



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

“EFICIENCIA DE LAS BACTERIAS NO SIMBIÓTICAS FIJADORAS DE NITRÓGENO
(*Azospirillum* spp.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum
lycopersicum* L.) EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTORA:

Guadalupe Fernanda Pillajo De la Torre

DIRECTOR:

M Sc Miguel Alejandro Gómez Cabezas

Ibarra, 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFICIENCIA DE LAS BACTERIAS NO SIMBIÓTICAS FIJADORAS DE NITRÓGENO
(*Azospirillum* spp.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum
lycopersicum* L.) EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

MSc. Miguel Alejandro Gómez Cabezas

DIRECTOR



FIRMA

PhD. Julia Prado

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

MSc. Juan Pablo Aragón

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL
NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100465054-3	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Pillajo De la Torre Guadalupe Fernanda	
DIRECCIÓN:		Antonio Ante – San Roque, Barrio la Esperanza	
EMAIL:		gfpillajod@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0993819194

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EFICIENCIA DE LAS BACTERIAS NO SIMBIÓTICAS FIJADORAS DE NITRÓGENO (<i>Azospirillum</i> spp.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE”
AUTORA:	Pillajo De la Torre Guadalupe Fernanda
FECHA:	26 de abril del 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	Pregrado
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	MSc Miguel Alejandro Gómez Cabezas

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de abril de 2023

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: Guadalupe Fernanda Pillajo De la Torre

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Srta. Pillajo De la Torre Guadalupe Fernanda, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 24 días del mes de abril de 2023



MSc Miguel Alejandro Gómez Cabezas
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 24 días del mes de abril del 2023

Guadalupe Fernanda Pillajo De la Torre, "EFICIENCIA DE LAS BACTERIAS NO SIMBIÓTICAS FIJADORAS DE NITRÓGENO (*Azospirillum* spp.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE" /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 24 días del mes de abril del 2023. 122 páginas.

DIRECTOR: MSc Miguel Gómez

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la eficiencia de las bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* spp. en las características agromorfológicas del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.).

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Contrastar los rendimientos como resultado de la aplicación de las bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* spp, con los obtenidos en la fertilización química.
- Determinar la calidad nutricional de los frutos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), en base a los diferentes tratamientos.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en investigación.



MSc Miguel Alejandro Gómez Cabezas

Director de Trabajo de Grado



Guadalupe Fernanda Pillajo De la Torre

Autora

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a Dios por ser mi guía y fortaleza en este camino y así permitirme lograr una de mis metas. A mi familia la cual siempre me ha apoyado y es especial a mi madre quien inculco en mí, valores de responsabilidad, respeto, honestidad, humildad y perseverancia los cuales fueron el motor de avance para cumplir mis metas.

Asimismo, quiero agradecer también a la Universidad Técnica del Norte, a mis profesores MSc. Miguel Gómez, PhD Julia Prado y MSc Juan Pablo Aragón quienes con sus conocimientos me ayudaron a culminar esta etapa.

Finalmente expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que siempre tuvieron la amabilidad de brindarme su apoyo a lo largo de este tiempo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de investigación	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	7
<i>1.4.1 Objetivo general.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>7</i>
1.5 Hipótesis	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1 Agricultura sostenible	8
2.2 Nitrógeno.....	8
2.3 Fuentes de nitrógeno	9
2.4 Ciclo biogeoquímico del nitrógeno.....	9
2.5 Fijación natural del nitrógeno.....	10
2.6 Fijación industrial de nitrógeno.....	10
2.7 Fijación biológica de nitrógeno	11
2.8 Bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno.....	11
2.8.1 Tipos de bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno.....	11

2.8.2 Bacterias del género Azospirillum spp.	11
2.8.3 Mecanismos de acción de Azospirillum spp	12
2.8.4 Producción de ácido indol acético por Azospirillum.....	13
2.9 Cultivo de tomate riñón	14
2.9.1 Producción de tomate riñón en el Ecuador	14
2.9.2 Clasificación taxonómica del tomate riñón	15
2.9.3 Características del tomate híbrido Pietro.....	15
2.9.4 Descripción botánica	15
2.9.5 Fenología del cultivo	17
2.9.6 Requerimientos generales del cultivo de tomate riñón.....	18
2.10 Marco legal.....	21
CAPÍTULO III.....	23
MARCO METODOLÓGICO	23
3.1 Descripción del área de estudio.....	23
3.1.1 Ubicación del área de estudio.....	23
3.1.2 Características climáticas	24
3.2 Materiales.....	24
3.3 Metodología.....	25
3.3.1 Factores en estudio	25
3.3.2 Tratamientos	25
3.3.3 Diseño experimental.....	25
3.3.4 Características del área experimental	26
3.3.5 Características de la unidad experimental	26

3.3.6 Características de la parcela neta.....	28
3.3.7 Análisis estadístico.....	28
3.4 Variables evaluadas.....	28
3.5 Manejo específico del experimento.....	33
3.5.1 Preparación del área de estudio.....	33
3.5.2 Solarización del suelo.....	34
3.5.3 Recolección de muestras para el análisis químico de suelos.....	35
3.5.4 Preparación y colocación del sustrato en las fundas de polietileno.....	35
3.5.5 Preparación de camas.....	36
3.5.6 Inoculación de las bacterias en las plántulas de tomate riñón.....	37
3.8.7 Trasplante.....	38
3.8.8 Riego.....	38
3.8.9 Fertilización.....	39
3.8.10 Tutorado.....	41
3.8.11 Podas.....	41
3.8.12 Controles fitosanitarios.....	42
3.8.14 Cosecha y clasificación.....	42
CAPÍTULO IV.....	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1 Altura.....	44
4.2 Días a la floración.....	47
4.3 Días a la formación del fruto.....	48
4.4 Días a la cosecha.....	50

4.5 Número de frutos por planta.....	50
4.6 Calibre del fruto	52
4.7 Categorización de los frutos	54
4.8 Contenido de proteína en el fruto	56
4.9 Rendimiento	57
4.10 Análisis económico	60
4.10.1 Costos de producción.....	60
4.10.2 Relación beneficio costo (B/C).....	65
CAPÍTULO V.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1 Conclusiones	67
5.2 Recomendaciones	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Requerimientos edáficos, físicos y químicos para el cultivo de tomate riñón</i>	19
Tabla 2 <i>Requerimiento de nutrientes para las diferentes etapas de desarrollo del tomate riñón</i> 21	
Tabla 3 <i>Datos climáticos del área de estudio</i>	24
Tabla 4 <i>Materiales utilizados en la presente investigación</i>	24
Tabla 5 <i>Descripción de los tratamientos estudiados en la investigación</i>	25
Tabla 6 <i>Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)</i> ...	28
Tabla 7 <i>Categorización del fruto de tomate riñón en base al diámetro ecuatorial</i>	32
Tabla 8 <i>Dosis de las soluciones madre requeridas en la fertilización en cada etapa fenológica del cultivo de tomate riñón</i>	40
Tabla 9 <i>ADEVA de altura de la planta de tomate en campo</i>	44
Tabla 10 <i>ADEVA Días a la floración para plantas de tomate riñón en campo</i>	47
Tabla 11 <i>ADEVA de la variable días a la formación del fruto de tomate riñón</i>	49
Tabla 12 <i>ADEVA de la variable días a la cosecha de frutos de tomate riñón</i>	50
Tabla 13 <i>Análisis de contingencia de acuerdo a la categorización del total de frutos cosechados de cada tratamiento</i>	54
Tabla 14 <i>ADEVA de la variable contenido de proteína en el fruto de tomate riñón</i>	56
Tabla 15 <i>Costos de producción del cultivo de tomate riñón bajo invernadero en un área de 253m2</i>	60
Tabla 16 <i>Costos de producción de la investigación realizada para un área de 253m2 y una hectárea</i>	63
Tabla 17 <i>Ingresos de acuerdo al precio y rendimiento obtenido de cada tratamiento</i>	65
Tabla 18 <i>Relación beneficio/costo en una hectárea de tomate riñón para cada tratamiento</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ciclo biogeoquímico del nitrógeno</i>	10
Figura 2 <i>Distribución de las bacterias de la rizosfera de la planta</i>	12
Figura 3 <i>Modo de acción de las bacterias en la rizosfera de la planta</i>	13
Figura 4 <i>Etapas fenológicas del cultivo de tomate riñón</i>	17
Figura 5 <i>Ubicación geográfica del área de estudio</i>	23
Figura 6 <i>Esquema de la distribución de los tratamientos y bloques en la fase de invernadero</i> ...	27
Figura 7 <i>Medición de las plántulas de tomate riñón</i>	29
Figura 8 <i>Flor completamente abierta</i>	29
Figura 9 <i>Fruto en estado de cuaje</i>	30
Figura 10 <i>Madurez comercial del tomate riñón</i>	31
Figura 11 <i>Grosor y peso del fruto de tomate riñón</i>	31
Figura 12 <i>Categorización del fruto de tomate riñón</i>	32
Figura 13 <i>Colección y envío de las muestras al laboratorio</i>	33
Figura 14 <i>Eliminación de maleza del invernadero</i>	34
Figura 15 <i>Solarización del suelo</i>	34
Figura 16 <i>Recolección de muestras de suelo</i>	35
Figura 17 <i>Llenado de suelo en fundas</i>	36
Figura 18 <i>Colocación de las fundas en canas de una hilera</i>	36
Figura 19 <i>Inoculación de las bacterias del género Azospirillum en las raíces de las plántulas de tomate riñón</i>	37
Figura 20 <i>Trasplante de las plántulas de tomate riñón variedad Pietro</i>	38
Figura 21 <i>Tanques de 170 litros para el riego del cultivo de tomate riñón</i>	39

Figura 22 Tutorado de las plantas de tomate riñón.....	41
Figura 23 Brotes axilares de la planta de tomate riñón	42
Figura 24 Grado de madurez del fruto de tomate riñón cosechado	43
Figura 25 Altura de la planta de tomate riñón medida en campo a diferentes días	45
Figura 26 Número de frutos por planta en el cultivo de tomate riñón	51
Figura 27 Grosor de los frutos obtenidos en cada tratamiento	53
Figura 28 Porcentaje de frutos por categoría cosechados en cada tratamiento.....	55
Figura 29 Rendimiento (t/ha) de tomate riñón.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Resultado del análisis de suelo</i>	87
Anexo 2 <i>Cálculo de las soluciones madre de cada fertilizante utilizado</i>	88
Anexo 3 <i>Cálculo de fertilizante para ajustar a los requerimientos del cultivo de tomate riñón</i> .	89
Anexo 4 <i>Ajuste de fertilizantes con 25% de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo</i>	89
Anexo 5 <i>Ajuste de fertilizantes con 50% de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo</i>	91
Anexo 6 <i>Ajuste de fertilizantes con 75 % de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo</i>	92
Anexo 7 <i>Ajuste de fertilizantes con 100 % de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo</i> ...	94
Anexo 8 <i>Cantidad en ml de fertilizante de la solución madre utilizada para 170 Litros de agua</i> . 2	
Anexo 9 <i>Guía de la aplicación de controles fitosanitarios en el cultivo de tomate riñón</i>	2
Anexo 10 <i>Categorización de los frutos de tomate riñón según la norma INEN para frutas y hortalizas frescas 1745</i>	3
Anexo 11 <i>Medias y errores estándares de la interacción días después del trasplante * tratamientos en la variable altura</i>	4
Anexo 12 <i>Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable días a la floración</i> 4	
Anexo 13 <i>Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable días a la formación del fruto</i>	5
Anexo 14 <i>Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable días a la cosecha</i> . 5	
Anexo 15 <i>Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable número de frutos por planta</i>	5
Anexo 16 <i>Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable calibre de fruto</i>	5
Anexo 17 <i>Medias y errores estándares del contenido de proteína del fruto de cada tratamiento</i> 6	
Anexo 18 <i>Medias y errores estándares del rendimiento de cada tratamiento</i>	6
Anexo 19 <i>Precios establecidos para el fruto de tomate riñón según el Sipa en los meses de enero-marzo de 2022</i>	7

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Relación beneficio costo</i>	33
--	----

“EFICIENCIA DE LAS BACTERIAS NO SIMBIÓTICAS FIJADORAS DE NITRÓGENO (*Azospirillum* spp.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE”

Guadalupe Fernanda Pillajo De la Torre
gfpillajod@utn.edu.ec

Director
MSc Miguel Alejandro Gómez Cabezas

Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

RESUMEN

Las bacterias del género *Azospirillum* spp en la agricultura han sido de gran interés debido a su capacidad de fijar nitrógeno y sintetizar fitohormonas como las auxinas, citocinas y giberelinas las cuales son de gran importancia para el crecimiento y desarrollo de planta; es así que, con dichas capacidades es una alternativa para mejorar la producción en el cultivo de tomate riñón y disminuir el uso de fertilizantes nitrogenados. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficiencia de las bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* spp. en las características agromorfológicas del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.). Se realizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos resultados de la interacción de *Azospirillum* a una concentración de 1×10^6 UFC/mL más la aplicación de cuatro niveles de fertilización química nitrogenada (25, 50, 75 y 100%). Los resultados obtenidos mostraron que a dosis de 25 y 50% de nitrógeno químico más inoculación de *Azospirillum* tuvieron un mayor crecimiento de las plantas a los 10 y 50 días, mientras que a los 90 días la altura de las plantas de los tratamientos con 50, 75 y 100% de nitrógeno químico más *Azospirillum* obtuvieron datos similares con un promedio de 132.27 cm, estableciendo que en esta etapa los tratamientos T2, T3 y T4 (50, 75 y 100%) fueron los mejores, al igual que con la variable frutos por planta, mientras que para el grosor del tallo las plantas del tratamiento T4 fueron las que obtuvieron los valores de mayor grosor. A diferencia de lo obtenido con estas variables, el contenido de proteína no tuvo diferencias significativas, lo cual quiere decir que los datos obtenidos de todos los tratamientos son similares. En la etapa de producción, las plantas del tratamiento T4 fueron las que mostraron los más altos rendimientos, sin embargo, mediante el análisis económico Beneficio/Costo se determinó que los tratamientos T2, T3 y T4 presentaron valores rentables, con los cuales se obtuvieron ganancias. Esta investigación sugiere que la aplicación de las bacterias *Azospirillum* pueden ayudar a la reducción de fertilizantes químicos nitrogenados sin afectar el rendimiento del cultivo. Es decir que es una buena alternativa de producción para los agricultores y para el medio ambiente.

Palabras claves: microorganismos, rizobacterias, rizosfera, bacterias diazótrofes, fertilización.

“EFFICIENCY OF NON-SYMBIOTIC NITROGEN-FIXING BACTERIA (*Azospirillum* spp.)
ON THE YIELD OF THE KIDNEY TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) CROP IN CANTÓN
ANTONIO ANTE”

Guadalupe Fernanda Pillajo De la Torre
gfpillajod@utn.edu.ec

Director
MSc Miguel Alejandro Gómez Cabezas

Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

ABSTRACT

Bacteria of the genus *Azospirillum* spp have been of great interest in agriculture due to their ability to fix nitrogen and synthesize phytohormones such as auxins, cytokines and gibberellins, which are of great importance for plant growth and development; Thus, with these capacities, it is an alternative to improve production in the kidney tomato crop and reduce the use of nitrogenous fertilizers. The aim of this research was to evaluate the efficiency of non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria of the genus *Azospirillum* spp. on the agromorphological characteristics of the kidney tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.). A randomized complete block design was carried out with four treatments resulting from the interaction of *Azospirillum* at a concentration of 1×10^6 CFU/mL plus the application of four levels of nitrogenous chemical fertilization (25, 50, 75 and 100%). The results obtained showed that at doses of 25 and 50% of chemical nitrogen plus inoculation of *Azospirillum* they had a greater growth of the plants at 10 and 50 days, while at 90 days the height of the plants of the treatments with 50, 75 and 100% chemical nitrogen plus *Azospirillum* obtained similar data with an average of 132.27 cm, establishing that at this stage the treatments T2, T3 and T4 (50, 75 and 100%) were the best, as with the fruit variable. per plant, while for the thickness of the stem the plants of the T4 treatment were the ones that obtained the thickest values. Unlike what was obtained with these variables, the protein content did not have significant differences, which means that the data obtained from all treatments are similar. In the production stage, the T4 treatment plants were the ones that showed the highest yields, however, through the economic Benefit/Cost analysis, it was determined that the T2, T3 and T4 treatments presented profitable values, with which profits were obtained. This research suggests that the application of *Azospirillum* bacteria can help reduce nitrogenous chemical fertilizers without affecting crop yield. In other words, it is a good production alternative for farmers and for the environment.

Keywords: microorganisms, rhizobacteria, rhizosphere, diazotrophic bacteria, fertilization

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Siendo un producto primordial en la canasta básica familiar de los ecuatorianos, el tomate riñón ha sido la hortaliza que más se cultiva, ya que su consumo per cápita es de 4.4 kg por persona de acuerdo a Brito (2015). Su ingesta se debe especialmente a las propiedades nutricionales que posee, como la vitamina C, carotenoides y proteínas las cuales aportan una dieta saludable en la alimentación humana (Fundación Española de la Nutrición, 2020). Es por esta razón que se han ido generando producciones de aproximadamente 62 mil toneladas al año para cubrir la demanda del producto (ESPAC, 2018). La mayor parte de superficies cultivadas en la provincia de Imbabura se encuentran en el cantón Pimampiro y Antonio Ante, teniendo producciones de 49 y 36 T, respectivamente (Vinueza, 2007).

Según la Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar (2003), mencionan que a causa del aumento en el consumo del producto, los agricultores han tenido la necesidad de cultivar de manera intensiva, por esta razón Verhulsta et al. (2015) revelan que la aplicación de fertilizantes nitrogenados en los últimos 50 años, se ha incrementado 20 veces y se prevé que su aplicación se incremente a 180 millones de toneladas para el año 2030. Esto debido a que las dosis aplicadas al cultivo son mayores a los requerimientos (350 a 400 kg/ha) de la planta, haciendo que esta práctica genere desperdicio de fertilizante el cual es una fuente de contaminación, ya que la planta es incapaz de absorber la totalidad del nitrógeno incorporado (Cuadrado-García et al., 2014). Es así que por esta razón los costos de producción han ido en aumento llegando a 2.5 veces más en esta última década, esto sumado a que para la fabricación de dichos fertilizantes se requiere del uso de combustibles fósiles no renovables lo cual genera una afectación al nivel ecosistema (Aguirre et al., 2009).

Según Andreu et al. (2006) mencionan que el nitrógeno es indispensable en la producción y rendimiento de los cultivos ya que este elemento es un constituyente de enzimas, proteínas, ADN y clorofila, sin embargo, la eficiencia en la absorción indica que el efecto productivo conseguido

con cada dosis adicional de fertilizante va siendo progresivamente menor, y que llega un momento en que dosis mayores producen realmente producciones más bajas.

