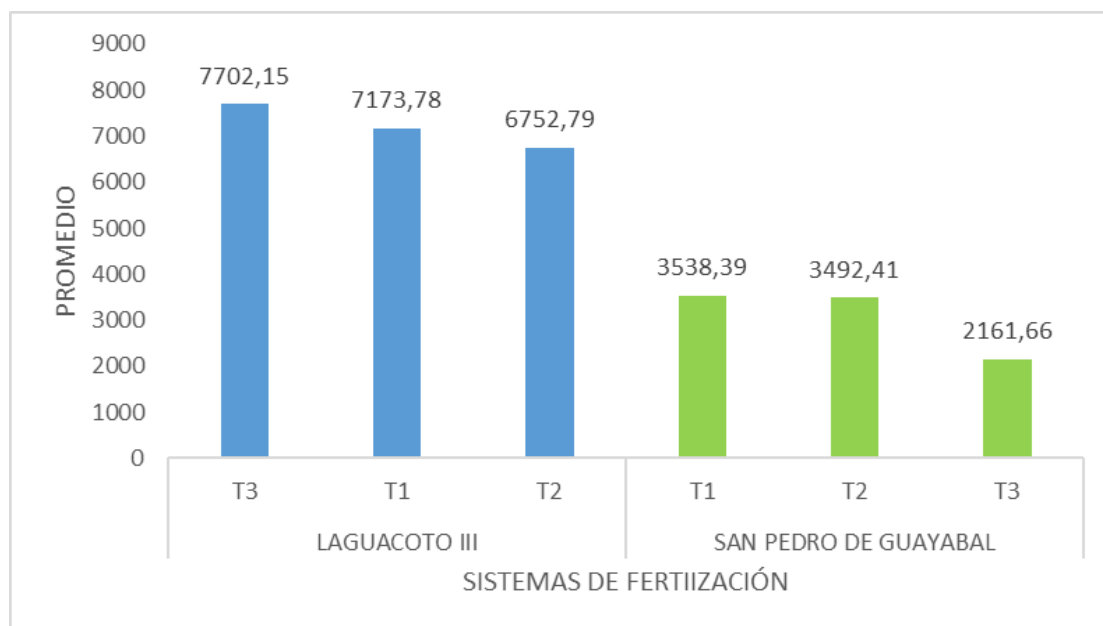


La respuesta de los Sistemas de Fertilización en cuanto al RB evaluado en Kg/ha, en las dos localidades fue similar (NS). Para el Laguacoto III, la media general fue de 7.209,57 Kg/ha de Biomasa, en San Pedro de Guayabal la media fue de 3064,15 Kg/ha de Biomasa (Cuadro No. 1).

En el Laguacoto III, con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto del RB se registró en el tratamiento T3: 80,11 – 33,33 – 23,34 – 9,45 – 7,23 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 7702,15 kg/ha de biomasa. Mientras que el rendimiento más bajo se dio en el T2: 35,26 – 9,62 – 15,54 – 11,34 – 10,09 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 6752,79 Kg/ha (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 23).

En San Pedro de Guayabal el rendimiento más alto se tuvo en el tratamiento T1: 41,35 – 41,25 – 27,50 – 13,75 – 11,25 kg/ha de N – P – K – S – Mg + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz con 3538,39 Kg/ha de Biomasa. El tratamiento con el rendimiento más bajo fue el T3: 108 – 84 – 48,53 – 12,13 – 15,86 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 2161,66 Kg/ha de Biomasa (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 23).

Estos resultados nos indican que la disponibilidad de nutrientes que tenga la planta, influyen directamente en la producción de la Biomasa de la planta; también se puede evidenciar que hay una relación directa con la altura de plantas, diámetro del tallo, cantidad de follaje.



**Gráfico No. 23. Rendimiento de Biomasa en Kg/ha en la evaluación de la respuesta productiva de maíz tipo Guagal con la utilización de *Azospirillum spp* en Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, provincia Bolívar 2021.**

## 5.2. Análisis de Correlación y Regresión Lineal

**Cuadro No. 2. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes de rendimiento) que tuvieron una relación y asociación positiva sobre el rendimiento de maíz al 14% de humedad (Variable dependiente).**

Localidad 1: Laguacoto III			
Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente regresión (b)	Coefficiente de determinación (R <sup>2</sup> %)
% de Desgrane	0,57 *	51,42 *	44
Rendimiento/Parcela	0,94 *	11,71 *	43
Localidad 2: San Pedro de Guayabal			
Volumen de Raíz	0,04 *	12,7 *	40
Número de Plantas Por Parcela	0,21 *	8,37 *	52
Longitud de Mazorca	0,11 *	11,32 *	63
% de Desgrane	0,42 *	56,75 *	41

\* = Significativo

### COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (“r”)

Correlación en su concepto más simple, es la relación o estrechez positiva o negativa entre dos variables, no tiene unidades y su valor máximo es +/-1.

En la localidad de Laguacoto III, se presentó una correlación positiva de las variables porcentaje de desgrane y rendimiento/parcela versus el rendimiento (Cuadro No. 2).