Consecuentemente Larios-González et al. (2021) afirman que, el incremento de fertilizantes nitrogenados ha generado un elevado costo tanto económico como ecológico, ya que, en el caso del nitrógeno (N) aplicado mediante fertilización química, este se pierde por procesos de volatilización hacia la atmósfera, en forma de amoníaco (NH_3), óxido nitroso (N_2O), óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2), así generando pérdidas de 57,68 kg N/ha lo que representa un 43%. De la misma manera, estudios realizados en China mencionan que existen pérdidas por lixiviación hasta en un 50 %, lo que afecta directamente a las aguas superficiales y subterráneas, ya que, por procesos de escorrentía y arrastre de nutrientes, especialmente de los nitratos, se genera la contaminación de acuíferos (Ferrari, 2018).

Además, cabe mencionar que la aplicación de los fertilizantes amoniacales altera los sistemas naturales, causando acidificación al suelo, debido a los procesos de nitrificación en donde el amonio cambia a nitrato liberando los iones H^+ , los cuales producen un desbalance del pH, provocado por el uso continuo de este tipo de fertilizantes (Campillo y Sadzawka, 2006). De la misma manera la sobrecarga que existe del elemento nitrógeno mediante su aplicación provoca problemas de hipoxia y anoxia en la biomasa microbiana generando pérdida de biodiversidad (Davidson et al., 2012). Así también Tjalling (2006) asegura que este tipo de prácticas afecta la fertilidad del suelo.

La reducción del impacto al ambiente es una de las razones por las cuales es necesario mencionar que existen otras fuentes de incorporación de N al suelo, como es el uso de bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno. Este tipo de bacterias son denominadas diazótrofes o rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV), ya que tienen la capacidad de fijar nitrógeno de manera libre y en asociación con la planta (Fuentes R et al., 2003). Así mismo, Moreno y Galvis (2013) mencionan que las denominadas bacterias diazótrofes tienen la capacidad de adaptarse, colonizar y persistir en la rizosfera de la planta.

Este tipo de bacterias son microorganismos que representan alrededor del 2 al 5 % de las bacterias rizosféricas, y son capaces de afectar positivamente en el desarrollo de la planta (Moreno et al.,

2018). Dentro de este grupo se encuentran las bacterias del género *Azospirillum* spp, estas tienen la capacidad de inhibir la proliferación de plantas parásitas, crean resistencia a agentes patógenos, producen hormonas que estimulan el crecimiento vegetal, aumentan significativamente el sistema radicular de la planta y tienen la capacidad de fijar nitrógeno, por lo que permiten un desarrollo económico y saludable de los cultivos (Parra y Cuevas, 2002).

Esquivel-Cote et al. (2015) realizaron estudios en el cultivo de tomate riñón bajo invernadero, inocularon las cepas C4, de *Azospirillum brasilense* aisladas de raíces de trigo; VS7 y VS9, de *A. brasilense*, aisladas de sorgo y VS1, de *A. lipoferum*, aislada de sorgo, y se sembraron en fundas de plástico con sustrato (agrolita); como resultado, se observó que las plantas inoculadas con las diferentes cepas incrementaron significativamente la longitud de la raíz (28%) y diámetro del tallo (66%), con respecto a las plantas no inoculadas y fertilizadas con nitrógeno químico (340 kg N/ha). Mientras que, para las variables, peso fresco de la parte aérea y área foliar no presentaron diferencias significativas. Sin embargo, los resultados de las plantas inoculadas con bacterias fueron superiores en un 11%.

Así mismo en plantas de tomate que fueron inoculadas 15 días después de la siembra con la cepa de *Azospirillum lipoferum* y fertilizadas con 225 Kg N/ha, en la etapa de producción de frutos registraron un alto contenido de potasio (5.59%), con respecto a las plantas no inoculadas y fertilizadas con 225 Kg N/ha. De la misma manera las plantas que fueron inoculadas con *Azospirillum brasilense* y fertilizadas con 170 kg de N/ha, registraron mayor producción con respecto a las no inoculadas y fertilizadas con 170 kg de N/ha (13%) y con 255 kg de N/ha (28%) (Esquivel-Cote et al., 2017).

En la investigación realizada por Cárdenas et al. 2014 se inoculó la cepa de *Azospirillum* sp. a semillas de pasto guinea a una concentración de $1 \cdot 10^7$ UFC/mL en la que se obtuvo un porcentaje de germinación de 64.44%, siendo este altamente significativo en comparación al testigo absoluto (17.78%) y químico (23.33%). Mientras que para el peso seco y fresco foliar no se obtuvieron diferencias significativas. Con respecto al porcentaje de proteína cruda, se observó un valor mayor de 26.80 % en el tratamiento inoculado con *Azospirillum* más *Enterobacter agglomerans* con respecto al tratamiento con fertilización química nitrogenada.

En otros cultivos como el trigo, la aplicación de estas bacterias generó un efecto positivo en la longitud de la espiga (7-30%) y en la producción de espiguillas fértiles (12-25%) (Díaz-Zorita y Fernández-Canigia, 2009). Así mismo en el caso del cultivo del maíz, Yáñez et al. (2012) demostraron que hubo un cremento en el rendimiento de 0,3 T/ha, que se obtuvo con el control sin inoculación a 0,8 T/ha con la aplicación de este tipo de bacterias. Estos estudios ayudan a tener una visión de los beneficios que presenta la inoculación de las bacterias en las plantas, generando así una alternativa de producción orgánica y amigable con el ambiente.

1.2 Problema de investigación

La fertilización nitrogenada es indispensable y necesaria para maximizar los rendimientos en el cultivo de tomate riñón. Sin embargo, su excesiva e inadecuada aplicación ha ido generando pérdidas de 57,68 kg N/ha lo cual conlleva a una contaminación por lixiviación de nitratos y volatilización de gases tales como óxido de nitrógeno y nitrógeno molecular, afectando a las aguas subterráneas y la atmosfera, produciendo el llamado efecto invernadero, lo que perjudica directamente la salud de los seres humanos y animales (González, 2019).

Por esta razón se establece que los fertilizantes químicos nitrogenadas aplicados de forma frecuente alteran progresivamente el suelo, provocando daños en la estructura y microfauna del mismo haciéndolo infértil. Esto conlleva a grandes deficiencias en la planta que se traducen en pérdidas económicas ya que la misma no cuenta con suficiente crecimiento, desarrollo y producción. A consecuencia de esto, el suelo pierde completamente su capacidad productiva debido a la erosión (Yepis, Fundora, Pereira y Crespo, 1999).

Los impactos negativos que se generan mediante esta práctica dan como resultado inversiones altas con producciones bajas, generando así pérdidas económicas, ya que los costos de los fertilizantes han tenido un incremento notoriamente elevado en los últimos años, y esto se debe a que para su fabricación se requiere del uso de combustibles fósiles no renovables, lo que conlleva directamente a un impacto sustancial sobre el clima del planeta (González-Estrada y Camacho-Amador, 2018).

1.3 Justificación

El tomate riñón se cultiva debido a su alto consumo en forma fresca o procesada, ya que posee proteínas, carbohidratos, potasio, fósforo, magnesio, vitaminas B1, B2, B5 y C; también presenta carotenoides como el licopeno, el que junto a la vitamina C son antioxidantes, por esta razón es considerado como una fruta de alto valor nutricional (Palomo et al., 2010).

La mayor parte de extensiones cultivadas de esta hortaliza se encuentran bajo invernadero, debido a la susceptibilidad de plagas y enfermedades que presenta, cabe mencionar que este cultivo es exigente en fertilización química nitrogenada, ya que el nitrógeno que se incorpora mediante esta práctica es fundamental para el crecimiento vegetal, aminoácidos y proteínas, haciendo que la planta se desarrolle adecuadamente (Hernández et al., 2009).

El nitrógeno es un elemento importante en la fisiología de la planta, sin embargo, el exceso o la deficiencia de este puede causar daños a la misma, afectando su producción, en el caso del exceso, este se produce por el abuso en la aplicación de fertilizantes nitrogenados y amoniacales, que se utiliza en este cultivo por parte de los agricultores, haciendo que el nitrógeno sobrante sea una fuente de contaminación (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA], 2022). Es por esta razón que estudios han demostrado que existen microorganismos como las bacterias *Azospirillum* los cuales tienen la capacidad de producir auxinas, citocininas y giberelinas que conducen a la estimulación del crecimiento de las plantas, además son solubilizadoras de fosfatos, y fijan nitrógeno atmosférico (Munoz, 2017).

El uso de este tipo de bacterias ha sido de gran interés en la agricultura, ya que mediante la aplicación de estas en las raíces de las plantas mejora la capacidad de absorción de nutrientes, especialmente del nitrógeno y potasio, haciendo más eficiente la fertilización en los cultivos (Caballero-Mellano, 2004).

Mediante investigaciones realizadas se ha evidenciado que este tipo de bacterias son una opción viable en la agricultura, ya que pueden sustituir parcial o total la aplicación de fertilizantes minerales, debido a su capacidad de aumentar el rendimiento, es así que estudios en tomate riñón han demostrado resultados positivos al crecimiento, desarrollo y producción de las plantas,

teniendo un 40% de mortalidad de las mismas en comparación a las no inoculadas con *Azospirillum* (Sobre la Tierra (SLT), 2017).

La inoculación con cepas de *Azospirillum* en cultivos como maíz mostraron efectos benéficos en los rendimientos en un 95% en comparación a plantas no inoculadas (Caballero-Mellano, 2004). De la misma manera Parra y Cuevas (2002) mencionan que los diversos estudios y experimentos realizados mediante la inoculación con bacterias del género *Azospirillum* han registrado un incremento del 10 al 30% en cuanto a rendimientos de diversos cultivos.

Debido al impacto ambiental que se genera mediante el exceso de aplicación de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de tomate riñón, se ha requerido realizar esta investigación con el fin de contribuir a la sustentabilidad económica y ambiental, procurando un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del suelo y del ambiente. Es por esta razón que el uso de nuevas alternativas es necesaria para reducir los efectos negativos que causa el uso de este tipo de fertilizantes en la agricultura. Como se ha demostrado, la aplicación de microorganismos del género *Azospirillum* en diferentes cultivos ha tenido grandes ventajas, siendo un potencial en la fijación biológica de nitrógeno atmosférico, y siendo capaz de producir fitohormonas como las auxinas que son de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, haciendo que este tipo de bacterias puedan sustituir en un gran porcentaje a la aplicación de fertilización química nitrogenada, lo cual generaría una opción saludable en la producción (Licea-Herrera et al., 2020).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de las bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* spp. en las características agromorfológicas del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*).

1.4.2 Objetivos específicos

- Contrastar los rendimientos como resultado de la aplicación de las bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* spp., con los obtenidos en la fertilización química.
- Determinar la calidad nutricional de los frutos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), en base a los diferentes tratamientos.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en investigación.

1.5 Hipótesis

Ho: El uso de bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* spp. permiten reducir la dosis de fertilización nitrogenada, manteniendo rendimientos, calidad nutricional y beneficios económicos similares a los obtenidos con mayor fertilización nitrogenada.

Ha: El uso de bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* spp. permiten reducir la dosis de fertilización nitrogenada y mejorar rendimientos, calidad nutricional y beneficios económicos en relación a los obtenidos con mayor fertilización nitrogenada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Agricultura sostenible

Como ya se conoce la agricultura sostenible es un sistema de producción agrícola que permite obtener producciones estables de forma económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y sin comprometer las potencialidades presentes y futuras del recurso suelo, llevando a cabo la aplicación de diversas alternativas tecnológicas en el sector agrícola del país, dando como resultado productos sanos y nutritivos para los seres humanos (Hurtado, 2012).

En la agricultura sostenible, el suelo es un factor importante para la producción de alimentos, siendo este un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios los cuales están relacionados con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como nitrógeno, carbono, fósforo, entre otros. Cabe mencionar que la producción agrícola y sobre todo sostenible debe provenir de un suelo sano; es decir sin limitaciones físicas, químicas o biológicas con un mínimo deterioro ambiental, el cual, debe aportar a la mitigación del cambio climático (Burbano-Orjuela, 2016).

2.2 Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento diatómico, se encuentra en estado gaseoso a temperatura normal y presión normal, es incoloro, inodoro e insípido, además es uno de los macronutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas, ya que es un componente principal de las proteínas, los ácidos nucleicos y coenzimas, encontrándose también dentro de la estructura de la clorofila; este elemento es absorbido por medio de las raíces en forma de nitrato o de amonio el cual es fijado y aplicado al suelo por diferentes factores, el más común para los agricultores es mediante el uso de fertilizantes químicos nitrogenados (Silva, 2015).

2.3 Fuentes de nitrógeno

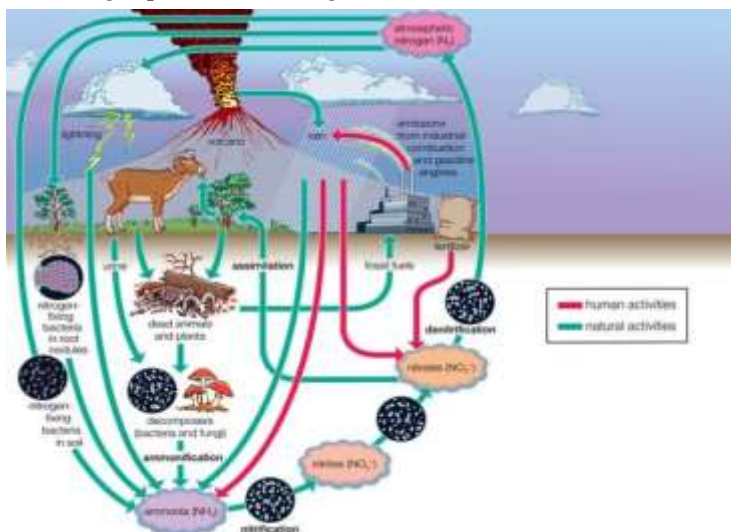
La mayor cantidad de nitrógeno presente se encuentra en la atmósfera en forma de nitrógeno molecular (N_2), el cual constituye el 78% en volumen, esto debido a la quema de combustibles fósiles y el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, procesos que aumentan los niveles de nitrógeno en la corteza terrestre; en menor cantidad la principal fuente de nitrógeno en el suelo es la materia orgánica (Benimeli et al., 2019). La incorporación del elemento nitrógeno al suelo proviene de manera natural, mediante ciertos organismos vivos y a través de fertilizantes químicos artificiales (Aristizábal y Cerón, 2012).

2.4 Ciclo biogeoquímico del nitrógeno

En el ciclo del nitrógeno este elemento se mueve entre la atmosférica, biosfera, hidrosfera y la geosfera, en el cual se producen una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, dentro de estos la primera fase es la fijación del nitrógeno en el que el nitrógeno del aire se convierte en amoníaco el cual por procesos de nitrificación es transformado a la forma de nitrato haciéndolo asimilable para las plantas; en el caso de la materia orgánica aplicada al suelo, esta pasa por procesos de amonificación en donde el nitrógeno presente en la materia orgánica se liberan en forma de amonio, finalmente el nitrógeno del suelo retorna a la atmosfera por medio de la desnitrificación en donde las bacterias desnitrificadoras reducen el nitrato a nitrógeno gaseoso y el amonio a amoníaco (García-Velázquez y Gallardo, 2017). En la Figura 1 se observa el ciclo del nitrógeno mediante la fijación de natural, artificial y biológica de este elemento.

Figura 1

Ciclo biogeoquímico del nitrógeno



Nota. Procesos del ciclo del nitrógeno, por Escudos, (2020)

2.5 Fijación natural del nitrógeno

Es un proceso natural en el que las descargas eléctricas de tormentas, radiación ultravioleta, combustibles industriales e incendios proporcionan momentáneamente la energía requerida para originar óxidos de nitrógeno e incluso amoníaco, a partir del nitrógeno molecular y del oxígeno del aire, los cuales al reaccionar con el agua de la lluvia producen ácido nítrico, el cual se deposita en el suelo y cuerpos de agua superficial, donde finalmente se fija como nitrato (Rodríguez et al., 1985).

2.6 Fijación industrial de nitrógeno

Es un método en el cual se fabrican fertilizantes nitrogenados de manera industrial a partir de la utilización de altas temperaturas ($450-500^{\circ}C$) y alta presión (200 atm) para combinar el hidrógeno y el nitrógeno (del aire), con miras a la producción de amoníaco (NH_3), mediante el proceso de Haber-Bosch, el cual proporciona el 98% del nitrógeno incorporado al suelo como fertilizantes en la agricultura mundial (Quesada y Estupiñan , 2010).

2.7 Fijación biológica de nitrógeno

Debido al triple enlace entre los dos átomos de nitrógeno presentes en la atmósfera, esta molécula es incapaz de ser aprovechada de forma directa por los seres vivos como las plantas, sin embargo, existe un pequeño grupo de microorganismos altamente capaces de reducir el nitrógeno atmosférico en amoníaco y luego fijar el nitrógeno en formas asimilables para la planta, dentro de estos microorganismos se encuentran: algas, actinomicetos y bacterias los cuales pueden trabajar de forma libre o en simbiosis (Mayz-Figueroa, 2004).

2.8 Bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno

Este tipo de bacterias también denominadas diazótrofes o bacterias promotoras del crecimiento vegetal son microorganismos de vida libre que tienen la capacidad de reducir el nitrógeno atmosférico y hacerlo asimilable para la planta (Cerrato y Alarcón, 2006).

2.8.1 Tipos de bacterias no simbióticas fijadoras de nitrógeno

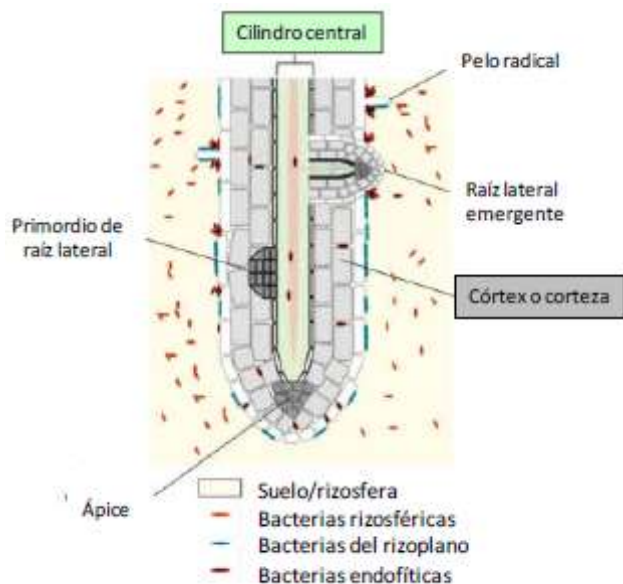
Según Torres (2011) establece que dentro de este grupo se encuentran las bacterias de los géneros aerobios como *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Azoarcus*, *Pseudomonas*, *Gluconacetobacter*; algunos anaerobios facultativos como *Bacillus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*; otros que son microaerófilos, como *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Acidithiobacillus*, *Burkholderia*, *Aquaspirillum*, o anaerobios estrictos como *Clostridium* y *Desulfovibrio*. Todas estas bacterias poseen mecanismos importantes con los cuales aumentan la productividad de los cultivos.

2.8.2 Bacterias del género Azospirillum spp.

Las bacterias del género *Azospirillum* spp. son bacilos Gram-negativos pertenecientes a la subclase α -proteobacteria, se desarrollan bien en condiciones de pH 6.8 a 7 y a temperaturas de 30 a 35 °C. En este grupo existen varias especies, siendo las más estudiadas *A. brasilense*, *A. lipoferum* y *A. amazonense* (Carrera, 2012). En la Figura 2 podemos observar la ubicación y distribución de las bacterias en la rizosfera de la planta.

Figura 2

Distribución de las bacterias de la rizosfera de la planta



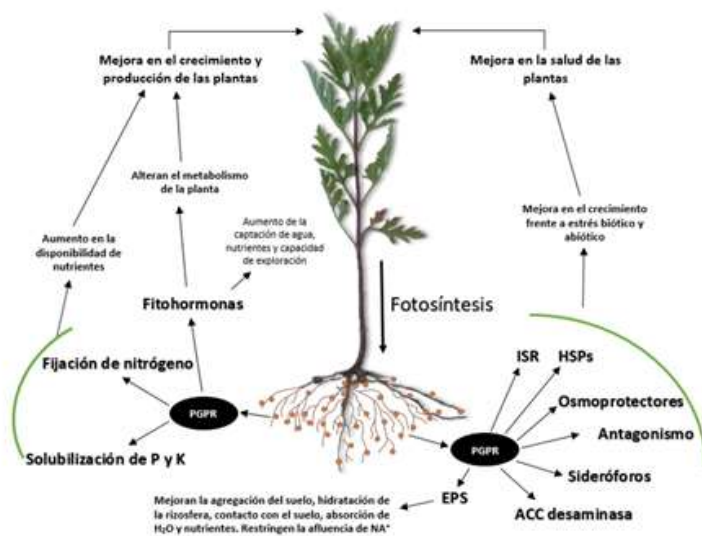
Fuente: (Bernabeu, 2017).

2.8.3 Mecanismos de acción de *Azospirillum spp*

la fijación biológica de nitrógeno atmosférico que se lleva a cabo mediante las bacterias del género *Azospirillum* ocurre debido a la actividad del complejo enzimático llamado nitrogenasa, que está constituido por dos hierro proteínas: la proteína (I), llamada hierro-molibdeno-proteína, y la proteína (II), llamada hierro-proteína. La enzima requiere de la participación de otras dos proteínas: ferredoxina y flavodoxina, que actúan como donadores de electrones y reductores naturales de nitrogenasa. Los electrones son transportados a la nitrogenasa por la ferredoxina y llegan a la hierro-proteína, está activa a la molibdeno-hierro-proteína y se produce la reducción de nitrógeno lo cual hace que las plantas puedan asimilar este elemento por las raíces (Aguilar, 2020). En la figura 3 se presenta el funcionamiento y modo de acción de las bacterias en la rizosfera de la planta.

Figura 3

Modo de acción de las bacterias en la rizosfera de la planta



Fuente: (Velasco-Jiménez et al., 2020).

2.8.4 Producción de ácido indol acético por *Azospirillum*

En plantas in vitro, especies de *Azospirillum* han demostrado su capacidad de producir hormonas como las giberelinas, citoquininas y auxinas, principalmente el ácido indol acético, es así que estas bacterias además de fijar nitrógeno, metabolizan compuestos de tipo fitohormonas (Meza, 2013).

2.8.4.1 Auxinas

Según Cassán y et al. (2003), una de las principales hormonas producidas por *Azospirillum* es el ácido indol acético, este es un grupo de compuestos naturales o sintéticos que se caracterizan por su capacidad de inducir la elongación de las células del tallo, producción de diferentes raíces adventicias y aumento en la dormancia apical.

2.8.4.2 Giberelinas

Esta hormona es capaz de aumentar el desarrollo de tejidos, de manera constante, interviene en la elongación de raíces, hojas jóvenes y floración, además interviene en el alargamiento de segmentos

nodales, participan en procesos de iniciación floral e induce a la germinación de semillas (Alcantara et al., 2019).

2.8.4.3 Citocininas

Según Alcantara et al. (2019) menciona que este tipo de hormonas promueven procesos como la división y diferenciación celular, el incremento del área de la raíz mediante la formación de raíces adventicias, formación de hojas, así como la prevención de la senescencia.

2.8.4.4 Producción de sideróforos e inhibición de patógenos

El hierro (Fe) es un elemento esencial para prácticamente todos los seres vivos, es necesario para importantes funciones celulares como síntesis de ADN, respiración y detoxificación de radicales libres. En la naturaleza se encuentra fundamentalmente en la forma Fe^{3+} formando parte de sales e hidróxidos de muy baja solubilidad. Sin embargo, en algunos suelos alcalinos la concentración de hierro en solución es a menudo más alta de la esperada, incremento que se atribuye precisamente a la presencia de moléculas orgánicas que exhiben diversas capacidades para quelatar el hierro, entre éstas destacan los sideróforos producidos la bacteria *Azospirillum brasilense* (Aguado-Santacruz et al., 2012), ya que en estudios realizados por Tortora et al. (2011) mencionan que recientemente se ha encontrado que esta bacteria es capaz de controlar al hongo fitopatógeno *Colletotrichum acutatum* en cultivos de fresa mediante la producción de sideróforos.

2.9 Cultivo de tomate riñón

Según Salazar (2015) manifiesta que, el tomate aparentemente es originario de Sudamérica, pero fue en México donde se cultivó por primera vez. Los colonizadores europeos lo llevaron a Europa a mediados del siglo XVI, donde no fue ampliamente utilizado durante muchos años, aunque en Estados Unidos fue introducido en el siglo XVIII, tardó más o menos 100 años en ser aceptado como fruto comestible.

2.9.1 Producción de tomate riñón en el Ecuador

Según El Comercio (2011) menciona que en el país existe una cantidad de 3 333 hectáreas de tomate riñón las cuales generan una producción de 61 426 toneladas al año, esto según el último

Censo Agropecuario del 2000, además cabe mencionar que la mayoría de tomateras está ubicada en la provincia de Santa Elena y en los valles de Azuay, Imbabura y Carchi.

2.9.2 Clasificación taxonómica del tomate riñón

El tomate es una especie vegetal dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. Esta familia, es una de las más grandes e importantes entre las angiospermas, comprende unas 2300 especies agrupadas en 96 géneros (Rodríguez y Morales, 2007). Amaguaña (2009) cita la siguiente clasificación taxonómica para el tomate riñón:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	<i>S. Lycopersicum</i>

2.9.3 Características del tomate híbrido Pietro

Tomate de larga vida, ligeramente redondeado indeterminado grueso y firme. Planta de gran adaptabilidad produce frutos grandes, planta vigorosa con buena cobertura foliar y entrenudos cortos. Racimos uniformes de cinco a siete frutos, mantienen gran calibre hasta el último racimo con excelente post cosecha. Planta con entrenudos cortos, frutos de color rojo y de calibre grande 230-250 g, se adapta bien a campo abierto e invernadero (Salazar, 2015).

2.9.4 Descripción botánica

2.9.4.1 Planta

La planta de tomate riñón es de tipo perenne de porte arbustivo que se cultiva anualmente. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (Salazar, 2015).

2.9.4.2 Raíz

El sistema radicular del tomate está constituido por: la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanza más de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie (Pérez et al., 2012).

2.9.4.3 Tallo

El tallo es erguido durante los primeros estadios, pero pronto se tuerce a consecuencia del peso. Su superficie es angulosa provista de pelos glandulares que desprenden un líquido de color verde amarillento y de aroma muy característica que actúa como repelente para varios insectos (Salazar, 2015).

2.9.4.4 Hojas

Las hojas son compuestas e imparipinadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Borrero, 2012).

2.9.4.5 Flor

La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos y pétalos dispuestos de forma helicoidal, de un número igual de estambres que se alternan con los pétalos y de un ovario bi o plurilocular; dicho arreglo asegura el mecanismo de autofecundación, ya que el polen se libera del interior de la antera. Las flores en número variable, se agrupan y constituyen inflorescencias de varios tipos, pudiendo ser de racimo simple, de cima unípara, bípara o múltipara (Amaguaña, 2009).

2.9.4.6 Fruto

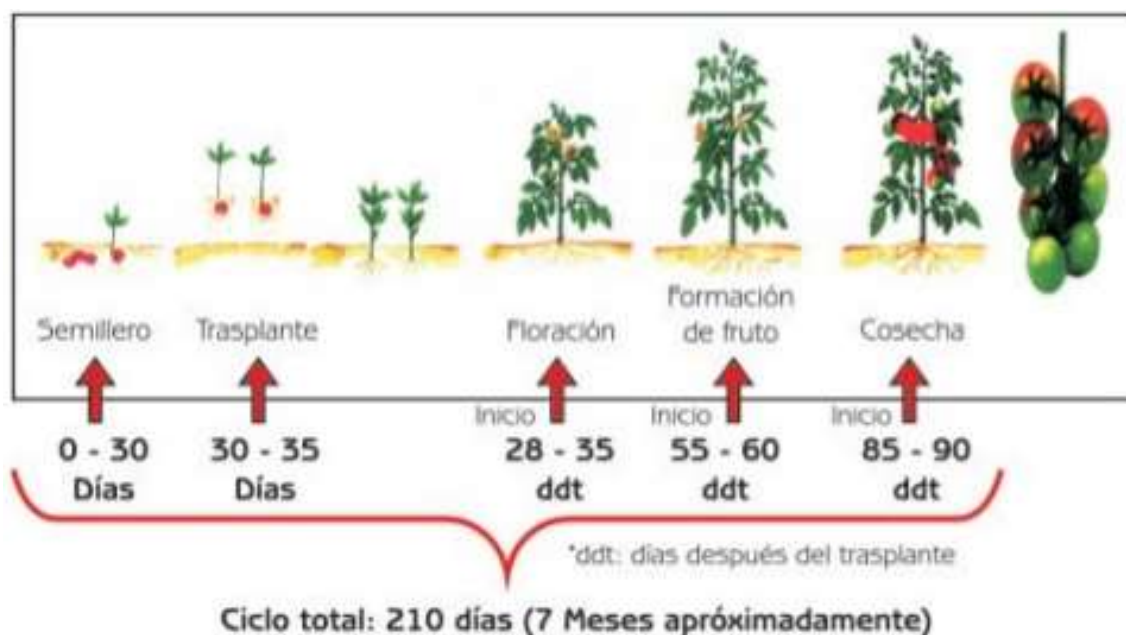
El fruto es una baya bi o plurilocular presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición según el cultivo que se trate, se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 g y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo (Cornejo, 2009).

2.9.5 Fenología del cultivo

Según Silva (2015), menciona que la fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida. Dependiendo de la etapa fenológica son sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad a insectos o enfermedades. Existen cuatro etapas fenológicas en el ciclo del tomate, las mismas que se presentan en la Figura 4.

Figura 4

Etapas fenológicas del cultivo de tomate riñón



Fuente: (Pérez et al., 2012).

2.9.5.1 Inicial

La fase del desarrollo vegetativo inicia con la siembra de las semillas o etapa de semillero, seguida por la germinación, la formación de 3 a 4 hojas verdaderas y el trasplante al sitio definitivo, la misma que dura entre 25 a 35 días.

2.9.5.2 Vegetativa

Esta etapa inicia a partir de los 30 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración. Durante esta etapa se requieren mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión. Después de este período siguen 4 semanas de crecimiento rápido mientras la planta emite flores y produce frutos.

2.9.5.3 Floración y cuajado

La floración depende mucho de la variedad y de las condiciones edafoclimáticas brindadas a la planta. La floración y polinización inicia entre 20 a 40 días después del trasplante, cuando la planta posea entre 6 a 11 hojas antes de emitir la primera inflorescencia. Las demás inflorescencias siguen emitiendo a lo largo de todo el ciclo, aproximadamente cada 2 semanas emite una nueva inflorescencia.

2.9.5.4 Madurez fisiológica y cosecha

La madurez fisiológica es alcanzada en promedio a los 80 días después del trasplante y dura entre 20 a 25 días por corte o piso en 6 a 7 cortes. En esta etapa el crecimiento de la planta se detiene parcialmente y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.

2.9.6 Requerimientos generales del cultivo de tomate riñón

2.9.6.1 Requerimientos edafoclimáticos

En la tabla 1 se observa los requerimientos edafoclimáticos que requiere el cultivo de tomate riñón para su debida producción.

Tabla 1

Requerimientos edáficos, físicos y químicos para el cultivo de tomate riñón

Físicos / Químicos	Rango óptimo
Textura	Franco a franco arcillosa
Profundidad efectiva	>80 cm
Densidad aparente	1.20 g/cc
Color	Oscuro
Contenido de materia orgánica	>3.5%
Drenaje	Bueno
Capacidad de retención de humedad	Buena
Topografía	plano o semi-plano
Estructura	Granular
pH	5.8 - 6.8
Acidez total	<10.0%
Conductividad eléctrica	0.75-2.0 mmho/cm ²

Fuente: (Pérez et al., 2012).

2.9.6.2 *Requerimientos climáticos*

Según Silva (2015) indica que la mayoría del cultivo de tomate riñón en la sierra ecuatoriana está sembrada bajo invernadero, y con ello se facilita el manejo de las condiciones climáticas con la finalidad de eliminar las variables que afectan a la producción, cabe mencionar que los requerimientos climáticos necesarios en el cultivo de tomate riñón son los siguientes:

a) Luminosidad

El tomate demanda de ocho a dieciséis horas diarias de luz solar, para lograr un buen desarrollo de la planta y una coloración uniforme de los frutos. La baja luminosidad afecta los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta, y reduce la capacidad de absorber el agua y los nutrientes del suelo.

b) Temperatura

Las temperaturas óptimas de cultivo van de entre 22 a 30 °C para el día y 16 a 20 °C durante la noche. La temperatura influye en la distribución de los procesos de la fotosíntesis.

c) Humedad relativa o del ambiente

En el cultivo de tomate la humedad relativa más adecuada está en el rango de 50 a 65%. Humedades muy altas favorecen el desarrollo y la proliferación de enfermedades principalmente ocasionadas por hongos; de igual forma, ocasionan la caída de flores y daños a los frutos, cuando la humedad relativa es baja el polen se seca, reduciendo la polinización y la fecundación de las flores.

2.9.6.3 Requerimientos de nutrientes en el cultivo de tomate riñón

La planta de tomate, como todo ser vivo, necesita de nutrientes para su óptimo desarrollo. Estos nutrientes están presentes en el suelo en cantidades que muchas veces no son suficientes para soportar un crecimiento vigoroso que permita producir rendimientos altos, por esta razón, normalmente es necesario suplir nutrientes al suelo (Silva, 2015).

El tomate riñón es una especie vegetal que demanda, debido a su productividad, gran cantidad de nutrimentos. Entre estos, se puede mencionar al nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, como macroelementos; microelementos tales como magnesio, boro, manganeso y hierro son importantes en la nutrición del tomate (Jarrín, 2014). En la Tabla 2 podemos observar los requerimientos de macro y micronutrientes para las diferentes etapas fenológicas del cultivo de tomate riñón (Heuvelink, 2005).

Tabla 2*Requerimiento de nutrientes para las diferentes etapas de desarrollo del tomate riñón*

Fases de cultivo	Nutrientes (mg/l)													
	N	NH ₄	P	k	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	S	Cl
Requerimiento fase de semillero	200	10	50	353	247	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	0.05	120	18
Requerimiento primeras 4-6 semanas después del trasplante normal después de las 6 semanas	180	10	50	400	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	0.05	120	18
Última semana	190	22	50	400	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	0.05	120	18
	210	22	50	420	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.55	0.05	120	18

Cada uno de los nutrientes, añadido en la cantidad adecuada y en la época oportuna, permite a la planta desarrollar funciones fisiológicas necesarias para obtener producto en cantidades que resulten económicamente viables (Jarrín, 2014).

2.10 Marco legal

Dentro de la Constitución de la República del Ecuador del 2008. Capítulo II, Sección Segunda: Ambiente Sano Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Así mismo se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el Capítulo VII, Sección Séptima. Derechos de la Naturaleza Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su

existencia, el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de acuerdo con el aporte de la Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2008)

El Texto Unificado Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), publicado el 16 de diciembre de 2002 constituye un texto reglamentario referente a la normativa ecuatoriana vigente en la Ley de Gestión Ambiental y con énfasis en la ley de prevención y control de la contaminación del ambiente. Contiene siete anexos de los cuales seis se refieren a las normas de calidad ambiental para los diferentes recursos (agua, aire y suelo).