En la localidad de San Pedro der Guayabal, se dio una estrechez positiva de la variable volumen de raíz, número de plantas por parcela, longitud de mazorca y porcentaje de desgrane versus el rendimiento (Cuadro No. 2).

### COEFICIENTE DE REGRESIÓN (“b”)

Regresión es el incremento o disminución del rendimiento de quinua en Kg/ha (variable dependiente Y); por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s).

En el Laguacoto III, las variables independientes que incrementaron el rendimiento de maíz en seco fueron porcentaje de desgrane y rendimiento/parcela (Cuadro No. 2).

En San Pedro de Guayabal en cambio las variables que incremento el rendimiento fue volumen de raíz, número de plantas por parcela, longitud de mazorca y porcentaje de desgrane (Cuadro No. 2).

### **COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN ( $R^2$ %)**

El  $R^2$  nos indica en qué porcentaje se incrementa o disminuye el rendimiento en las variables dependientes.

En el Laguacoto III, el 44 y 43% del incremento del rendimiento fue debido a un mayor porcentaje de desgrane y rendimiento/parcela respectivamente (Cuadro No. 2).

Para San Pedro de Guayabal, el 63,00% del incrementó del rendimiento de maíz, fue debido a una mayor longitud de la mazorca y el 52% fue debido a un mayor número de plantas por parcela (Cuadro No. 2).

### 5.3. Análisis económico de la relación B/C.

Cuadro No. 3. Relación Beneficio Costo del tratamiento T2 en las localidades de Laguacoto III y San Pedro de Guayabal. Año 2021.

Laguacoto III		San Pedro de Guayabal	
Variable	Tratamiento: T2	Variable	Tratamiento:T2
Rendimiento de maíz en kg/ha	2.299,38	Rendimiento de maíz en kg/ha	4.562,00
Rendimiento de maíz ajustado al 10% en kg/ha	2069,44	Rendimiento de maíz ajustado al 10% en kg/ha	4105,80
<b>TOTAL INGRESO BRUTO \$/HA</b>	1386,52	<b>TOTAL INGRESO BRUTO \$/HA</b>	2750,89
<b>COSTOS/TRATAMIENTO \$/HA</b>		<b>COSTOS/TRATAMIENTO \$/HA</b>	
1. Preparación del Suelo:		1. Preparación del Suelo:	
Arada y surcado	100,00	Arada y surcado	100,00
2. Siembra:		2. Siembra:	
Semilla (30 Kg/ha)	53,40	Semilla (56 Kg/ha)	99,68
Fertilizantes: 10-30-10 (64,10 kg/ha)	34,14	Fertilizantes: 10-30-10 (275,00 kg/ha)	148,50
Sulpomag (112,14 Kg/ha)	70,00	Sulpomag (125,00 Kg/ha)	82,50
Urea (139,35 Kg/ha)	68,68	Urea (120,00 Kg/ha)	60,00
Mano de obra siembra, fertilización y tape	150,00	Mano de obra siembra, fertilización y tape	150,00
3. Labores Culturales:		3. Labores Culturales:	
Rascadillo	150,00	Rascadillo	150,00
4. Control de Plagas		4. Control de Plagas	
Control de insectos trozadores (2 veces) Cipermetrina	25,00	Control de insectos trozadores (2 veces) Cipermetrina	25,00
Mano de obra	30,00	Mano de obra	30,00
Control de <i>Euxesta eluta</i> (2 veces) <i>Clorprifos</i>	22,00	Control de <i>Euxesta eluta</i> (2 veces) <i>Clorprifos</i>	22,00
Mano de obra	30,00	Mano de obra	30,00
5. Cosecha		5. Cosecha	
Deshoje, desgrane, secado y aventado	300,00	Deshoje, desgrane, secado y aventado	300,00
Sacos/ha	16,60	Sacos/ha	31,85
<b>TOTAL DE COSTOS \$/HA.</b>	<b>1049,82</b>	<b>TOTAL DE COSTOS \$/HA.</b>	<b>1229,53</b>
<b>Total beneficios neto</b>	<b>336,70</b>	<b>Total beneficios neto</b>	<b>1521,36</b>
<b>Relación Ingreso Costo RI/C</b>	<b>1,32</b>	<b>Relación Ingreso Costo RI/C</b>	<b>2,24</b>
<b>Relación Beneficio Costo RB/C</b>	<b>0,32</b>	<b>Relación Beneficio Costo RB/C</b>	<b>1,24</b>

### **Relación Beneficio – Costo (RB/C e I/C)**

La relación ingreso-costo nos indica la pérdida o ganancia bruta por cada unidad invertida. Si la relación es mayor que 1 se considera que existe un apropiado beneficio; si es igual a 1, los beneficios son iguales a los costos y la actividad no es rentable. Valores menores que 1 indican pérdida y la actividad no es rentable. Para determinar la Relación Ingreso-Costo, se procede a dividir el Ingreso Bruto para el Total de Costos de Producción. (León-Velarde, C. et. al. 1994)

En el Laguacoto III, considerando lo económico, en el tratamiento T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg, se registró un beneficio neto de 1049,82; teniendo una relación ingreso/costo de 1,32; y una relación beneficio/costo de 0,32; lo que representa que el productor de maíz suave variedad INIAP – 111 Guagal Mejorado por cada dólar invertido tiene una ganancia de 0,32 dólares (Cuadro No. 3).