De las actividades que degradan la calidad del suelo los productores agrícolas, están en la obligación de utilizar técnicas que no degraden la calidad del suelo agrícola, así como 18 también deberán implementar procedimientos técnicos respecto al uso racional de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, este tipo de productos deberán ser manejados mediante buenas prácticas y métodos establecidos en las Normas Técnicas y Reglamentos aplicables y vigentes en el país, de acuerdo al aporte del Libro Vi Tulsma (2015).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

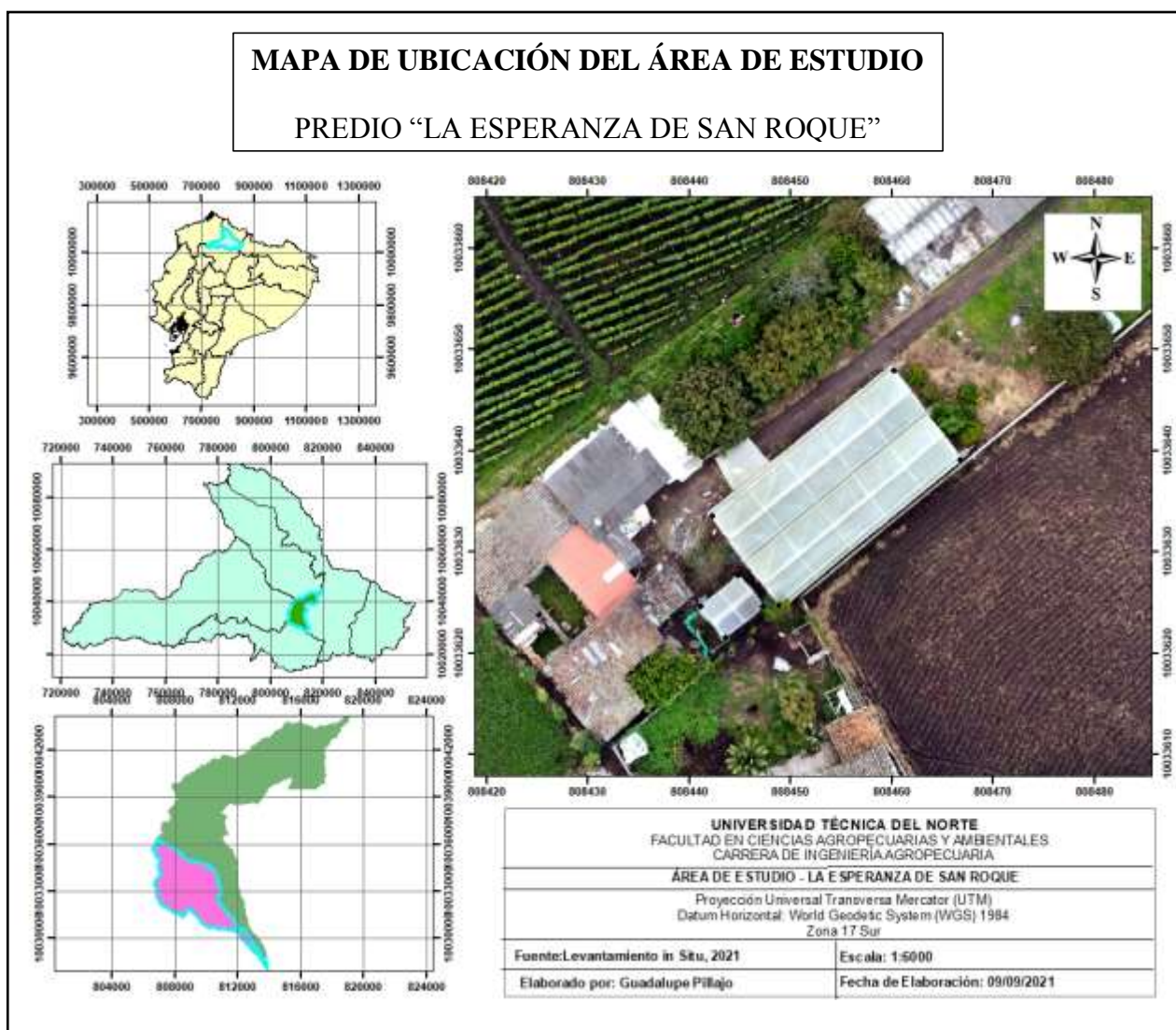
3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en un predio de la Comunidad La Esperanza de San Roque, ubicado en el cantón Antonio Ante perteneciente a la provincia de Imbabura, la cual presenta las siguientes coordenadas geográficas: X= 810913E; Y=10039425N (Figura 5)

Figura 5

Ubicación geográfica del área de estudio



3.1.2 Características climáticas

Las características climáticas que presenta la comunidad de La Esperanza son las que se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3

Datos climáticos del área de estudio

Parámetro	Descripción
Altitud	3000 m.s.n.m
Temperatura anual	14 °C
Precipitación anual	1000 – 1250 mm
Humedad relativa	68.9 %

Fuente: GAD Municipal de Antonio Ante (2011).

3.2 Materiales

En la Tabla 4 se observa los materiales utilizados en el proyecto de investigación.

Tabla 4

Materiales utilizados en la presente investigación

Materiales y herramientas	Equipos	Insumos
Libreta de campo	Computadora	Plántulas de tomate variedad Pietro
Plásticos	Calibrador	Fertilizantes químicos
Jeringas, etiquetas, fundas de plástico y papel	Cámara	Bacterias del género <i>Azospirillum</i> spp.
Cajas Petri	Balanza digital	
Tanques de 170 litros	Cinta métrica	
Macetas (fundas) de 20 cm de diámetro		
Pala, azadón, rastrillo, etc.		
Piola, alambre y estacas		
Cintas de riego, cooler y cajas de plástico		

3.3 Metodología

3.3.1 Factores en estudio

En la presente investigación los factores en estudio fueron la inoculación de bacterias del género *Azospirillum* spp. a una concentración de $1 \cdot 10^6$ UFC/mL y la aplicación de cuatro niveles de fertilización química nitrogenada.

3.3.2 Tratamientos

La concentración del inóculo bacteriano (*Azospirillum* spp.) aplicado en este estudio fue de $1 \cdot 10^6$ UFC/mL, debido a que en investigaciones realizadas por Barbieri et al. (1988) mencionan que con esta concentración se obtienen respuestas favorables en las plantas, mientras que al aplicar concentraciones mayores ($1 \cdot 10^9$ UFC/mL) observaron una inhibición en el desarrollo de las raíces. En la Tabla 5 se detallan los tratamientos obtenidos a partir de los factores en estudio.

Tabla 5

Descripción de los tratamientos estudiados en la investigación

Tratamientos	Descripción	Código
T1	Bacterias <i>Azospirillum</i> spp. + Fertilización química (25% NQ)	BA+25%NQ
T2	Bacterias <i>Azospirillum</i> spp. + Fertilización química (50% NQ)	BA+50%NQ
T3	Bacterias <i>Azospirillum</i> spp. + Fertilización química (75% NQ)	BA+75%NQ
T4	Bacterias <i>Azospirillum</i> spp. + Fertilización química (100% NQ)	BA+100%NQ

3.3.3 Diseño experimental

Se estableció un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 3 bloques, obteniendo así una cantidad de 12 unidades experimentales.

3.3.4 Características del área experimental

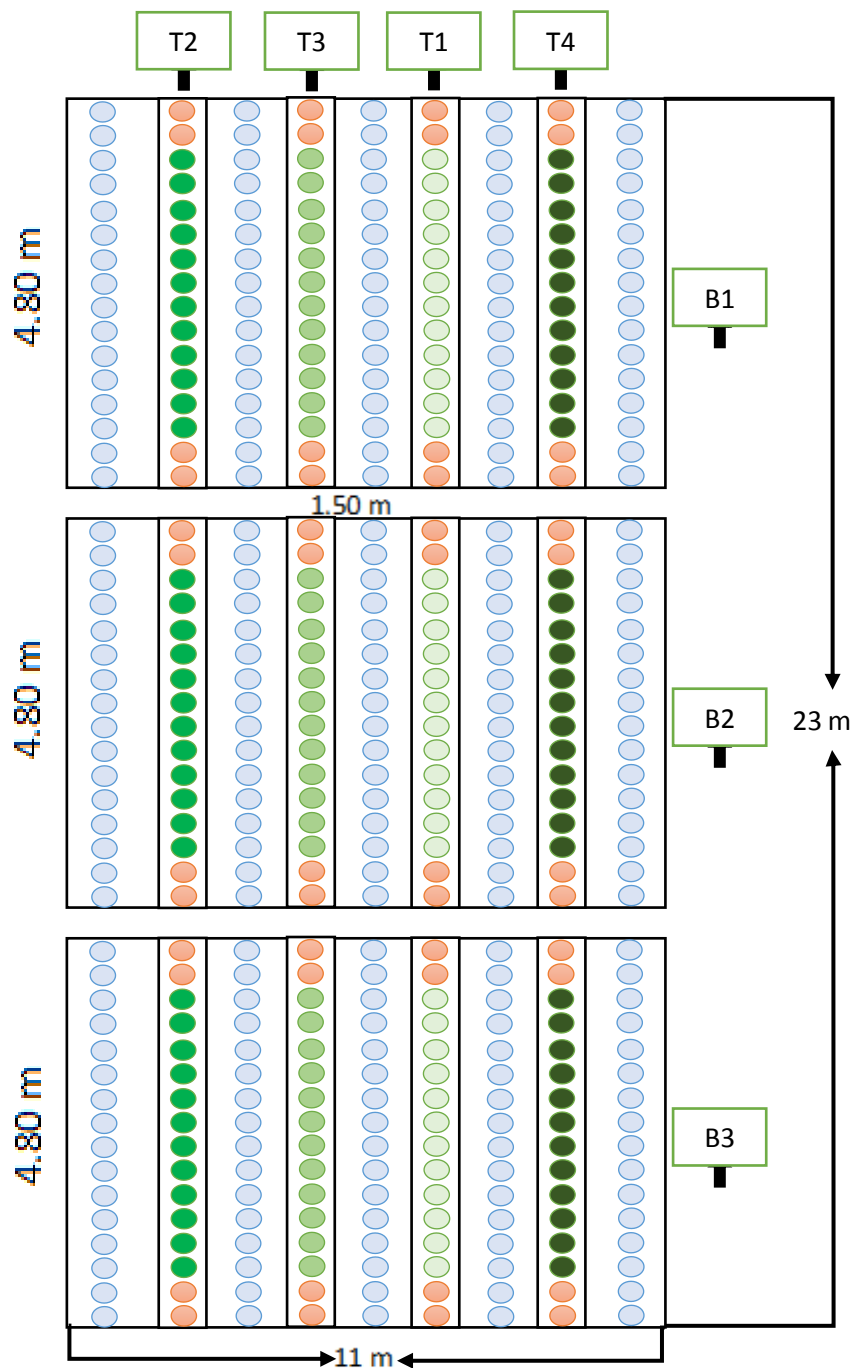
El invernadero que se utilizó para la investigación, contó con una superficie total de 253 m² (23 m de largo * 11 m de ancho), dentro de esta área se distribuyeron los cuatro diferentes tratamientos y tres bloques.

3.3.5 Características de la unidad experimental

La unidad experimental se conformó por camas de 0.50 m de ancho y 4.80 m de largo, con una distancia entre camas de 1.10 m, una distancia entre tratamientos de 2.20m y una distancia entre bloques de 1.35 m. Cada cama se conformó por 16 plantas que se encontraban sembradas en fundas de 0.20 m de diámetro de color negro a una distancia de 0.30 m entre fundas, teniendo así 48 plantas por tratamiento y un total de 192 plantas. En la figura 6 se puede observar la distribución de las camas para los diferentes tratamientos.

Figura 6

Esquema de la distribución de los tratamientos y bloques en la fase de invernadero



3.3.6 Características de la parcela neta

Para la parcela neta se eliminaron las dos primeras y dos últimas plantas de cada cama, es decir que para la evaluación se tomaron datos de 12 plantas por unidad experimental.

3.3.7 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos en esta investigación se utilizó el paquete estadístico InfoStat, versión 2020 para las siguientes variables: altura de planta, días a la floración, días a la formación del fruto, días a la cosecha, número de frutos por planta, grosor del fruto, categorización de los frutos según la norma INEN y rendimiento, de esta manera se realizó la ADEVA (Tabla 6) con la prueba de significancia de Fisher al 5%.

Tabla 6

Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)

Fuentes de variación		Grados de libertad (GL)
Bloques	(R-1)	2
Tratamientos	(t-1)	3
E. exp	(t-1) (R-1)	6
Total	(txR)-1	11

3.4 Variables evaluadas

Para la evaluación de estas variables se tomaron 12 plantas de cada unidad experimental.

- **Altura de planta (AP)**

A los 10, 50 y 90 días a partir del trasplante se registraron los datos que se obtuvieron de la medición de las plántulas, las cuales se midieron desde la base del tallo hasta el ápice vegetativo, este proceso se realizó con la ayuda de un flexómetro, tal y como se observa en la Figura 7.

Figura 7

Medición de las plántulas de tomate riñón



- **Días a la floración (DF)**

Se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante hasta el apareamiento de las primeras flores que se encontraban en estado de antesis (Figura 8), es decir completamente abiertas.

Figura 8

Flor completamente abierta



- **Días a la formación del fruto (DFF)**

Se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante hasta el apareamiento de los primeros frutos pequeños; es decir, los frutos que se encontraban en estado de cuaje, como se representa en la Figura 9.

Figura 9

Fruto en estado de cuaje



- **Días a cosecha (DC)**

Se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante hasta la recolección de los primeros frutos que alcanzaron la madurez comercial, en estado “pintón” (65% de coloración en la superficie del fruto). Como se observa en la Figura 10.

Figura 10

Madurez comercial del tomate riñón.



- **Número de frutos por planta (NFP)**

Desde el inicio de la cosecha se registraron el número de frutos producidos por cada planta hasta llegar al tercer piso de producción.

- **Grosor del fruto (GF)**

Desde el inicio de la cosecha se tomaron los datos del grosor de los frutos, para ello se requirió del uso de un calibrador digital con el que se midió el diámetro de la parte central del fruto (parte media), como se puede observar en la Figura 11.

Figura 11

Grosor y peso del fruto de tomate riñón



- **Categorización de los frutos según la norma INEN (CNI)**

Los frutos se clasificaron según la norma técnica INEN 1745 (Tabla 7). Hortalizas Frescas -Tomate riñón, para ello se tomó en cuenta el diámetro central o ecuatorial de cada fruto cosechado, clasificándolos como categoría grande, mediano y pequeño.

Tabla 7

Categorización del fruto de tomate riñón en base al diámetro ecuatorial

Categoría	Diámetro (mm)	
	Mínimo	Máximo
Grande	70	Mayor que
Mediano	56	69
Pequeño	40	55

Como se observa en la Figura 12 el resultado se expresó en número de frutos por categoría.

Figura 12

Categorización del fruto de tomate riñón

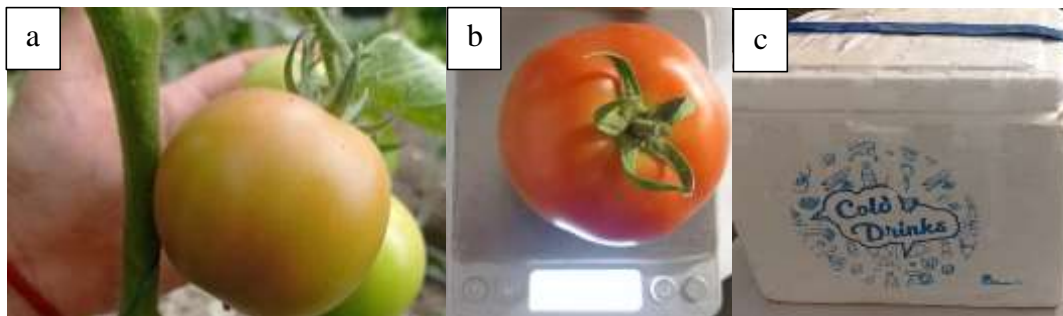


- **Análisis bromatológico de proteína de los frutos (ABF)**

Para el análisis bromatológico de proteína se procedió a recolectar los frutos de tomate riñón, una cantidad de 500 gramos de cada unidad experimental, las muestras colectadas se colocaron en fundas ziploc, las cuales fueron correctamente etiquetadas y ubicadas en un cooler (Figura 13). De esta manera se enviaron las muestras al laboratorio LABOLAB.

Figura 13

Colección y envío de las muestras al laboratorio



Nota. a) Recolección de los frutos de tomate riñón. b) Pesaje de 500 gramos requeridos para la muestra. c) Envío de las muestras en un cooler.

- **Análisis económico beneficio/costo**

Al culminar el ciclo de producción se realizó el cálculo general de los costos de producción de cada tratamiento estudiado y se estableció la relación Beneficio/Costo, mediante la aplicación de la Ecuación 1, mencionada por Jenkins, (2000).

Ecuación 1

Relación beneficio costo

$$RBC = \frac{\text{Valor actual de los Beneficios}}{\text{Valor actual de los Costos}}$$

3.5 Manejo específico del experimento

3.5.1 Preparación del área de estudio

El experimento se llevó a cabo en un invernadero perteneciente a un predio de la Comunidad La Esperanza de San Roque, para lo cual, se procedió a realizar una limpieza tanto interna como externamente como se registra en la Figura 14

Figura 14

Eliminación de maleza del invernadero



3.5.2 Solarización del suelo

Para la solarización del suelo se realizó una excavación de 0.15 m de profundidad para poder airear el suelo, posteriormente se colocaron de manera extendida las mangueras de riego y finalmente se colocó plástico blanco el cual cubrió de manera hermética el suelo del invernadero durante 5 semanas, los riegos se realizaron dos veces al día esto dependió de la intensidad del sol.

Figura 15

Solarización del suelo



3.5.3 Recolección de muestras para el análisis químico de suelos

Se tomaron de 15 submuestras de suelo en forma de zig zag del área prevista para el experimento, luego se mezclaron cuidadosamente las submuestras de suelo y se tomó una cantidad de 500 gramos, los cuales se colocaron en fundas ziploc correctamente etiquetadas. Finalmente, la muestra de suelo se envió al laboratorio AGRARJ PROJECT para el respectivo análisis. En la Figura 16 se observa la forma de la toma de muestra para el análisis de suelo. En el Anexo 1 se observa los resultados obtenidos de dichos análisis.

Figura 16

Recolección de muestras de suelo



3.5.4 Preparación y colocación del sustrato en las fundas de polietileno

Una vez realizada la solarización se procedió a colocar el suelo en las fundas de polietileno de color negro, las fundas utilizadas tenían una dimensión de 0.20 m de ancho por 0.30m de altura como se presenta en la Figura 17.

Figura 17

Llenado de suelo en fundas



3.5.5 Preparación de camas

En la Figura 18 se puede visualizar la preparación de las camas, para lo cual se procedió a colocar una cinta de plástico en el suelo, en la que se ubicaron las fundas de polietileno con el sustrato a disposición de una hilera.

Figura 18

Colocación de las fundas en camas de una hilera



3.5.6 Inoculación de las bacterias en las plántulas de tomate riñón

Para este proceso primero se realizó la compra de las bacterias al laboratorio denominado Aliquam Cia LTDA, una vez obtenido el producto, se tomó y se agitó el frasco que contenía la solución con bacterias del género *Azospirillum* spp. a una concentración de $1 \cdot 10^6$ UFC/ml, con una jeringa se extrajo una cantidad de 5 ml de la solución y se colocó en un recipiente seguidamente se procedió a sumergir las raíces lavadas de las plántulas, durante un tiempo de 30 minutos para posteriormente realizar el trasplante. En la Figura 19 se observa el proceso de inoculación de las bacterias en las raíces de las plántulas.

Figura 19

*Inoculación de las bacterias del género *Azospirillum* en las raíces de las plántulas de tomate riñón*



3.8.7 Trasplante

Una vez colocado el suelo en las fundas de polietileno se procedió a realizar los agujeros respectivos en donde iban a ser colocadas las plántulas, y a continuación como se observa en la figura 20 se realizó el trasplante de las plántulas ya inoculadas con las bacterias *Azospirillum*.

Figura 20

Trasplante de las plántulas de tomate riñón variedad Pietro



3.8.8 Riego

Para el riego se instalaron 4 tanques de 170 litros sobre una estructura de madera, la cual se colocó a una altura de aproximadamente 1 metro dentro del invernadero. Los tanques se utilizaron uno para cada tratamiento.

Figura 21

Tanques de 170 litros para el riego del cultivo de tomate riñón



3.8.9 Fertilización

Para la fertilización se prepararon soluciones nutritivas de acuerdo a las recomendaciones de Heuvelink (2005) señaladas anteriormente en la Tabla 2. Mientras que en la Tabla 8 podemos observar las dosis de las soluciones madre de los fertilizantes utilizados en cada ciclo fenológico, ajustadas a dichas recomendaciones. De esta manera con la ayuda de jeringas de diferente volumen se tomaron las dosis establecidas y se colocaron en tanques de 170 litros para su debido fertirriego. En los Anexos 2 hasta el 8 se especifica el cálculo ajustado a las dosis de 25, 50, 75 y 100% de fertilización química nitrogenada.

Tabla 8

Dosis de las soluciones madre requeridas en la fertilización en cada etapa fenológica del cultivo de tomate riñón

Tratamientos			T1			T2			T3			T4		
			BA+25%NQ			BA+50%NQ			BA+75%NQ			BA+100%NQ		
Sales			ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN											
			FDT	FN	FF	FDT	FN	FF	FDT	FN	FF	FDT	FN	FF
Nitrato de calcio	de	N Ca	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	34.30	40.41	47.27	74.71	83.1	80.81
Nitrato de potasio	de	N K	601	623	690	1113	1247	1380	1291	1296	1386	1296	1296	1593
Fosfato monopotásico		P K	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8	124.8
Sulfato de magnesio	de	S Mg	443.2	384.2	443.2	443.2	384.2	443.2	443.2	384.2	443.2	443.2	384.2	443.2
Sulfato de cobre	de	S Cu	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Sulfato de manganeso	de	S Mn	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Sulfato de Zinc	de	S Zn	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Sulfato de hierro	de	S Fe	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
Sulfato de potasio	de	S K	188.8	188.8	0.00	188.8	188.8	0.00	188.8	188.8	0.00	188.8	188.8	0.00
Sulfato amonio	de	S NH ₄	11.5	25.4	25.4	11.5	25.4	25.4	11.5	25.4	25.4	11.5	25.4	25.4
Oxido de calcio	de	Ca	10043	10043	10043	9620	10043	10043	7664	7242	7242	4863	4282	4282
Oxido de potasio	de	K	0	0	9556	0	0	2260	0	0	2213	0	0	0
Ácido bórico		B	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08

Nota. FDT: Fase después del trasplante (4-6 semanas después del trasplante). FN: Fase normal (Desarrollo vegetativo hasta el apareamiento de los primeros frutos). FF: Fase final (Producción de frutos).

3.8.10 Tutorado

Se colocaron soportes o pilones para templar los alambres en los cuales se situaron las piolas que dieron soporte a las plántulas de tomate riñón, las cuales fueron sujetadas en el tallo y envueltas en la planta (Figura 22).

Figura 22

Tutorado de las plantas de tomate riñón



3.8.11 Podas

Las podas se realizaron a partir del día 30 desde el trasplante dejando un solo tallo guía. Además, mediante la utilización de una tijera de podar desinfectada se eliminaron los brotes axilares (Figura 23) que presentaban una longitud de entre 6 a 10 cm, también se eliminó el exceso de hojas senescentes o enfermas, así como chupones.

Figura 23

Brotos axilares de la planta de tomate riñón



3.8.12 Controles fitosanitarios

Se realizó monitoreos semanales para observar la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo, y así se aplicó el debido manejo integrado de plagas y enfermedades (Anexo 9) propuesto por la FAO, (2013).

3.8.14 Cosecha y clasificación

La recolección de los frutos se realizó de forma manual una vez por semana a las plantas de la parcela neta, cuando los frutos presentaron la coloración tres-cuartos pintón o madurez fisiológica grado 3 (Figura 24). Seguido de la cosecha, se realizó la categorización de los frutos, siguiendo las recomendaciones de la Norma INEN 1745 para hortalizas, el cual se puede observar en el Anexo 10

Figura 24

Grado de madurez del fruto de tomate riñón cosechado



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos al finalizar el ciclo del cultivo, en donde se valoró la calidad nutricional de los frutos, el rendimiento obtenido en la cosecha y el análisis financiero de la investigación.

Los tratamientos evaluados presentaron diferentes niveles de fertilización química nitrogenada, debido a que se requería saber la acción de las bacterias en combinación con el nitrógeno químico, es por esta razón que no existió un tratamiento que tuviera únicamente fertilización química nitrogenada.

4.1 Altura

Los resultados de los análisis estadísticos muestran que existe interacción entre los factores tratamientos y días después de la siembra, con respecto a la variable altura ($F= 14,69$; $gl= 6,418$; $p=0.0001$)(Tabla 9).

Tabla 9

ADEVA de altura de la planta de tomate en campo

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	F.V	Error		
Dds (trasplante)	2	418	12635.74	<0.0001
Tratamiento	3	418	2.31	0.0760
Dds:tratamiento	6	418	14.69	<0.0001

En la figura 25 se muestra que la altura varía de acuerdo a los tratamientos aplicados y los días después de la siembra. De esta manera se contempla que la altura de la planta para el tratamiento T1 a los 10 días después del trasplante obtuvo un valor de 29.83 cm, siendo este mayor en 1.82%

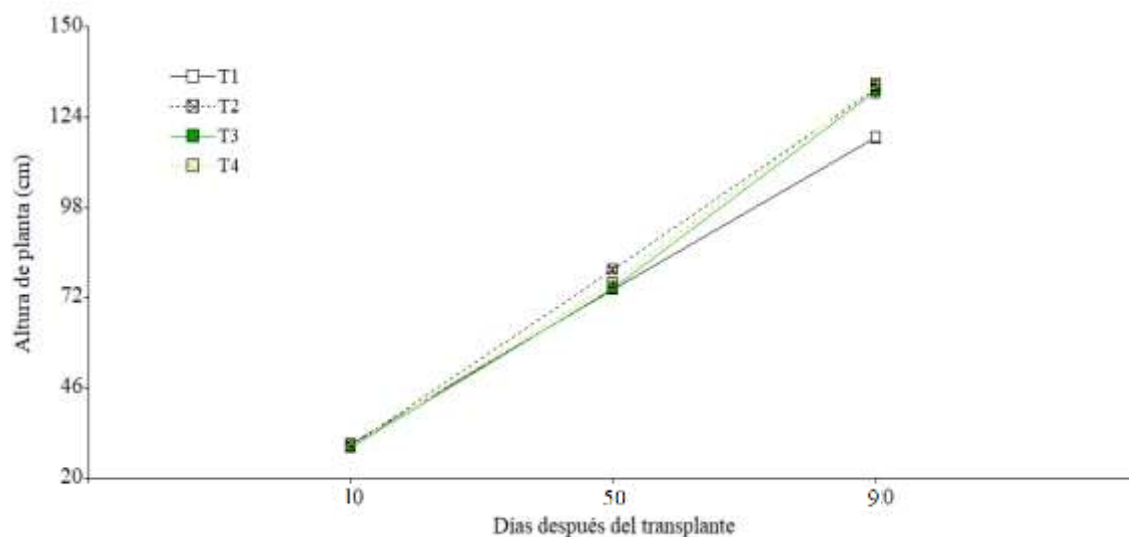
en comparación al promedio obtenido de los tratamientos T2 y T4 (29.29 cm), mientras que en comparación con el tratamiento T3 (28.97 cm) que fue el de menor altura, se obtuvo un valor de 2.89%.

A los 50 días después del trasplante se observó una variación de altura en comparación a los 10 días, ya que en este caso el tratamiento con mayor altura fue el tratamiento T2 (80 cm) seguido de los tratamientos T4, T3 y T1 con un promedio de 75.02 cm. De esta manera se establece que el tratamiento T2 obtuvo un incremento de 6.22% de altura en comparación al promedio obtenido de los tratamientos T4, T3 y T1.

A los 90 días después del trasplante, los tratamientos T4, T2 y T3 registraron valores estadísticamente superiores con un promedio de 132.27 cm de altura; representando un crecimiento de 10.62% en comparación al tratamiento T1, el cual obtuvo una altura de 118.21 cm lo cual si representa importancia en este cultivo (Anexo11).

Figura 25

Altura de la planta de tomate riñón medida en campo a diferentes días



De acuerdo con los resultados mencionados, la altura de la planta a los 10 días, con dosis de 25% de nitrógeno químico más bacterias *Azospirillum* (T1) tuvo un efecto del 2.89%, siendo este superior en comparación al tratamiento con dosis de 75% de fertilización química nitrogenada en asociación con bacterias *Azospirillum* (T3), según Parra y Cuevas (2002) mencionan que debido a la existencia de altos niveles de fertilización nitrogenada se produce una inhibición en la fijación de N_2 ; el cual es un elemento importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que forma parte de las proteínas, enzimas y clorofila (Benimeli et al., 2019). De la misma manera Paredes (2013) manifiesta que en cultivos de soja el aporte de nitrógeno por fertilizante reduce el aporte de N_2 por fijación biológica, sumado a esto Larios-González et al. (2021) expresan que la aplicación de fuentes nitrogenadas tienen pérdidas del 12% al 20% por volatilización, es decir que, en este caso se observó mayor crecimiento en las plantas del tratamiento T1, debido a que la fijación de N_2 por parte de *Azospirillum* en combinación con bajos niveles de fertilización nitrogenada cubrieron el requerimiento de nitrógeno en la etapa vegetativa. Mientras que con las plantas del tratamiento T3 se observó menor crecimiento debido a la pérdida de nitrógeno por procesos de volatilización, el cual no pudo ser recuperada por la fijación de *Azospirillum* ya que, por la dosis de nitrógeno aplicada hubo una inhibición en la incorporación del N_2 por parte de las bacterias. Además, cabe mencionar que la mayor altura obtenida en esta investigación se pudo deber también a la capacidad que tienen estas bacterias de producir hormonas como las auxinas, las cuales participan en todos los procesos del desarrollo de las plantas, es así que *Azospirillum* modifica el contenido de fitohormonas de las plantas conduciendo a la estimulación del crecimiento de las mismas (Caballero-Mellano, 2004).

A diferencia de los resultados obtenidos a los 10 días después del trasplante se observa que, a los 50 días, el tratamiento con un 50% de fertilización química (T2) inoculado con bacterias *Azospirillum* obtuvo un claro incremento en cuanto a la altura, debido a que en esta etapa el requerimiento de nitrógeno es superior y la fijación de N_2 por parte de *Azospirillum* es únicamente del 5 al 18% lo que ocasiona que se requiera mayor porcentaje de nitrógeno químico, el cual en este caso es del 50% (Parra y Cuevas, 2002), mientras que el tratamiento con 25% de fertilización química (T1) al no cubrir los requerimientos del cultivo aplicados mediante fertilización nitrogenada y la inoculación con *Azospirillum*, se observó un retraso en su crecimiento, haciendo que este tratamiento sea 7.25% menor que el tratamiento T2. Resultados similares se encontraron

en un estudio realizado por García et al. (2010), en donde inocularon *Azospirillum* en semillas de *Oryza sativa* y aplicaron fertilización química nitrogenada al 50%, los resultados registraron que existió un incremento en cuanto a la altura del 21.77% en comparación a los tratamientos con mayores y menores dosis de fertilización.

Por otro lado, a los 90 días después del trasplante, en la etapa de fructificación, los tratamientos (T4, T2 y T1) con 100%, 50% y 75% de fertilización nitrogenada inoculados con *Azospirillum*, presentaron mayor altura en comparación al tratamiento T1, es decir que la fertilización nitrogenada en esta etapa podría reducirse hasta el 50%, ya que los resultados obtenidos fueron similares. Este estudio coincide con la investigación de Esquivel-Cote et al. (2017) en donde observaron que al inocular bacterias *Azospirillum* en plantas de tomate con dosis de 50 % y 100% de fertilización nitrogenada, obtuvieron el mismo efecto. Estableciendo que *Azospirillum* puede ayudar a incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas, siempre y cuando estén acompañadas de un porcentaje de fertilizante químico no menor al 50%, ya que por sí solas o con bajos niveles de fertilización nitrogenada no pueden cubrir el requerimiento del cultivo de tomate riñón en esta etapa.

4.2 Días a la floración

Los resultados del análisis para la variable días a la floración indican que no existe diferencias significativas para los tratamientos ($F= 0,87$; $gl= 3,138$; $p=0.4564$) (Tabla 10)

Tabla 10

ADEVA Días a la floración para plantas de tomate riñón en campo

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	F.V	Error		
Tratamiento	3	138	0.87	0.4564

En plantas de tomate, el inicio de la floración depende de varios factores como la temperatura, variedad y fertilización, en este caso la deficiencia de N puede provocar abortos y retraso en la aparición de las yemas florales (Chaves-Barrantes y Gutiérrez-Soto, 2017).

Los resultados en este estudio muestran que la aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada más la inoculación de bacterias *Azospirillum* no influyen en los días a la floración, ya que los tratamientos T4, T1, T3 y T2 presentan valores estadísticamente similares (Anexo 12).

Según Pérez et al. (2002) mencionan que independientemente de la variedad la etapa de floración comienza a los 50 a 60 días después de la siembra. Asimismo, Restrepo et al. (2008) indican que el comienzo de la floración en plantas de tomate es a los 45 días después de la emergencia. De igual forma López y Mayela. (2017), al respecto indica que las plantas de tomate llegar a florecer en un rango de 20 a 40 días después del trasplante. Lo cual está acorde a lo obtenido en esta investigación, ya que se alcanzó un promedio de 31 días para todos los tratamientos. Sin embargo, se puede establecer que la reducción del nitrógeno en un 50% más la inoculación de bacterias (T2), es apta en esta fase, ya que los resultados no perjudicaron los días a la floración, más bien permanecen dentro de los rangos establecidos para el cultivo de tomate.

Al contrario de los resultados obtenidos en esta investigación, Toffoli et al. (2018) indican que en otros cultivos como la Petunia, se inoculó bacterias *Azospirillum* a la concentración de 1×10^6 UFC/mL en el cual se observó una reducción en los días a la floración. La floración obtenida fue menos de 30 días, mientras que los demás tratamientos reportaron una floración tardía, superior a los 30 días. Además, los mismos autores mencionan que una floración anticipada podría atribuirse al desarrollo temprano de plantas, lo cual resulta de una absorción eficiente de nutrientes y agua, debido a la inoculación.

4.3 Días a la formación del fruto

Una vez realizado el análisis estadístico se muestra que no existe diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la variable días a la formación del fruto ($F= 1,62$; $gl= 3,138$; $p=0.1878$) (Tabla 11).

Tabla 11

ADEVA de la variable días a la formación del fruto de tomate riñón

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	F.V	Error		
Tratamiento	3	138	1.62	0.1878

Los resultados obtenidos muestran que las diferentes dosis aplicadas de fertilización química nitrogenada más la inoculación de bacterias a una concentración de $1 \cdot 10^6$ UFC/mL en los tratamientos T4, T1, T3 y T2 (Anexo 13), no mostraron diferencias significativas en los días a la formación del fruto (cuaje), dando un promedio de 44 días para todos los tratamientos. Según Pérez et al. (2002) da a entender que la formación del fruto se ve afectado principalmente por el factor climático como la temperatura, es por esta razón que la aplicación de las bacterias no influyó en el aumento o disminución de los días a la formación del fruto.

Además, cabe mencionar que el periodo transcurrido desde la floración hasta la formación del fruto fue de 14 días, para todos los tratamientos. Este proceso se encuentra acorde a lo mencionado por Mapelli et al. (1978) en donde señalan que la formación del fruto o el cuajado del fruto comienza de los 7 a 14 días después de la apertura floral. Así mismo Ramírez, (2013) menciona que los días transcurridos al cuajado de los frutos de tomate desde la floración es de 10 días aproximadamente.

Algo similar a esta investigación ocurrió en un estudio realizado en el cultivo de melón, el cual fue inoculado con *Azospirillum* a diferentes concentraciones, los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a los días transcurridos a la formación del fruto (López P, 2021). Según Esquivel-Cote et al. (2015) mencionan que es importante señalar que existen pocos reportes relacionados con el efecto de estas bacterias en la etapa reproductiva específicamente en el cuajado de los frutos del cultivo de tomate riñón, en tanto que para cereales y pastos existe más información documentada sobre los efectos de esta bacteria.

4.4 Días a la cosecha

Según el análisis de varianza con respecto a la variable días a la cosecha muestra que no existe diferencias significativas para los tratamientos ($F= 2,15$; $gl= 3,138$; $p=0.0973$)(Tabla 12).

Tabla 12

ADEVA de la variable días a la cosecha de frutos de tomate riñón

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	F.V	Error		
Tratamiento	3	138	2.15	0.0973

Los resultados obtenidos muestran que, para todos los tratamientos se obtuvo un promedio de 76.66 días para la cosecha del fruto desde el trasplante; es decir que todos los tratamientos obtuvieron valores estadísticamente similares (Anexo 14).

Fornaris, (2007) indica que la cosecha se realiza alrededor de los 70 a 80 días después del trasplante de las plántulas a campo, es así que en este estudio los días transcurridos hasta la cosecha fueron de 75 a 77 días, los cuales se encuentran dentro del rango normal para este cultivo.

Existen varios estudios que mencionan efectos positivos que generan las bacterias del género *Azospirillum* en el crecimiento y desarrollo de la planta en cultivos como los cereales y hortalizas, sin embargo, no se han registrado datos que mencionen la capacidad de estas bacterias para reducir los días a la cosecha (Fernandes et al, 2020). Posiblemente la diferencia de dos días obtenidos en los tratamientos se debió a la cantidad de etileno presente en el fruto, y mas no por efecto de las bacterias (Ribelles, 2018).

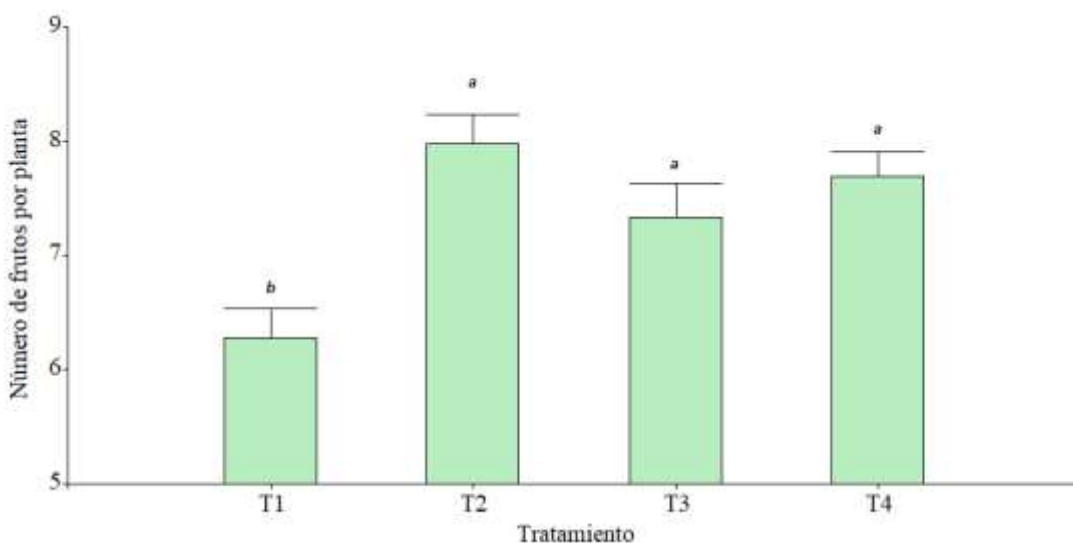
4.5 Número de frutos por planta

Los resultados de los análisis indican que para la variable número de frutos por planta muestra que existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($F= 8,18$; $gl= 3,138$; $p=0.0001$).