Considerando lo económico para San Pedro de Guayabal, en el tratamiento T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg; se determinó un beneficio neto de 1229,53; una relación ingreso/costo de 2,24; con un beneficio/costo de 1,24; lo que significa que el productor de maíz suave variedad local; por cada dólar invertido tiene una ganancia de 1,24 dólares (Cuadro No. 3).

## VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Concluido el trabajo de campo, y realizado los análisis estadísticos, agronómicos y Análisis Económico de la Relación Benéfico/Costo, se puede establecer que al existir diferencias estadísticas significativas en las dos Localidades entre los diferentes componentes del rendimiento de maíz suave tipo Guagal variedad INIAP-111 y Ecotipo local de Chillanes; mediante la aplicación de dos sistemas de fertilización; en el primer sistema 50% de fertilización química (N P K S Mg) + 1lt/ha de Fertibacter- Maíz, y, el segundo sistema 100% de fertilización química (N P K S Mg) en comparación al sistema de fertilización del agricultor (N P K); se evidencio cambios en el rendimiento de los cultivares.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el proceso investigativo, se acepta la Hipótesis Alternativa: La respuesta productiva de maíz suave tipo Guagal (*Zea mays* L.) depende de la utilización de *Azospirillum* spp y su interacción genotipo ambiente.

Mediante este proceso investigativo desarrollado en la zona Agroecológica de Laguacoto III y San Pedro de Guayabal, ha permitido seleccionar y disponer de un sistema de fertilización para cada localidad.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

Con base a los análisis estadísticos, agronómicos y económicos se resumen las siguientes conclusiones:

- ✓ La aplicación *Azospirillum spp* al 50% de fertilización química (N P K S Mg), en las dos localidades, contribuyo a incrementar la longitud y diámetro de la mazorca, numero de granos por hilera y peso de cien granos en comparación con la fertilización del agricultor.
- ✓ El mejor sistema de fertilización en el Laguacoto III, fue el T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg con un rendimiento promedio de 2.299,38 Kg/ha de maíz seco al 14% de humedad.
- ✓ Para San Pedro de Guayabal, la fertilización más adecuada fue el T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg, que registro 4.562 Kg/ha de maíz seco al 14% de humedad.
- ✓ En la localidad de Laguacoto III, las variables independientes que contribuyeron a incrementar el rendimiento de maíz seco fueron porcentaje de desgrane y rendimiento/parcela. En la localidad de San Pedro de Guayabal el incrementó del rendimiento de maíz, fue debido a un mayor volumen de raíz, número de plantas por parcela, longitud de mazorca y porcentaje de desgrane.
- ✓ En el Laguacoto III, la mejor relación beneficio/costo e ingreso/costo, se evaluó en el sistema T2: 70,51 – 19,23 – 31,08 – 24,67 – 20,18 kg/ha de N – P – K – S – Mg, con una RI/C de 1,32 y una B/C de 0,32. En San Pedro de Guayabal la mejor relación beneficio/costo e ingreso/costo, se obtuvo en el sistema de fertilización T2: 82,70 – 82,50 – 55,00 – 27,50 – 22,50 kg/ha de N – P – K – S – Mg con 2,24 RI/C y 1,24 B/C

## 7.2. Recomendaciones

- ✓ Validar el efecto de **Azospirillum spp.** en el sistema producción maíz asociado con frejol; mediante el sistema de labranza de conservación.
- ✓ Para comprobar la eficiencia del microorganismo sobre la promoción del crecimiento vegetativo, evaluar diferentes dosis de **Azospirillum spp** y etapas de aplicación durante el ciclo vegetativo del maíz
- ✓ Evaluar el efecto y la compatibilidad del biofertilizante con los diferentes herbicidas y la fertilización orgánica e inorgánica que se utilizan para la producción del cultivo de maíz.



## BIBLIOGRAFÍA

- AgroEstrategias. (2010). Fertilización del cultivo de maíz. Obtenido de agroEstrategias: <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20-%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
- Alulema, H., & Lescano, D. (2012). dspace.ueb.edu.ec. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1055/1/086.pdf>
- Argueta, O., Sarmiento, D., Torres, F., & Vargas, M. (mayo de 2016). oscaramelhidalgo.files.wordpress. Obtenido de <https://oscaramelhidalgo.files.wordpress.com/2016/05/mancha-de-asfalto.pdf>
- aviporto. (06 de mayo de 2016). ¿Qué es un biofertilizante y por qué deberías usarlo? Obtenido de [Entrada de blog]: <http://aviporto.com/blog/2016/05/06/que-es-un-biofertilizante-y-por-que-deberias-usarlo-biof/>
- Banco de Patentes SIC. (agosto de 2014). Tecnologías relacionadas con biofertilizantes. Obtenido de Industria y comercio superintendencia: [https://www.sic.gov.co/recursos\\_user/biofertilizantes.pdf](https://www.sic.gov.co/recursos_user/biofertilizantes.pdf)
- Canal Uned. (7 de abril de 2015). Aplicaciones de la Química en Agricultura y Medioambiente. Obtenido de Canal Uned: <https://canal.uned.es/video/5a6f7a9db1111ff1168b47cb#:~:text=Las%20aportaciones%20de%20la%20Qu%C3%ADmica,la%20calidad%20de%20los%20alimentos.&text=La%20investigaci%C3%B3n%20en%20Qu%C3%ADmica%20Agr%C3%ADcola,y%20evitar%20la%20contaminaci%C3%B3n%20medioambi>
- Changoluisa Gavi Galo Fernando, 2013. Respuesta del maíz (*Zea mayz* L.) INIAP 111 al biofertilizante y fertilización nitrogenada, en la granja Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Tesis Ingeniero. Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda – Ecuador. Pp. 152.
- Deras , H., & De Serrano , R. (2018). Cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Obtenido de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova”:

[http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Ma%C3%ADz%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Ma%C3%ADz%202019.pdf)

Döbereiner, J., Urquiaga, S. 1995. Alternatives for nitrogen of crops in tropical soil. Fertilizer Research. Pp: 346. Traducido por: <http://translate.google.com.ar/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.uom.ac.mu/Polymer/files/downloads/articles/uom18.pdf>

EcuRed. (sf). Ecured. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Sulpomag#Propiedades\\_t.C3.ADpicas](https://www.ecured.cu/Sulpomag#Propiedades_t.C3.ADpicas)

FAO. (13 de Mayo de 2019). Los precios de exportación del trigo y maíz siguen bajando en abril, los del arroz se mantienen sin cambios. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/giews/food-prices/international-prices/detail/es/c/1194980/>

Ferrera, R., & Alarcón, A. (junio de 2007). Microbiología agrícola. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/237826601\\_Bacterias\\_promotoras\\_de\\_crecimiento\\_en plantas\\_para\\_propositos\\_agricolas\\_y\\_ambientales](https://www.researchgate.net/publication/237826601_Bacterias_promotoras_de_crecimiento_en plantas_para_propositos_agricolas_y_ambientales)

Fertinova. (23 de octubre de 2020). Urea. Obtenido de Fertinova: <https://www.fertinova.mx/sites/default/files/FICHA%20UREA.pdf>

Flores, H. (2015). Guía técnica del cultivo del maíz. Obtenido de IICA: <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

González, E., & Sarmiento, G. (21 de noviembre de 2014). Biofertilizantes. Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana: [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/ifig/Biofertilizantes\\_Seminario\\_Final\\_Sarmiento\\_Edith.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/ifig/Biofertilizantes_Seminario_Final_Sarmiento_Edith.pdf)

Google Sites. (sf). Biofertilizantes microbianos. Obtenido de Sites: <https://sites.google.com/site/biofertilizantesmicrobianos/uso-de-biofertilizantes/aplicaciones>

- Guacho, E. (2014). Caracterización agro- morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793%20.pdf?fclid=IwAR1vPAH3cKNkuCsJy9487r8DzkQZiw4AEZsikGkSaJ4nu5Q2R5mEXKGzgwC>
- INEC. (Abril de 2019). Tabulado de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2018). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INIAP. (2014). Maíz suave. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP): <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rmaizs>
- INTA (2010). Fronteras de eficiencia económica en el cultivo de maíz en el área de influencia de la Estación Experimental Agropecuaria Paraná del INTA. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2\\_18\\_fronteras-eficiencia-economica-cult.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2_18_fronteras-eficiencia-economica-cult.pdf)
- La Colina Agrotecnología. (2019). 10-30-10 Enriquecido. Obtenido de La Colina Agrotecnología: <https://lacolina.com.ec/category/agricola/mezclas-fisicas/genericos-sierras/10-30-10-enriquecido/>
- León, C. D. (1984). Enfermedades del maíz una guía para su identificación en el campo. Obtenido de CIMMYT: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/3714/13181.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- León-Velarde, C. y Quiroz, R. 1994. Análisis de Sistemas Agropecuarias. La Paz-Bolivia. Pp. 236.
- Masaquita, J. (2014). Valoración del rendimiento de maíz (*zea mays*) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector la Isla, cantón Cumandá. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793%20.pdf?f>

bclid=IwAR1vPAH3cKNkuCsJy9487r8DzkQZiw4AEZsikGkSaJ4nu5Q2R5  
mEXKGzgw

Materias Fiubar. (10 de junio de 2014). Maíz. Obtenido de UBAfiuba Facultad de Ingeniería: <http://materias.fi.uba.ar/7031/MAIZ.pdf>

Medina, C. (22 de junio de 2015). [www.scribd.com](https://www.scribd.com). Obtenido de <https://www.scribd.com/document/269322319/TAXONOMIA-DEL-MAIZ>

Monar B., C., Yánez G., C., & Mera, X. (2011). Maíz INIAP 111 Guanal Mejorado una alternativa para la producción de maíz suave en la provincia Bolívar. Quito: EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2656/1/iniapscpls.n.g.pdf>

Monar, C. (2012). Informe anual de labores programa de producción de semillas. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Bolívar, Ecuador.