En la figura 26 se observa que los tratamientos T2, T4 y T3 obtuvieron la mayor cantidad de frutos (7). Es así que con el promedio obtenido de los tratamientos antes mencionados se alcanzó un valor superior de 18.01% en comparación con el valor obtenido de las plantas del tratamiento T1; lo cual es significativo para el cultivo de tomate riñón (Anexo 15).

Figura 26

Número de frutos por planta en el cultivo de tomate riñón



El número de frutos depende del número de flores formadas en la planta y de la variedad utilizada, en este caso se empleó la variedad Pietro; según Simbaña, (2019) en su investigación menciona que el número de frutos de tomate producidos por esta variedad es de 7 a 9, lo cual coincide con lo obtenido en esta investigación para el tratamiento T2, T4 y T3. Mientras que el menor número de frutos obtenidos fueron de las plantas del tratamiento T1. Según Chaves-Barrantes y Gutiérrez-Soto, (2017) mencionan que esto se debe a la deficiencia de nitrógeno, ya que la carencia de este elemento puede provocar abortos florales, lo cual se puede evidenciar, puesto que la cantidad de nitrógeno presente según el análisis de suelo fue muy baja (45,2 ppm) y la dosis de nitrógeno aplicada mediante la fertilización química fue únicamente del 25%, y lamentablemente las bacterias asociadas a este tratamiento no pudieron fijar la cantidad de nitrógeno requerida por la planta.

Siguiendo con lo mencionado, Rodríguez et al. (2014), manifiestan que, si bien estas bacterias tienen la capacidad de fijar nitrógeno, este no es suficiente para promover ganancias en la productividad. Sin embargo, al comparar todos los tratamientos de este estudio se puede observar que independientemente de la variedad, la producción de frutos va a depender de la fertilización y en este caso las dosis de 50%, 75% y 100% de nitrógeno asociado con la inoculación de *Azospirillum* es apta en la etapa de producción de frutos, ya que estas bacterias ayudan de manera significativa para complementar el nitrógeno faltante. Es así que, al igual que en esta investigación Villagra et al. (2021) aseguran que al aplicar bacterias del género *Azospirillum brasiliense* en el cultivo de frutilla, se produjo una cantidad de 8 frutos por planta, siendo este el de mayor cantidad, manifestando que su aplicación favoreció significativamente la producción de frutos.

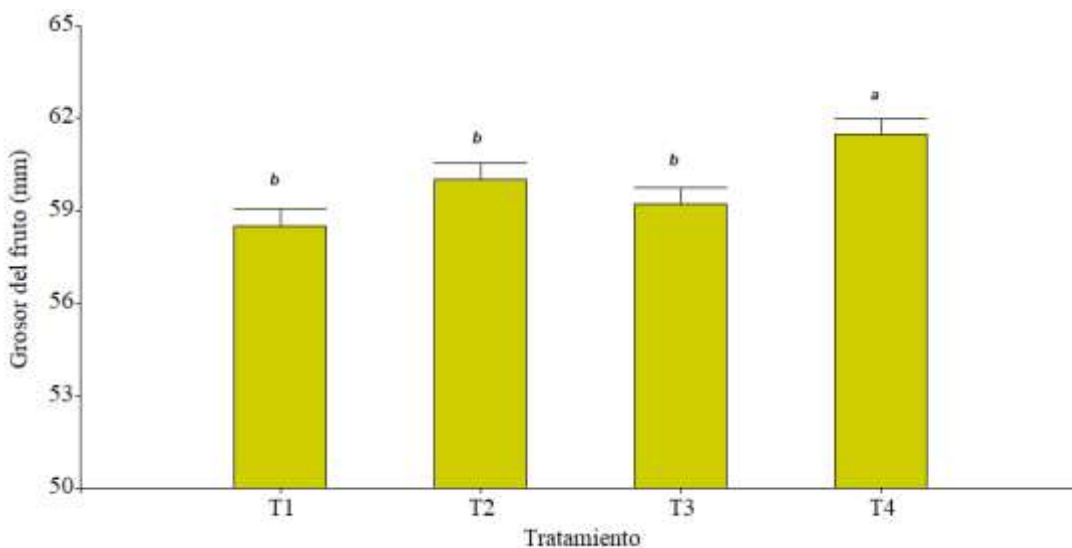
4.6 Calibre del fruto

En el análisis estadístico se determinó que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, con respecto a la variable calibre de fruto ($F= 5,91$; $gl= 3,2092$; $p=0.0005$).

En la figura 27, se observa que el tratamiento T4 obtuvo el mayor calibre de frutos con un valor de 61.50 mm, seguido de los tratamientos T2, T3 y T1, los cuales obtuvieron valores estadísticamente similares (Anexo16). Es decir que, el tratamiento T4 fue superior al tratamiento T2 con 2.39% al T3 con 3.67% y al tratamiento T1 con 4.91%, siendo estos los de menor calibre.

Figura 27

Grosor de los frutos obtenidos en cada tratamiento



En general el calibre de los frutos de tomate presenta un rango de 60 a 100 mm, observando los resultados de este estudio, se puede mencionar que los rangos obtenidos son de 58.48 a 61.50 mm, de esta manera se puede decir que el tratamiento T1 con menor diámetro no alcanza a los valores requeridos, mientras que el tratamiento T4 y T2 se encuentran dentro de los rangos establecidos para un fruto de calidad.

Haciendo referencia a lo anterior, el tratamiento T4 con 100% de fertilización química nitrogenada obtuvo el mayor calibre en el fruto, es decir que, la fertilización aplicada influyó en la formación de mayor grosor de los frutos, estableciendo que la presencia de las bacterias no tienen la capacidad de trabajar sobre el calibre de los mismos, ya que Jiménez y García-Seminario, (2017) mencionan que, el elemento que tiene mayor influencia en el tamaño de los frutos es el potasio, corroborando con lo obtenido en este estudio Castillejo (2011) reporta que la inoculación de *Azospirillum brasilense* en fresa no ejerce efecto sobre los diámetros del futo.

Esto quiere decir que, para obtener un fruto de mayor calibre es necesario tener una fertilización adecuada, en el caso del tratamiento T1, al haber un desbalance entre el nitrógeno y potasio, elementos de gran importancia en la formación y tamaño del fruto, presentaron tomates con menor

tamaño, lo cual coincide con la investigación de Hernández et al. (2014) en la que mencionan que al tener una relación de 1:3 entre el nitrógeno y potasio (N:K) se obtienen frutos de menor calibre. Es así que los resultados obtenidos para el tratamiento T1 concuerdan con lo reportado por Castañeda-Saucedo et al. (2022), en donde manifiesta que al inocular bacterias *Azospirillum* en frutilla no se observaron resultados positivos en cuanto al diámetro de los frutos, ya que registraron los valores más bajos, incluso que el testigo, por esta razón se sostiene que *Azospirillum* no causa ningún efecto en el tamaño de los frutos.

4.7 Categorización de los frutos

En la tabla 13 se observan los resultados obtenidos del análisis de contingencia mediante el Chi Cuadrado de Pearson en donde se indican los valores obtenidos de la variable categoría de fruto, en el que se contempla el número total de frutos cosechados por tratamiento asignado a la categoría correspondiente.

Tabla 13

Análisis de contingencia de acuerdo a la categorización del total de frutos cosechados de cada tratamiento

Tratamiento	Categoría				Total
	Grande (1ra) 70 mm	Mediano (2da) 56 - 69 mm	Pequeño (3ra) 40 - 55 mm	Descarte (4ta) <40	
T1:BA+25%NQ	69	163	148	14	394
T2:BA+50%NQ	123	222	157	27	529
T3:BA+75%NQ	129	219	183	33	564
T4:BA+100%NQ	174	238	176	23	611
Total	495	842	664	97	2098

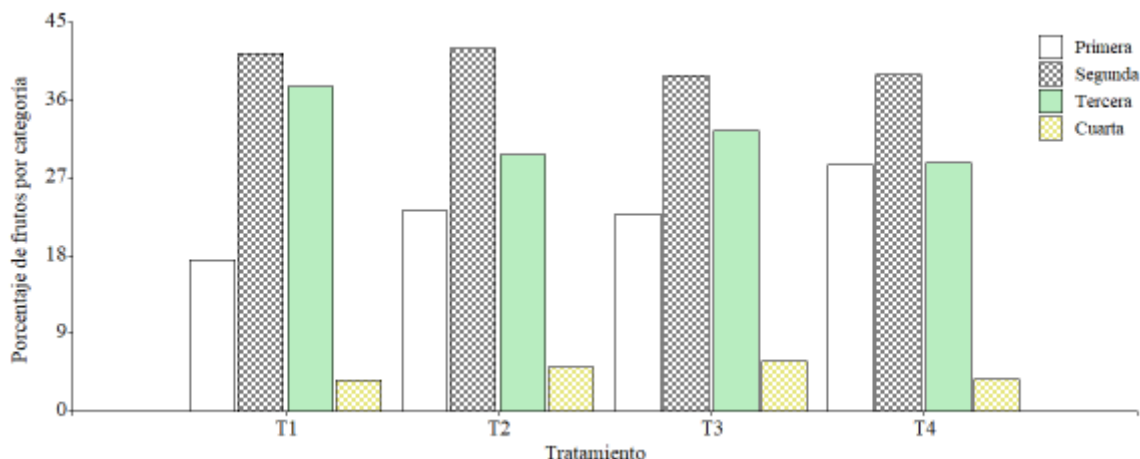
En la figura 28 se muestra que el tratamiento T4 presenta mayor número de frutos categorizados como calidad primera o grande, seguidos de los tratamientos T3 y T2, los cuales van de acuerdo a los niveles de fertilización aplicados, es así que el tratamiento T1 con dosis de 25% de nitrógeno obtuvo menor cantidad de frutos grandes, siendo este menor en comparación al tratamiento T4.

Para la categoría mediana o segunda se observa que de igual manera el tratamiento T4 registró un valor de 29.41% más en cuanto a la cantidad de frutos con respecto al resto de los tratamientos, mientras que en este caso el tratamiento T2 fue superior al tratamiento T3 en 1.35%, dejando al tratamiento T1 como de menor cantidad de frutos de categoría media producidos.

En cuanto a la categoría pequeña o tercera se muestra que existe mayor cantidad de frutos en las plantas del tratamiento T3, siendo este superior en 3.82%, 14.2% y 19.1% en comparación con los tratamientos T4, T2 y T1 respectivamente.

Figura 28

Porcentaje de frutos por categoría cosechados en cada tratamiento



En forma general se observa que existió un mayor número de frutos de categoría mediana en todos los tratamientos, lo cual representa un beneficio, debido a que en el mercado esta categoría es de interés económico, ya que su valor es igual al de los frutos de categoría primera o grande. Sin embargo, el tratamiento T2 presenta 29.27% más frutos de categoría mediana o segunda, seguido del tratamiento T4 el cual obtuvo 26.05% más en comparación a los frutos de categoría pequeña. Lo que quiere decir que el tratamiento T2 con 50% de fertilización química asociado con bacterias *Azospirillum* presentó mayor número de frutos comerciales.

Al igual que en este estudio, Villagra, Max, Toffoli y Pedraza, (2021) en su investigación observaron que el diámetro ecuatorial promedio de los frutos comerciales fue de tamaño mediano.

Resultados similares fueron obtenidos por Galeote-Cid et al. (2022) en cultivo de chile en donde se registró categorización media en todos los tratamientos inoculados con bacterias *Azospirillum brasilense*.

4.8 Contenido de proteína en el fruto

En los análisis de varianza con respecto a la variable contenido de proteína en el fruto de tomate, muestra que no existe diferencias significativas entre los tratamientos ($F= 3,6$; $gl= 0,76$; $p=0.5579$)(Tabla 14).

Tabla 14

ADEVA de la variable contenido de proteína en el fruto de tomate riñón

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	F.V	Error		
Tratamiento	3	6	0.76	0.5579

Los resultados muestran que el tratamiento T1 obtuvo la una cantidad de proteína de 0.70% en el fruto en el estado de madurez, el tratamiento T2 obtuvo 0.64%, el tratamiento T3 registro un valor de 0.53% y finalmente el T4 obtuvo 0.57% los cuales estadísticamente fueron similares, obteniendo un promedio de 0.61% de proteína (Anexo 17).

De manera general, el nitrógeno es uno de los componentes de las proteínas, la cantidad o la dosis de nitrógeno aplicada influye en el incremento o disminución de proteína presente en el fruto, es así que, en estudios realizados en amaranto con diferentes dosis de fertilización química nitrogenada, dieron un alto contenido de proteína de 32% para la dosis (150 kg N/ha) de nitrógeno más alta (Basantes , 2017), lo cual difiere a lo reportado en este estudio.

De la misma manera Saubidet et al. (2002), mencionan que al inocular *Azospirillum* en trigo, observaron mayores rendimientos y contenidos de proteína en grano, atribuidos a un incremento en la absorción radical de nitrógeno, ya que por acción de las bacterias al producir auxinas las

raíces crecen y se desarrollan de mejor manera, haciendo que estas absorban con mayor facilidad los nutrientes.

Seguido con lo anterior, se establece un mayor porcentaje de proteína con mayor contenido de nitrógeno, sin embargo, en los resultados de esta investigación, la proteína no incrementó, lo cual pudo deberse al método utilizado para la extracción de la proteína en el fruto; en este caso se utilizó el método Kjeldahl. Adicional a esto, cabe mencionar que el valor para el contenido de proteína del fruto de tomate, por lo general va desde 0.95 a 1% de proteína (Valdivia, 2017), por lo que en este estudio hubo una diferencia del 30% con relación al valor normal presente en el fruto. Sin embargo, cabe destacar que el mayor contenido de proteína por lo general se encuentra en los cereales, y el tomate riñón al ser una hortaliza, naturalmente no posee altos niveles de proteína, siendo el licopeno el bioactivo con mayor relevancia en este tipo de hortalizas (Navarro-González y Periago, 2016).

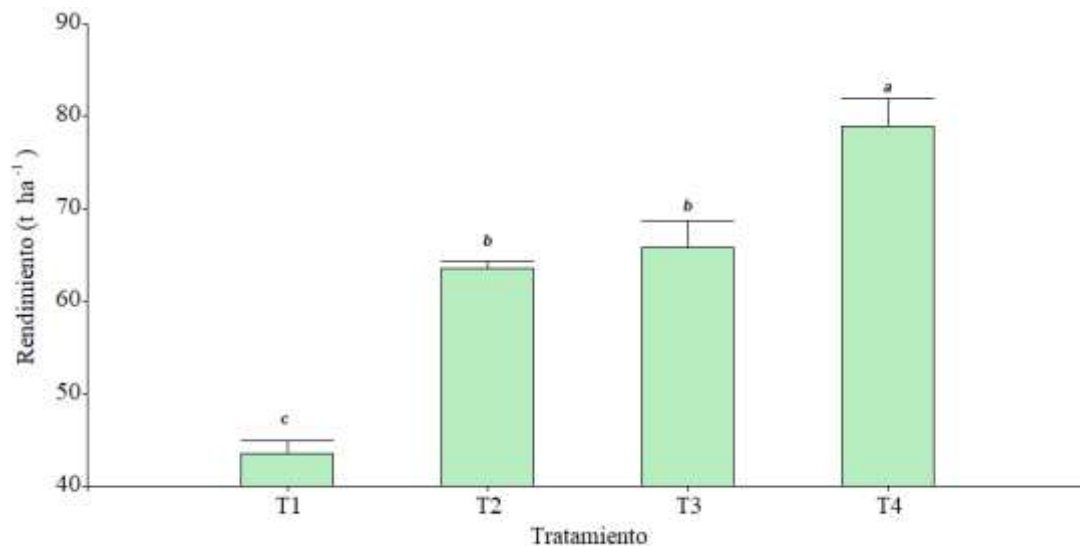
4.9 Rendimiento

En el análisis de varianza (ADEVA) de la variable rendimiento, se observó que si existen diferencias significativas para todos los tratamientos ($F= 48,46$; $gl= 3,6$; $p=0.0001$).

En la figura 29, se muestra que el tratamiento T4 fue el que obtuvo un mayor rendimiento con un total de 78.92 t/ha, seguido de los tratamientos T3(65.86 t/ha) y T2(63.57t/ha) los cuales estadísticamente compartieron datos similares, con un promedio de 64.71 t/ha, mientras que el tratamiento T1(43.47 t/ha) se estableció como el de menor rendimiento, de tal manera que el tratamiento T4 fue superior en 44.91% al tratamiento T1 y seguido de los tratamientos T3 y T2 con valores de 33.99% y 31.61% siendo estos superiores a los obtenidos con el tratamiento T1 (Anexo 18).

Figura 29

Rendimiento (t/ha) de tomate riñón



De acuerdo con los datos obtenidos, el tratamiento T4 con dosis de 100% de fertilización química nitrogenada más la inoculación de bacterias *Azospirillum*, presentó un efecto positivo en cuanto al incremento del rendimiento, esto hace pensar que la fertilización química al 100% promueve mayor productividad, a pesar de no haber fijación de las bacterias por la presencia de altos niveles de fertilización nitrogenada, estas son capaces de producir hormonas como las auxinas, giberelinas y citocinas, las cuales en conjunto con la fertilización aplicada pudieron ayudar a obtener los rendimientos registrados para este tratamiento, ya que Brenner y Cheikh, (1995) mencionan que las giberelinas permiten que exista mayor acumulación de materia seca y así maximice el crecimiento y peso del fruto.

Los tratamientos T3 y T2 obtuvieron rendimientos medios, debido a que la dosis de fertilización aplicada fue del 75% y 50% de nitrógeno respectivamente, en este caso se observa que los rendimientos son similares, por lo que se podría decir que la aplicación del 50% de nitrógeno aplicado conjuntamente con las bacterias generan un efecto similar al de la fertilización con 75% de nitrógeno más bacterias, es así que en un estudio realizado por Castañeda-Saucedo, et al. (2022) mencionan que registraron los rendimientos más altos en los tratamientos con fertilización química, seguido del tratamiento con fertilización química al 50% inoculado con bacterias

Azospirillum en el cultivo de fresa, por lo que hace pensar que las bacterias influyen en el rendimiento, sin embargo existen factores ambientales del suelo y clima que pueden cambiar el modo de trabajo de estas bacterias y así generar respuestas positivas o a su vez respuestas inconsistentes como el efecto nulo o negativo en cuanto al rendimiento.