Nutrimon. (mayo de 2009). Obtenido de Monómeros: [http://www.monmeros.com/descargas/FT\\_SULPOMAG\\_G.pdf](http://www.monmeros.com/descargas/FT_SULPOMAG_G.pdf)

Ortas, L. (30 de abril de 2008). El cultivo de maíz fisiología y aspectos generales. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Nacional de Córdoba (RDU): <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%C3%A9n%207.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortigoza, J., López, C., & González, J. (2019). Guía técnica del cultivo de maíz. Obtenido de JICA: [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf)

Pacipex Fertilizantes. (2017). Urea. Obtenido de Innovación agrícola: <http://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/05/Urea-Pacifex-ficha-tecnica.pdf>

Palíz, V., & Mendoza, J. (26 de marzo de 2018). Comisión para la protección integrada de cultivos. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP):

[https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20\(Paliz\)%20Comunicac%c3%b3n%20t%c3%a9cnica%20sin%20n%c3%bamero.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20(Paliz)%20Comunicac%c3%b3n%20t%c3%a9cnica%20sin%20n%c3%bamero.pdf)

Puetate Manitio Luisa de los Ángeles. 2015. Evaluación de dos poblaciones de maíz amarillo suave tipo “Mishca” (*Zea mays* L.) en dos localidades de pichincha. Tesis Ingeniero. Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito – Ecuador. Pp. 167.

PIONEER. (2014). Tizón foliar del maíz. Obtenido de Pioneer: [https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Mexico\\_Intl/Agronomia/Articulos\\_PDF/CN\\_6B\\_TIZON\\_FOLIAR\\_2014.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Mexico_Intl/Agronomia/Articulos_PDF/CN_6B_TIZON_FOLIAR_2014.pdf)

Pliego, J. (marzo de 2015). Identificación y distribución de especies de moscas de los estigmas (Diptera: ulidiidae) del maíz (*Zea mays* L) en las localidades del municipio de Torreón Coahuila. (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6907/IDENTIFICACIONYDISTRIBUCIONDEESPECIESDEMOSCAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PortalFrutícola.com. (17 de julio de 2019). Biofertilizantes: definición, función y tipos. Obtenido de PortalFrutícola.com: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/07/17/biofertilizantes-definicion-funcion-y-tipos/>

Probelte. (18 de julio de 2019). Fertilización química o convencional en la agricultura. Obtenido de probelte: <https://www.probelte.es/noticia/es/fertilizacion-quimica-o-convencional-en-la-agricultura/30>

repositorio.utn.edu.ec. (17 de julio de 2014). Capítulos. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/789/2/03%20AGP%20127%20CAPITULOS.pdf>

- Reyes, M (2016). Producción, evaluación y caracterización microbiológica de un biofertilizante artesanal para la fijación en especies vegetales forrajeras. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12559/1/UPS-QT10043.pdf>
- Roberts, L., & Henry, L. (marzo de 2019). El muestreo de suelos: los beneficios de un buen trabajo. Obtenido de IPNI Canadá: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/97F3E059E43811A0852579A300790776/\\$FILE/EI%20muestreo%20de%20suelos.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/97F3E059E43811A0852579A300790776/$FILE/EI%20muestreo%20de%20suelos.pdf)
- Silon, M. (octubre de 2013). Las principales enfermedades fúngicas del cultivo de maíz. Obtenido de Horizonte A: <http://horizonteadigital.com/investigacion/ha54/Principales%20enfermedades%20fungicas%20maiz.pdf>
- Silva, E., Dobronsky, J., Heredia, J., & Monar B., C. (1997). INIAP-111 Guagal Mejorado: variedad de maíz blanco harinoso tardío para la provincia de Bolívar. Quito: EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2582/1/iniapscpd163.pdf>
- webdelprofesor.ula.ve. (octubre de 2012). Fertilizantes. Obtenido de Universidad de los Andes Venezuela: [http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/rmhr/Index\\_archivos/FERTILIZANTE S.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/rmhr/Index_archivos/FERTILIZANTE S.pdf)
- Wiselyn. (abril de 2011). Manejo poscosecha del maíz. Obtenido de [Entrada de blog]: <http://poscosechadelmaiz.blogspot.com/>
- Yáñez G., C. (2013). INIAP-111: "Guagal Mejorado". Quito: EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2415/1/iniapsc339.pdf>
- Zamudio, B., Tadeo, M., Espinosa, A., Martínez, M., Celis, D., Valdivia, R., & Zaragoza, J. (2007). Eficiencia agronómica de fertilización al suelo de macro nutrimentos en híbridos de maíz. *Remexca*, 6(7), 4. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263142146011.pdf>

Zambrano, J. Sangoquiza, C. Yáñez, C. Cho, J. 2020. Uso del biofertilizante FertiBacter para Maíz. Quito – Ecuador. Pp. 2.

# ANEXOS



**Anexo No. 1.** Mapas de la ubicación de la investigación

1.1. Mapa físico de la ubicación geográfica de las localidades (gps)



1.2. Mapa físico de la ubicación geográfica del ensayo en la localidad 1 (Guaranda)



ENSAYO  
Laguacoto III

1.3. Mapa físico de la ubicación geográfica del ensayo en la localidad 2 (Chillanes)



ENSAYO  
San Pedro de  
Guayabal

## Anexo No. 2. BASE DE DATOS

### 2.1. Laguacoto III

1. Repeticiones	2. Tratamientos	3. Altura de la Planta	4. Volumen de Raíz	5. Altura Inserción de la Mazorca	6. Acame de Tallo	7. Acame de Raíz
8. Número de Plantas Por Parcela	9. % de Plantas con Mazorca	10. % Plantas Con Dos Mazorcas	11. % de Plantas Sin Mazorca	12. Longitud de Mazorca	13. Longitud de Marzorca1	14. Diámetro de Mazorca
15. Aspecto de la Mazorca	16. Sanidad de la Mazorca	17. % de Desgrane	18. % de Humedad	19. Hileras/Mazorca	20. Granos/Hilera	21. Granos/Mazorca
22. Peso de 100 Granos	23. Numero de Granos/Kg	24. Rendimiento/Parcela	25. Rendimiento de maíz en Kg/ha	26. Rendimiento de Biomasa KG/HA		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	1	252,00	36,67	157,00	33,71	3,00	267,00	80,15	10,49	9,36	17,17	17,17	4,94	2,00	2,00	69,31	16,00	11,00	29,00	319,00	56,12	1780,00	23,49	1565,70	7579,06
1	2	285,00	44,30	185,00	24,54	3,18	256,00	87,00	1,00	12,00	18,29	18,29	5,21	2,00	2,00	87,21	17,90	13,00	32,00	416,00	63,57	1908,00	29,41	2524,26	6221,60
1	3	254,00	33,33	179,00	31,95	2,96	238,00	78,40	0,89	20,71	15,66	15,66	4,99	2,00	2,00	84,82	14,60	11,00	28,00	308,00	51,19	2072,00	24,39	2031,69	9461,63
2	1	255,00	30,45	161,00	18,92	2,70	259,00	68,34	19,69	11,97	16,82	16,82	4,34	2,00	2,00	84,61	16,50	10,00	28,00	280,00	57,53	1738,00	28,40	1317,44	8023,04
2	2	288,00	45,29	187,00	24,79	3,23	258,00	85,41	10,35	4,24	18,81	18,81	5,14	2,00	2,00	87,43	17,90	12,00	30,00	360,00	62,97	1806,00	31,47	2296,05	5993,66
2	3	274,00	35,00	168,00	26,91	2,24	223,00	68,16	21,08	10,76	17,36	17,36	4,45	2,00	2,00	73,34	15,60	11,00	27,00	297,00	57,85	1762,00	21,43	1517,46	7076,24
3	1	268,00	36,67	167,00	43,97	4,31	265,00	78,88	10,00	11,12	15,87	15,87	4,88	2,00	2,00	71,85	14,90	10,00	29,00	290,00	51,00	2028,00	19,62	1384,39	5919,24
3	2	289,00	45,00	185,00	24,97	4,13	257,00	86,00	13,00	1,00	18,76	18,76	5,17	2,00	2,00	85,00	17,40	13,00	32,00	416,00	62,58	1832,00	27,34	2077,84	8043,11
3	3	282,00	36,67	180,00	32,57	3,67	218,00	77,52	13,76	8,72	16,19	16,19	4,65	2,00	2,00	70,15	15,60	11,00	28,00	308,00	54,30	1844,00	23,61	1603,12	6568,59

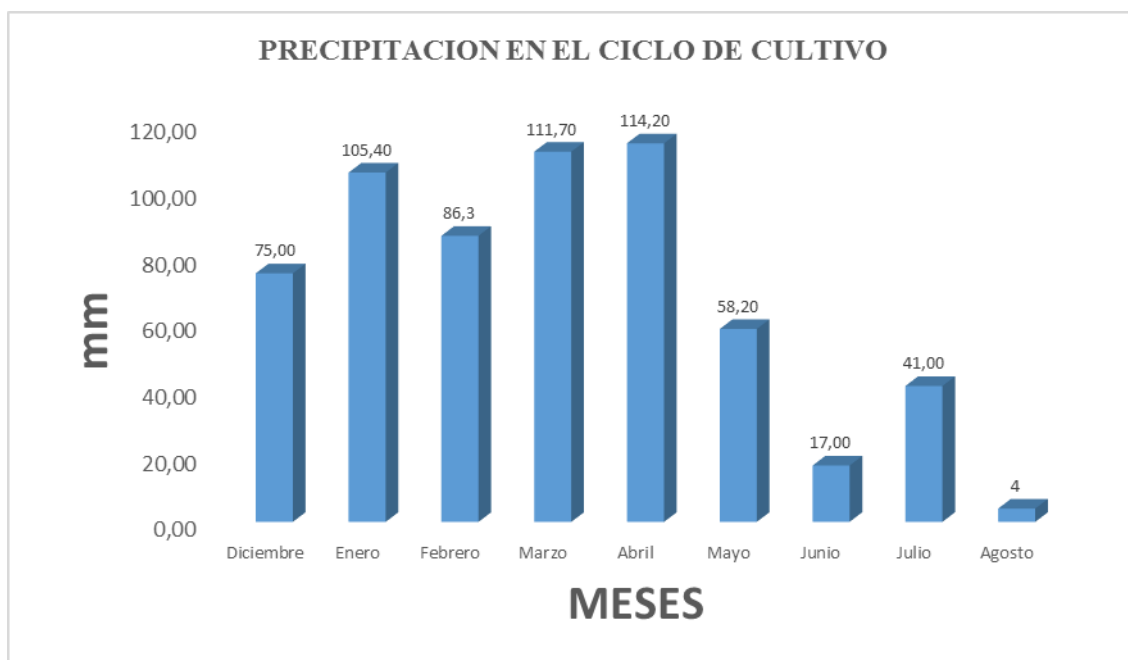
2.2. San Pedro de Guayabal.