La dosis de fertilización de 25% de nitrógeno más la inoculación de las bacterias *Azospirillum* en la etapa de crecimiento del fruto no permitieron incrementar el rendimiento, ya que el nitrógeno aplicado era insuficiente para cubrir el requerimiento que demanda el cultivo, y las bacterias no tuvieron la capacidad de complementar lo requerido; es importante mencionar que este tipo de bacterias tienen influencia en el rendimiento, sin embargo, su capacidad se ve influenciada por factores como cantidad nitrógeno, materia orgánica y microorganismos nativos presentes en el suelo (Dobbelaere et al., 2002).

Además, es importante mencionar que el rendimiento promedio de producción de tomate en Imbabura es de 42t/ha (Varela, 2018), lo cual quiere decir que lo obtenido en los tratamientos T2, T3 y T4 superaron a los reportados en esta provincia, lo cual genera una respuesta positiva de la aplicación de las bacterias con la reducción de niveles de nitrógeno.

Por otra parte, al comparar el rendimiento obtenido de las variables anteriores podemos establecer que con la inoculación de *Azospirillum* con dosis de 25% de fertilización química nitrogenada se obtuvo un mayor crecimiento de la planta a los 10 días después del trasplante. A su vez, la dosis de 50% de nitrógeno químico obtuvo mayor crecimiento a los 50 días después del trasplante. De todas maneras, estos mayores crecimientos no contribuyeron a un mayor rendimiento en estos dos últimos tratamientos. De igual manera, la dosis de 50% de fertilización química más *Azospirillum* obtuvo similar número de frutos al mostrado por el tratamiento con 100% de fertilización química más *Azospirillum*, que fue el que más rendimiento obtuvo; sin embargo, esto no le permitió alcanzar un rendimiento similar.

4.10 Análisis económico

4.10.1 Costos de producción

Para determinar el análisis económico se procedió a realizar el cálculo de los costos de producción de cada tratamiento. La tabla 15 muestra de forma detallada los costos de producción de tomate riñón bajo invernadero con el manejo de fertilización química a dosis de 25%, 50%, 75% y 100% más la inoculación de bacterias del género *Azospirillum* spp.

Tabla 15

Costos de producción del cultivo de tomate riñón bajo invernadero en un área de 253m²

RUBRO	Unidad	Cantidad	Valor unitario USD.	Total USD T1:BA +25%N Q	Total USD T2:BA+5 0%NQ	Total USD T3:BA+7 5%NQ	Total USD T4:BA+10 0%NQ
A. Costos Directos							
1. Preparación del suelo							
Limpieza malezas	de jornal	2.00	15.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Remoción suelo	del jornal	2.00	15.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Subtotal				60.00	60.00	60.00	60.00
2. Mano de obra							
Llenado fundas	de jornal	1.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Trasplante	jornal	1.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Aplicación insecticidas, fungicidas	de jornal	1.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Labores culturales	jornal	1.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Solarización	jornal	1.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Subtotal						80.00	80.00
3. Insumos							

Plántulas	unida	36.00	0.15	5.40	5.40	5.40	5.40
	d						
Fundas	unida	36.00	0.05	1.80	1.80	1.80	1.80
	d						
Bacterias <i>Azospirillum</i>	mL	180.00	0.05	9.00	9.00	9.00	9.00
Pirola	cono	1.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
Plástico	rollo	1.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Subtotal				100.70	100.70	100.70	100.70
Fertilizantes Después del Trasplante							
Nitrato calcio	de mL	1.00	0.00	0.0000	0.0092	0.0515	0.1121
Nitrato potasio	de mL	1.0000	0.1442	0.1442	0.2671	0.3099	0.3109
Fosfato monopotásico	mL	1.0000	0.0618	0.0618	0.0618	0.0618	0.0618
Sulfato magnesio	de mL	1.0000	0.0412	0.0412	0.0412	0.0412	0.0412
Sulfato cobre	de mL	1.0000	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
Sulfato manganeso	de mL	1.0000	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Sulfato de zinc	mL	1.0000	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Sulfato hierro	de mL	1.0000	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Sulfato potasio	de mL	1.0000	0.0363	0.0363	0.0363	0.0363	0.0363
Sulfato amonio	de mL	1.0000	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
Óxido calcio	de mL	1.0000	0.0271	0.0271	0.0260	0.0207	0.0131
Ácido bórico	mL	1.0000	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Subtotal				0.32	0.45	0.53	0.58
Fertilizantes Fase Normal							
Nitrato calcio	de mL	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0606	0.1247
Nitrato potasio	de mL	1.00	0.1496	0.1496	0.2992	0.3109	0.3109

Fosfato monopotásico	mL	1.00	0.0618	0.0618	0.0618	0.0618	0.0618
Sulfato de magnesio	mL	1.00	0.0357	0.0357	0.0357	0.0357	0.0357
Sulfato de cobre	mL	1.00	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
Sulfato de manganeso	mL	1.00	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Sulfato de zinc	mL	1.00	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Sulfato de hierro	mL	1.00	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Sulfato de potasio	mL	1.00	0.0363	0.0363	0.0363	0.0363	0.0363
Sulfato de amonio	mL	1.00	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118
Óxido de calcio	mL	1.00	0.0271	0.0271	0.0271	0.0196	0.0116
Ácido bórico	mL	1.00	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Subtotal				0.32	0.47	0.54	0.59
Fertilizantes Fase Final							
Nitrato de calcio	mL	1.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0709	0.1212
Nitrato de potasio	mL	1.00	0.1656	0.1656	0.3312	0.3323	0.3825
Fosfato monopotásico	mL	1.00	0.0618	0.0618	0.0618	0.0618	0.0618
Sulfato de magnesio	mL	1.00	0.0412	0.0412	0.0412	0.0412	0.0412
Sulfato de cobre	mL	1.00	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
Sulfato de manganeso	mL	1.00	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Sulfato de zinc	mL	1.00	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Sulfato de hierro	mL	1.00	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Sulfato de amonio	mL	1.00	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118
Óxido de calcio	mL	1.00	0.0271	0.0271	0.0271	0.0196	0.0116
Oxido de potasio	mL	1.00	0.0108	0.0108	0.0025	0.0025	0.0000
Ácido bórico	mL	1.00	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005

Subtotal				0.32	0.48	0.54	0.63
Subtotal Fertilizantes				0.96	1.40	1.61	1.81
4. Insecticidas y funguicidas	aplicacion	4.00	9.00	36.00	36.00	36.00	36.00
5. Sistema de riego	de m2	253.00	0.45	113.85	113.85	113.85	113.85
B. Costos Indirectos							
Análisis suelos	de Análisis	1.00	58.24	58.24	58.24	58.24	58.24
Análisis proteína	de Análisis	3.00	19.04	57.12	57.12	57.12	57.12
Arriendo terreno	del ciclo	1.00	126.50	126.50	126.50	126.50	126.50
Bomba mochila 20 L	de unidad	1.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
SUBTOTAL				651.37	651.81	652.02	652.22
Imprevisto 10%				65.14	65.18	65.20	65.22
TOTAL				716.51	716.99	717.22	717.44

Mientras que en la tabla 16 se muestra de forma general los costos de producción para una hectárea y para el área estudiada de que fue de 253m².

Tabla 16

Costos de producción de la investigación realizada para un área de 253m² y una hectárea

RUBRO	T1:BA+25%NQ		T2:BA+50%NQ		T3:BA+75%NQ		T4:BA+100%NQ	
	Total USD/	Total USD/Ha	Total USD/	Total USD/Ha	Total USD/	Total USD/Ha	Total USD/	Total USD/Ha
	253m ²		253m ²		253m ²		253m ²	
A.Costos Directos								

1.Preparación del suelo	60.00	120.00	60.00	120.00	60.00	120.00	60.00	120.00
2. Mano de obra	80.00	2075.00	80.00	2075.00	80.00	2075.00	80.00	2075.00
3. Insumos	100.70	10980.00	100.70	10980.00	100.70	10980.00	100.70	10980.00
4.Fertilizantes Después del Trasplante	0.32	266.67	0.45	373.79	0.53	440.26	0.58	485.35
5.Fertilizantes Fase Normal	0.32	266.67	0.47	394.59	0.54	448.59	0.59	495.29
6.Fertilizantes Fase Final	0.32	266.67	0.48	397.78	0.54	451.40	0.63	526.44
7.Insecticidas y funguicidas	36.00	1350.00	36.00	1350.00	36.00	1350.00	36.00	1350
8. Sistema de riego	113.85	4500.00	113.85	4500.00	113.85	4500.00	113.85	4500
B.Costos Indirectos								
Análisis de suelos	58.24	58.24	58.24	58.24	58.24	58.24	58.24	58.24
Análisis de proteína	57.12	57.12	57.12	57.12	57.12	57.12	57.12	57.12
Arriendo del terreno	126.50	5000.00	126.50	5000.00	126.50	5000.00	126.50	5000.00
Bomba de mochila 20 L	18.00	72.00	18.00	72.00	18.00	72.00	18.00	72.00
SUBTOTAL	651.37	25012.36	651.81	25378.51	652.02	25552.61	652.22	25719.46
Imprevisto 10%	65.14	2501.24	65.18	2537.85	65.20	2555.26	65.22	2571.945
TOTAL	716.51	27513.60	716.99	27916.36	717.22	28107.87	717.44	28291.40

Adicional a los costos de producción, se realizó el cálculo de los ingresos, para lo cual se consideró el rendimiento obtenido de cada tratamiento y el precio establecido por el sistema de Información Pública Agropecuaria [SIPA], (2022). En el caso del precio se realizó un promedio de los valores establecidos desde el mes de enero hasta el mes de marzo (Anexo 19), en el que se obtuvo un valor estándar de 0.56 USD para el kg de tomate riñón (Tabla 17).

Tabla 17

Ingresos de acuerdo al precio y rendimiento obtenido de cada tratamiento

Tratamientos	Rendimiento	Ingresos
	T/ha	USD/ha
T1:BA+25%NQ	43.47	24343.2
T2:BA+50%NQ	63.57	35599.2
T3:BA+75%NQ	65.86	36881.6
T4:BA+100%NQ	78.92	44195.2

4.10.2 Relación beneficio costo (B/C)

En la tabla 18 se observa el análisis económico de los tratamientos, en donde se muestran los indicadores de costos de producción, ingresos por ventas, utilidad bruta y la relación beneficio costo para una hectárea de cultivo de tomate riñón.

Tabla 18

Relación beneficio/costo en una hectárea de tomate riñón para cada tratamiento

Indicadores	Tratamientos USD/ha			
	T1:BA+25%NQ	T2:BA+50%NQ	T3:BA+75%NQ	T4:BA+100%NQ
Costos de producción	27513.60	27916.36	28107.87	28291.40
Ingresos por ventas	24343.2	35599.2	36881.6	44195.2
Utilidad Bruta	-3170.40	7682.84	8773.73004	15903.7982
B/C	0.88476984	1.27520928	1.31214496	1.56214246

En la tabla 18 se observa la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos, en donde se muestra que los tratamientos T2, T3 y T4 obtuvieron valores mayores a 1, lo cual según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], (2019), menciona que este valor es considerado rentable, el cual genera ganancias, mientras que si se obtienen valores menores a 1 indican pérdidas; por esta razón se manifiesta que el tratamiento T1

el cual obtuvo un valor de 0.88 USD no es rentable, ya que según este análisis se generaron pérdidas.

Continuando con el análisis se indica que el tratamiento T4 fue el que generó mayores ganancias con un valor de 1.56 USD, estableciendo que por cada dólar invertido se ganó 0.56 USD. Mientras que para los tratamientos T3 y T2 se obtuvieron ganancias de 0.31 USD, 0.27 USD respectivamente. Finalmente, el tratamiento T4 en comparación al tratamiento T1 obtuvo una diferencia de 43.58% (0.68 USD), estableciéndose como el tratamiento con menor rentabilidad, ya que lo obtenido no alcanzó al valor recomendado para obtener ganancias. Además, cabe mencionar que la producción de tomate riñón de manera convencional con fertilización química sin aplicación de microorganismos genera un índice de beneficio costo de 1.18, lo cual significa que por cada dólar invertido el productor obtiene 0.18 UDS de utilidad (Varela, 2018), es así que al comparar con lo obtenido en este estudio, el tratamiento T1 sigue siendo el de menor rentabilidad, mientras que los tratamientos T2, T3 y T4 obtienen valores superiores a los reportados en la provincia de Imbabura.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los rendimientos variaron entre tratamientos. El tratamiento con menor porcentaje de fertilización química inoculado con *Azospirillum* obtuvo los más bajos rendimientos, mientras que el tratamiento con fertilización química con la dosis de 100% más la inoculación de bacterias *Azospirillum* obtuvo un valor de 44.91% siendo este el de mayor rendimiento en comparación con el tratamiento antes mencionado.
- La calidad nutricional de los frutos de tomate no se vio influenciado por la aplicación de las bacterias, ya que los valores obtenidos de todos los tratamientos fueron estadísticamente similares y la cantidad promedio de proteína obtenida fue de 0.61%.
- La reducción al 25% de fertilización nitrogenada más la inoculación de las bacterias *Azospirillum* no presentaron ganancias. Es decir que, no hubo una rentabilidad positiva, por lo que no es viable la aplicación de bajos niveles de nitrógeno ya que no es suficiente para obtener una producción representativa en el cultivo de tomate riñón.
- Desde el punto de vista ambiental, con la reducción del 50% de fertilización nitrogenada, más la inoculación de bacterias, es posible causar menor impacto ambiental por el uso de fertilizantes y a su vez obtener beneficios económicos. Con dosis superiores de fertilización nitrogenada se obtiene mayor beneficio económico, pero a su vez, es probable tener un mayor deterioro ambiental.

5.2 Recomendaciones

- Realizar un análisis poblacional de las bacterias después de realizar la inoculación, para observar si la concentración inoculada aumenta o disminuye y con esto conocer la concentración exacta con la que se está trabajando.
- Se recomienda realizar una inoculación de estas bacterias en cada etapa fenológica para observar si eso influye en la obtención de mayor rendimiento del cultivo, ya que en este estudio la inoculación fue una vez al momento del trasplante.
- Es aconsejable realizar un análisis de contenido de nitrógeno presente en las hojas y en el suelo para determinar qué cantidad de nitrógeno pueden llegar a fijar estas bacterias.
- Se recomienda realizar un análisis bromatológico de contenido de licopeno y vitamina C en el tomate riñón, ya que estas son las características más importantes en este fruto.
- Se recomienda aplicar un tratamiento únicamente con fertilización química para determinar si los rendimientos son superiores o inferiores a los obtenidos con la aplicación de las bacterias del género *Azospirillum* spp.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, O. (2009). La Fijación Biológica de Nitrógeno: el Caso de la Caña de Azúcar. *Centro de investigaciones agronómicas*: <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/HeKBVykhPAMNxyjvHwKHYOcmaenVFOZk>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). (14 de Junio de 2022). *Contaminación por nutrientes*. 28 de noviembre del 2022, de EPA: <https://espanol.epa.gov/espanol/contaminacion-por-nutrientes#:~:text=El%20exceso%20de%20nitr%C3%B3geno%20en%20la%20atm%C3%B3sfera%20puede%20generar%20contaminantes,el%20crecimiento%20de%20las%20plantas.>
- AGROCALIDAD. (19 de Junio de 2015). *Instructivo para toma de muestras de suelo*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/laboratorios/suelos-foliare-aguas/instructivo-muestreo-suelos-laboratorios-agrocalidad.pdf>
- Aguado, G., Moreno, B., Jiménez, B., García, E., y Preciado, R. (23 de Enero de 2012). Impacto de los sideróforos microbianos y fitosideróforos en la asimilación de hierro por las plantas: una síntesis. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), 9-21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61023295002>
- Aguado-Santacruz, G., Moreno-Gómez, B., Jiménez-Francisco, B., García-Moya, E., y Preciado-Ortiz, R. (2012). El hierro (Fe) es un elemento esencial para prácticamente todos los seres vivos en los que es necesario para importantes funciones celulares como síntesis de ADN, respiración y detoxificación de radicales libres. En la naturaleza se encuentra fundamental. *Revista fitotecnia mexicana*, 31(1). doi:https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000100004
- Aguilar, L. (2020). *Producción masiva de Azospirillum spp., formulación, control de calidad y su uso en la agricultura* [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b300293e-14dd-4b8d-9a08-60578e467891/content>
- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J., y Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), 109-129. doi:<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Amaguaña, L. (2009). *Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (Solanum lycopersicum) bajo invernadero en Quichinche-Otavaló*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/148/2/03%20AGP%2091%20TESIS.pdf>

- Andreu , J., Betrán, J., Delgado, I., Espada , J., Gil, M., Gutiérrez , M., . . . Yagüe , M. (2006). *Fertilización nitrogenada*. Cometa, S.A. https://citarea.citaraaron.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf
- Argüello, A., Madiedo , N., y Moreno, L. (2016). Cuantificación de bacterias diazótrofes aisladas de suelos cacaoteros (*Theobroma cacao* L.), por la técnica de Número Más Probable (NMP). *Revista Colombiana de Biotecnología*. 8(2), 40-47. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v18n2/v18n2a06.pdf>
- Aristizábal , F., y Cerón, L. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Rev. Colomb. Biotecnol*, 14(1), 285-295. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v14n1/v14n1a26.pdf>
- Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar. (2003). (M. Caguana, B. Quindi, y E. Robayo, Edits.). http://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1366&context=abya_yala
- Ausay, E. (2015). *Respuesta de tomate riñón (Lycopersicum esculentum Mill) Cv dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertiriego por goteo*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Chimborazo]. Obtenido de <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/4264/3/13T0808%20.pdf>
- Balaguera, H., Álvarez-Herrera, J., y Rodríguez, J. (2008). Efecto del déficit de agua en el trasplante de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Agronomía Colombiana*, 26(2), 246-255. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200009
- Barbieri, P., Bernardi, A., Galli, E., y Zanetti , G. (1988). Effects of Inoculation with Different Strains of *Azospirillum Brasilense* on Wheat Roots Development. *Azospirillum IV*, 181-188. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-642-73072-6_23
- Barreiro, E. (2015). *Fluctuación de precios en el producto agrícola tomate riñón en el mercado mayorista de montebello de la ciudad de Guayaquil en el período 2010-2013*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8778/1/FLUCTUACI%C3%92N%20DE%20PRECIOS%20EN%20EL%20PRODUCTO%20AGRICOLA%20TOMATE%20RI%C3%91ON%20EN%20EL%20MERCADO%20MAYORISTA%20DE%20MONTEBELLO%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL%20EN%20EL%20PER%3%8DODO%202010-2013.pdf>
- Basantes , E. (2017). EFECTO DE DOSIS NITROGENADAS EN EL CONTENIDO PROTEICO Y PIGMENTOS EN EL CRECIMIENTO FISIOLÓGICO DEL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L), PARA USO AGROINDUSTRIAL. *Revista Vínculos ESPE*, 2(1). doi:<https://doi.org/10.24133/rvespe.v2i1.197>