1. Repeticiones	2. Tratamientos	3. Altura de la Planta	4. Volumen de Raíz	5. Altura Inserción de la Mazorca	6. Acame de Tallo	7. Acame de Raíz
8. Número de Plantas Por Parcela	9. % de Plantas con Mazorca	10. % Plantas Con Dos Mazorcas	11. % de Plantas Sin Mazorca	12. Longitud de Mazorca	13. Longitud de Marzorca1	14. Diámetro de Mazorca
15. Aspecto de la Mazorca	16. Sanidad de la Mazorca	17. % de Desgrane	18. % de Humedad	19. Hileras/Mazorca	20. Granos/Hilera	21. Granos/Mazorca
22. Peso de 100 Granos	23. Numero de Granos/Kg	24. Rendimiento/Parcela	25. Rendimiento de maíz en Kg/ha	26. Rendimiento de Biomasa KG/HA		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	1	326,00	52,00	257,00	12,58	17,88	151,00	88,08	2,65	9,27	14,28	4,98	4,98	2,00	2,00	78,82	15,60	10,00	25,80	260,00	50,69	1973,00	20,65	3678,68	2623,32
1	2	304,00	40,00	239,00	18,42	23,68	210,00	89,47	3,51	7,02	14,08	5,16	5,31	2,00	2,00	91,28	14,50	10,40	24,80	250,00	49,59	2017,00	20,25	4336,79	1553,36
1	3	337,00	33,33	247,00	40,19	29,91	117,00	81,31	2,80	15,89	13,82	4,96	4,96	2,00	2,00	89,12	17,90	10,80	23,00	253,00	50,46	1982,00	17,01	3882,49	1673,37
2	1	315,00	53,33	234,00	13,33	25,33	150,00	73,33	2,67	26,00	14,14	5,18	4,18	2,00	2,00	86,29	15,10	10,40	22,00	220,00	65,83	1519,00	22,27	4448,82	3156,60
2	2	325,00	43,33	230,00	13,73	15,03	205,00	81,05	1,31	17,65	14,98	5,00	5,23	2,00	2,00	87,57	14,30	10,20	23,40	230,00	52,61	1901,00	22,79	4682,96	3672,77
2	3	312,00	36,67	212,00	21,58	46,04	123,00	74,10	0,00	25,90	13,86	5,18	4,18	2,00	2,00	88,78	16,70	10,40	23,00	230,00	49,27	2029,00	14,30	3017,77	2405,81
3	1	314,00	50,00	229,00	24,06	17,11	157,00	82,89	0,53	16,58	13,36	4,68	4,68	2,00	2,00	90,58	15,60	9,40	22,00	198,00	58,63	1706,00	15,32	3255,81	4835,26
3	2	314,00	46,67	235,00	33,61	11,76	208,00	76,75	0,00	23,25	13,28	5,20	5,20	2,00	2,00	87,06	13,90	10,40	21,40	210,00	50,92	1964,00	13,05	2666,25	5251,11
3	3	327,00	33,33	236,00	35,00	34,00	120,00	77,00	6,00	17,00	13,16	4,60	4,60	2,00	2,00	82,41	15,20	10,40	24,00	240,00	37,77	2647,00	13,59	2661,24	2405,81

**Anexo No. 3.** Precipitación durante el ciclo vegetativo del maíz en la Granja Laguacoto III. 2021.

<b>MESES</b>	<b>Cantidad en mm</b>	<b>%</b>
Diciembre	75,00	12,24
Enero	105,40	17,20
Febrero	86,3	14,08
Marzo	111,70	18,23
Abril	114,20	18,64
Mayo	58,20	9,50
Junio	17,00	2,77
Julio	41,00	6,69
Agosto	4	0,65
<b>TOTAL</b>	<b>612,80</b>	<b>100,00</b>




**Anexo No. 4.** Ilustraciones de la instalación, manejo, seguimiento y evaluación de la investigación en la Granja Experimental Laguacoto III. Y San Pedro de Guayabal. 2021.

<p>Inoculación de la semilla con <i>Azospirillum spp</i></p>	<p>Siembra y fertilización</p>
	
<p>Control de malezas</p>	<p>Control de plagas</p>
	

<p>Aplicación de fertilización Complementaria</p>	<p>Evaluación de altura de la planta</p>
	
<p>Evaluación de porcentaje de acame de tallo</p>	<p>Evaluación de altura de inserción de la mazorca</p>
	



<p>Evaluación del porcentaje de plantas con una mazorca</p>	<p>Evaluación del porcentaje de plantas con dos mazorcas</p>
	
<p>Cosecha</p>	<p>Evaluación de sanidad de la mazorca</p>
	

Evaluación de Longitud de la mazorca



Evaluación del Diámetro de la mazorca



Evaluación del Porcentaje de humedad



Evaluación del Rendimiento por parcela



## **Anexo No. 5 Glosario de términos**

**Azospirillum:** Es un género de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, encontrado en suelos de diferentes regiones del globo terrestre. Estas bacterias cuando se asocian a raíces de plantas, ayudan en la producción y productividad del cultivo, actuando en el aumento de parte aérea y sistema radicular.

**Agricultura sostenible:** Es aquella que, en el largo plazo, contribuye a mejorar la calidad ambiental y los recursos básicos de los cuales depende la agricultura, satisface las necesidades básicas de fibra y alimentos humanos, es económicamente viable y mejora la calidad de vida del productor y la sociedad toda.

**Aminoácidos:** Son moléculas orgánicas compuestas de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. La metionina y la cistina contienen, además, azufre. Su nombre se debe a los grupos funcionales que contiene: un grupo amino básico (NH<sub>2</sub>) y un grupo carboxilo ácido (COOH) unidos a una cadena carbonada (R).

**Amoníaco:** Es un elemento fundamental para los fertilizantes de nitrato de amonio que libera nitrógeno, un nutriente esencial para el cultivo de plantas, incluidos los cultivos agrícolas y céspedes.

**Auxinas:** Son las fitohormonas responsables de las nastias y tropismos. Además, participan en una gran variedad de fenómenos dentro de la planta. ... La caída de las hojas y frutos, así como la iniciación de la raíz, también parece ser gobernada por las auxinas.

**Biofertilizantes:** Son productos a base de microorganismos benéficos del suelo, en especial bacterias y/o hongos, que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan de manera natural a su nutrición y crecimiento, además de ser mejoradores de suelo.

**Citoquininas o citocininas:** Son un grupo de hormonas vegetales (fitohormonas) que promueven la división y la diferenciación celular. Pero hasta ahora no se sabía que también regulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

**Fertilización:** Se usa para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo, mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo de las plantas, etc.

**Fertilizantes químicos:** También conocido como abono químico es un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida.

**Fertilizante biológico:** Se denomina fertilizante biológico a aquellos productos formulados con organismos vivos que se utilizan para favorecer la nutrición de las plantas. ... urea, compost, lombricompost, estiércol, abonos verdes, etc.)

**Fosforo:** Es un nutriente esencial para el crecimiento vegetal, cuya riqueza en P<sub>205</sub> es del orden del 0,5 al 1% de la materia seca. Se trata de un nutriente primario, lo cual supone que sea deficiente comúnmente en la producción agrícola y los cultivos, por lo que lo requieren en cantidades relativamente grandes.

**Fosfatos insolubles:** Son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de sodio, potasio y amonio.

**Giberelinas:** (GAs) son hormonas de crecimiento diterpenoides tetracíclicas involucradas en varios procesos de desarrollo en vegetales. Es una fitohormona producida en la zona apical, frutos y semillas. A pesar de ser más de 100 el número hallado en plantas, sólo son unas pocas las que demuestran actividad biológica.

**Inoculación:** Inoculación en biología es introducir algo que crecerá y se reproducirá, y comúnmente se utiliza esta con respecto a la introducción de suero sanguíneo, una vacuna o una sustancia dentro del cuerpo de un humano o de un animal, especialmente para producir inmunidad a una enfermedad específica.

**Maíz suave:** Es el más importante de los maíces en la alimentación humana; es de grano grande, harinoso y además produce granos blandos que se pueden cocinar tiernos (choclo), semi tiernos, en mote con grano semi tierno (mote choclo), en mote (grano seco), en mote molido, germinados y luego molidos (chicha de jora), secos y tostados, secos y molidos en harina.

**Madurez fisiológica:** Se refiere a la etapa del desarrollo de la fruta u hortaliza en que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. La etapa de madurez fisiológica es seguida por el envejecimiento.

**Macro y micro nutrientes:** Son aquellos elementos que se necesitan en relativamente grandes cantidades. Tanto macronutrientes como micronutrientes son obtenidos de manera natural del suelo.

**Microorganismos beneficiosos:** Se encuentran en el suelo, son bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Actualmente, en la agricultura intensiva, el suelo apenas está sin cultivo, y se planta siempre en la misma línea de terreno, por lo degradamos el suelo rápidamente.

**Nitrógeno:** El nitrógeno (N) es un elemento esencial en la nutrición vegetal, ya que es el nutriente principal que compone las proteínas, los aminoácidos, los ácidos nucleicos y la clorofila; es por ello que es un elemento que se asocia con el crecimiento vegetativo de las plantas

**Potasio:** Es un nutriente clave en la relación agua-planta al ayudar a los vegetales a mantener altos niveles de turgencia, es decir, niveles adecuados de agua en las plantas.