- Bashan, Y., Singh, M., y Levanony, H. (1989). Contribution of *Azospirillum brasilense* Cd to growth of tomato seedlings is not through nitrogen fixation. *Can J. Bot*, 67(8), 2429-2434.
- Bécquer, C., Lazarovits, G., Nielsen, L., Quintan, M., Adesina, M., Quigley, L., . . . Ibbotson, C. (2012). Efecto de la inoculación con bacterias rizosféricas en dos variedades de trigo. Fase II: invernadero*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(5), 985-997. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000500011
- Benimeli, F., Plasencia, A., Corbella, R., Guevara, D., Sanzano, A., Sosa, F., y Fernández de Ullivari, J. (2019). EL NITRÓGENO DEL SUELO. *Edafología*. <https://s9a0d11af78cd478d.jimcontent.com/download/version/1563476239/module/7953478176/name/El%20nitrogeno%20del%20suelo%202019.pdf>
- Bernabeu, P. (2017). *Caracterización de la colonización y promoción del crecimiento vegetal por Burkholderia tropica en gramíneas*. [Tesis posgrado, Universidad Nacional de la Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59824>
- Borda-Molina, D., Pardo-García, J., Martínez-Salgado, M., y Montaña-Lara, J. (2009). Producción de un biofertilizante a partir de un aislamiento de *Azotobacter nigricans* obtenido en un cultivo de *Stevia rebaudiana* Bert. *Universitas Scientiarum*, 14(1), 71-78. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832009000100009&lng=en&tlng=es.
- Borrero, F. (2012). *Aplicación de agua activada para el control de oidio (Leveillula taúrica) en el cultivo de tomate de mesa (Lycopersicum esculentum) híbrido nemo-neta*. [Tesis pregrado, Universisda Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2422/14/UPS-CT002429.pdf>
- Brenner, M., y Cheikh , N. (1995). The Role of Hormones in Photosynthate Partitioning. *Plant Hormones*, 649–670.
- Brito, J. (2015). *Riesgos en la salud de agroproductores de tomate riñón por manejo de plaguicidas organofosforados, organoclorados y carbamatos*. *Comunidad Dandán, Santa Isabel, Azuay*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24031/1/tesis.pdf>
- Bünger-Kibler, S., Bangerth , F. (1982). Relationship between cell number, cell size and fruit size of seeded fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), and those induced parthenocarpically by the application of plant growth regulators. *Plant Growth Regul*, 1, 143–154. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00036994>
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos. *REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 33(2), 117-124. doi:<http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>

- Caballero-Mellano, J. (2004). En E. Martínez , y J. Martínez (Edits.), *Microbios en línea*. doi:<http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap10/>
- Campillo , R., y Sadzawka, A. (2006). La acidificación de los suelos. Origen y mecanismos involucrados. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie actas*, 38. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/8536>
- Cárdenas, D., Garrido, M., Roncallo, B., y Bonilla , R. (2014). Inoculación con *Azospirillum* spp y *Enterobacter agglomerans* en Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en el Departamento de Cesar (Colombia). *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 67(2). doi:<https://doi.org/10.15446/rfnam.v67n2.44168>
- Carrera, A. (2012). *Departamento de ciencias de la vida ingeniería en biotecnología*. Obtenido de Caracterización bioquímica, molecular y funcional del banco de cepas de *Azospirillum* spp. del iniap aisladas de la rizósfera del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) de la Sierra ecuatoriana. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5592/1/T-ESPE-033789.pdf>
- Carvajal , C. (2013). “*Estudio de factibilidad para la creación de una pequeña empresa productora y comercializadora de salsa de tomate en el cantón pimampiro*”. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2898/1/02%20ICA%20740%20TESIS.pdf>
- Casanova , A., Gómez, O., Laterrol, H., y Anais, G. (2003). *Manual para la producción protegida de hortalizas*. Cuba : Agroinform.
- Cassán, F., Piccoli, P., y Bottini, R. (2003). Promoción del crecimiento vegetal por *Azospirillum* sp. a través de la producción de giberelinas. ¿Un modelo alternativo para incrementar la producción agrícola? *Microbiología Agrícola*, 1-16. doi:https://www.researchgate.net/publication/275153153_Promocion_del_crecimiento_vegetal_por_Azospirillum_sp_a_traves_de_la_produccion_de_giberelinas_Un_modelo_alternativo_para_incrementar_la_produccion_agricola
- Cassán, F., Sgroy, V., Perrig, D., Masciarelli, O., y Luna, V. (2008). *Producción de fitohormonas por Azospirillum sp. aspectos fisiológicos y tecnológicos de la promoción del crecimiento vegetal* . <http://www.bashanfoundation.org/cassan/cassancapitulo4.pdf>
- Castañeda-Saucedo, M., Gómez-González, G., Tapia-Campos, E., Núñez, O., Barajas, J., y Rujano, M. (2022). EFECTO DE *Azospirillum brasilense* Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch. *Interciencia*, 38(10), 737-744. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33929482008>

- Castillejo, L. (2011). Determinación del efecto de Azospirillum sobre el crecimiento y el rendimiento de fresa cultivada en invernadero. *Ingeniería Bioquímica*. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11116/37.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cerrato, R., y Alarcón, A. (2006). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Red Ciencia Ergo Sum*. 8(2), 1405-0269. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10402108.pdf>
- Chaves-Barrantes, N., y Gutiérrez-Soto, M. (2017). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. I. Aspectos moleculares, bioquímicos y fisiológicos. *Agron. Mesoam*, 28(1), 237-253. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637020.pdf>
- Contreras, R., Reyes-Pérez, J., Troyo-Diéguez, E., Rueda-Puente, E., Torres-Rodríguez, J., y Murillo-Amador, B. (2018). Crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tratadas con humato de vermicompost. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(20). doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.989>
- Cornejo, C. (2009). "Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), de crecimiento indeterminado dominique y michaella, en la parroquia de san José de Alluriquín". [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2525/1/T-ESPE-IASA%20II-002300.pdf>
- Corrales, L., Arévalo, Z., y Moreno, V. (2014). Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *NOVA*, 12(21), 1794-2470. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702014000100006
- Corrales-González, M., Rada, F., y Ramón, J. (2016). Efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción del cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook. f.). *Acta Agronómica*, 65(3), 255-260. doi:<https://doi.org/10.15446/acag.v65n3.49555>
- Cruz, W., Barrios, J., Rodríguez, M., Espinoza, D., y Tirado, J. (2016). Producción de plántulas de hortalizas con Azospirillum sp. y aspersión foliar de miel de abeja*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 59-70. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n1/2007-0934-remexca-7-01-00059-en.pdf>
- Cuadrado-García, L., López-Roa, E., Bojacá-Aldana, C., y Almaza-Merchan, P. (2014). Influencia del nitrógeno en la producción del tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) sembrado en sustrato en Sutamarchán (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 11(1), 85-90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560058658010>
- Dascón, A. (2018). *Evaluación de cinco variedades de tomate (Solanum lycopersicum L.) obtenidas usando germoplasma nativo ecuatoriano frente a dos tratamientos de control de*

- plagas, en la provincia de Loja.* [Tesis de pregrado, Universidad de Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7671/1/13500.pdf>
- Davaran-Hagh, E., Mirshekari, B., Reza-Ardakani, M., Farahvash, F., y Rejali, F. (2015). EFECTO DE *Azospirillum lipoferum* Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CONTENIDO DE CLOROFILA, ABSORCIÓN DE NUTRIENTES Y PROPIEDADES BIOMÉTRICAS DE *Zea mays* L. *Agrociencia*, 49, 889-897. doi:<http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v49n8/v49n8a6.pdf>
- Davidson, E., David, M., Galloway, J., Goodale, C., Haeuber, R., Harrison, J., . . . Pinder, R. (2012). Exceso de Nitrogeno en el MedioAmbiente de EUA: Tendencias,. *Ecological Society of America*. 15, 2-18. <https://www.esa.org/wp-content/uploads/2013/03/numero15.pdf>
- Di Barbaro, G., Pernasetti, S., y Stegmayer, A. (2005). EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Azospirillum brasilense* EN LA GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DEL PIMIENTO PIMENTONERO (*Capsicum annum* L.VAR. TROMPA DE ELEFANTE). *CIZAS*, 6(1y 2), 74-85. <http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CIZAS/imagenes/pdf/V6/7.azosp i.-pimiento.pdf>
- Díaz-Zorita, M., y Fernández-Canigia, M. (2009). Comportamiento en campo de una formulación líquida de *Azospirillum brasilense* sobre la productividad del trigo de secano. *Revista Europea de Biología de Suelo*, 45, 3-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.07.001>
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, Á., Ptacek, D., Okon, Y., y Vanderleyden, J. (2002). Efecto de la inoculación con cepas silvestres de *Azospirillum brasilense* y *A. irakense* sobre el desarrollo y la absorción de nitrógeno en trigo de primavera y maíz en grano. *Biología y Fertilidad de los Suelos*, 36, 284–297.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., y Okon, Y. (2003). Plant Growth-Promoting Effects of Diazotrophs in the Rhizosphere. *Plant Sciences*, 22. doi:<https://doi.org/10.1080/713610853>
- EL COMERCIO. (2011). *Ocho variedades de tomate riñón están en los mercados locales.* Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ocho-variedades-de-tomate-rinon.html#:~:text=El%20fruto%20est%20C3%A1%20disponible%20durante,de%20Azuay%20C%20Imbabura%20y%20Carchi>.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., y Martin, A. (2009). *Manual del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf

- Escudos, J. (2020). ¿Cuáles son los pasos del ciclo del nitrógeno? *howstuffworks*. <https://science.howstuffworks.com/life/biology-fields/nitrogen-cycle.htm>
- ESPAC. (2018). *Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2018*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Tabulados%20ESPAC%202018.xlsx
- Esquevel-Cote, R., Tsuzuki-Reyes, G., Ramírez-Gama, R., y Huante, P. (2017). EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON *Azospirillum* sp., Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* Mill.). *Agroproductividad*, 10(7), 88-93. doi:<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1064/910>
- Esquivel-Cote, R., Urzúa-Hernández, M. d., y Ramírez-Gama, R. (2015). Efecto de la biofertilización con *Azospirillum* en el crecimiento y producción de Jitomate. *ECORFAN*, 45. https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-BIO-T_I/Handbook_Biologia_y_Agronomia_T1_V1_53_61.pdf
- FAO. (2013). EL CULTIVO DE TOMATE CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA. <https://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Fernandes, C., Cecato, U., Trento, T., Mamédio, D., y Galbeiro, S. (2020). *Azospirillum* spp. en gramíneas y forrajeras. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1). doi:<https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4951>
- Fernández, M. (2015). *Control biológico en cultivos hortícolas: Efecto de los alimentos suplementarios en depredadores y parasitoides*. [Tesis posgrado, Universidad de Leida]. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/293152/Tmfo1de1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ferrari, L. (2018). *Lixiviación de fosfatos y nitratos a partir de fertilizantes inorgánicos y orgánicos bajo lluvia simulada*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/20d935af-522b-43f9-8523-10469cfc9311/content>
- Fornaris, G. (2007). COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA. Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate de Ensalada. *Estación Experimental Agrícola*. 166. <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/TOMATE-Cosecha-y-Manejo-Postcosecha-v2007.pdf>
- Froni, L. (2005). *Microbiología Básica, ambiental y agrícola*. Universidad de la república - facultad de agronomía. https://www.ciaorganico.net/documypublic/382_infoagronomo.net_-_Microbiologia_basica_ambiental_y_agricola_lilian_froni_2006.pdf

- Fuentes R, L. E., Tapia H, A., Jiménez S, T., Mascarúa E, M. Á., Santoyo P, Y., Caso V, L. R., Castillo R, M. (2003). Bacterias acéticas: diversidad e interacción con las plantas. *elementos*. 10(49), 47-51. <https://www.redalyc.org/pdf/294/29404906.pdf>
- Fukami, J., Cerezini , P., y Hungría, M. (2018). Azospirillum : beneficios que van mucho más allá de la fijación biológica de nitrógeno. *AMB Express*, 8. doi:10.1186/s13568-018-0608-1
- Fundación Española de la Nutrición. (2020). *Verduras y Hortalizas* . Obtenido de Tomate: <https://www.fen.org.es/storage/app/media/flipbook/mercado-alimentos-fen/006-Verduras-Hortalizas.pdf>
- GAD Municipal de Antonio Ante . (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011-2031 del Cantón Antonio Ante*. <http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Informe-Rend-Ctas-MAGAPI.pdf>
- Galeote-Cid, G., Cano-Ríos, P., Ramírez-Ibarra, J., Nava-Camberos, U., Reyes-Carrillo, J., y Cervantes-Vázquez, M. (2022). Comportamiento del chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) con aplicación de compost y *Azospirillum* sp. en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-12. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v40/2395-8030-tl-40-e828.pdf>
- García, F., Muñoz, H., Carreño, C., y Mendoza, G. (2010). Caracterización de cepas nativas de *Azospirillum* spp. y su efecto en el desarrollo de *Oryza sativa* L. “arroz” en Lambayeque. *Scientia Agropecuaria*, 107, - 116. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3711084.pdf>
- García-Olivares, J., Mendoza-Herrera, A., y Mayek-Pérez, N. (2022). Efecto de *Azospirillum* brasilense en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, México. *Universidad y ciencia*, 28(1), 79-84. doi:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000100008&lng=es&tlng=es.
- García-Velázquez, L., y Gallardo, A. (2017). El ciclo global del nitrógeno. Una visión para el ecólogo terrestre. *Ecosistemas*, 26(1), 4-6. doi:<https://www.redalyc.org/pdf/540/54050575002.pdf>
- Gavi, F. (2010). Emisión de n₂o con fertilización nitrogenada en fertirriego y fertilización convencional. *Fertilizantes*. 21(1). <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/22568>
- González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*, 2-5. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf.

- González-Estrada, A., y Camacho-Amador, M. (2018). Costos y políticas eficientes de control de emisiones de fertilización nitrogenada en la agricultura mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(7), 1399-1409. Obtenido de <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i7.1673>
- Hernández, M., y Chailloux, M. (2004). LAS MICORRIZAS ARBUSCULARES Y LAS BACTERIAS RIZOSFÉRICAS COMO ALTERNATIVA A LA NUTRICIÓN MINERAL DEL TOMATE. *Cultivos Tropicales*, 25(2). <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217832001.pdf>
- Hernández, M., Chailloux, M., Moreno, V., Mojena, M., y Salgado, J. (2009). RELACIONES NITRÓGENO-POTASIO EN FERTIRRIEGO PARA EL CULTIVO PROTEGIDO DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) Y SU EFECTO EN LA ACUMULACIÓN DE BIOMASA Y EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES. *Cultivos Tropicales*, 30(4), 71-78. doi:<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193221673014.pdf>
- Hernández, M., Chailloux, M., Moreno, V., Mojena, M., y Salgado, J. (2014). RELACIONES NITRÓGENO-POTASIO EN FERTIRRIEGO PARA EL CULTIVO PROTEGIDO DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) EN LA ÉPOCA DE PRIMAVERA-VERANO. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 106-115. doi:<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n4/ctr14414.pdf>
- Heuvelink. (2005). [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=509710](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=509710)
- Hurtado, A. (2012). Plataforma tecnológica de agricultura sostenible. *cesfac*. https://www.ehu.eus/documents/2201416/2366777/04_Ana_Hurtado_AgriculturaySostenibilidad.pdf
- INEC. (2016). Obtenido de https://www.google.com.ec/search?dcr=0&source=hp&ei=DMISWq39J4aumQHj3L2YCQ&q=produccion+de+tomate+ri%C3%B1%C3%B3n+en+el+ecuador+inec&oq=produccion+de+tom&gs_l=psy-ab.3.0.35i39k112j0l8.3108.6144.0.7515.18.15.0.0.0.203.1830.0j10j1.11.0....0...1c.1.64.psy-
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). *NTE INEN 1745: Hortalizas frescas. Tomate riñón. Requisitos*. Obtenido de <https://ia801603.us.archive.org/33/items/ec.n.te.1745.1990/ec.n.te.1745.1990.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] . (1990). Norma técnica ecuatoriana voluntaria de hortalizas frescas 1745. doi:https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1745.pdf

- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2012). *Estación Experimental Central de la Amazonía Centro de Investigación y Capacitación*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/laboratorio-de-suelos-toma-de-muestras-para-analisis-de-suelo.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2021). *Estadísticas Agropecuarias*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Jarrín, G. (2014). *Efecto de la aplicación foliar complementaria a profundidad de aplicación del fertirriego en dos variedades de tomate riñón (Lycopersicum esculentum Mill). Tumbaco, Pichincha*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2493/1/T-UCE-0004-60.pdf>
- Jenkins, G. (2000). ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO DE LAS DECISIONES DE INVERSIÓN. *Cambridge Resources International Inc. (CRI)*. <http://www.iidee.net/archivos/Inversion/Lectura%201%20Manual.pdf>
- Jiang, X., Li, H., Wang, T., Peng, C., Wang, H., Wu, H., y Wang, X. (2012). Gibberellin indirectly promotes chloroplast biogenesis as a means to maintain the chloroplast population of expanded cells. *Plant Journal*, 72(5), 768-80. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-313X.2012.05118.x>
- Jiménez, B., y García-Seminario, R. (2017). Influencia del potasio en el rendimiento y calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Revista de Investigación Científica*, 14(2), 125-131. doi:<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/download/81/143>
- Kass, D. (1998). *Fertilidad de suelos*. EUNED. Obtenido de [https://books.google.com.ni/books?id=sRua411JhvgC&pg=PP8&lpg=PP8&dq=Donald,+Kass+\(1998\)&source=bl&ots=2bB81GzTZz&sig=3DYzqvO4u_c6qsY_FuTi7-bHvjU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiBpaH-#v=onepage&q=Donald%20Kass%20\(1998\)&f=false](https://books.google.com.ni/books?id=sRua411JhvgC&pg=PP8&lpg=PP8&dq=Donald,+Kass+(1998)&source=bl&ots=2bB81GzTZz&sig=3DYzqvO4u_c6qsY_FuTi7-bHvjU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiBpaH-#v=onepage&q=Donald%20Kass%20(1998)&f=false)
- Larios-González, R., García, L., Jerónimo, M., Avalos, C., y Castro, J. (2021). Pérdidas de nitrógeno por volatilización a partir de dos fuentes nitrogenadas y dos métodos de aplicación. *Siembra*. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2475>
- Licea-Herrera, J., Quiroz-Velásquez, J., y Hernández-Mendoza, J. (2020). IMPACTO DE AZOSPIRILLUM BRASILENSE, UNA RIZOBACTERIA QUE ESTIMULA LA PRODUCCIÓN DEL ÁCIDO INDOL-3-ACÉTICO COMO EL MECANISMO DE MEJORA DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS. *Revista Boliviana de Química*. 37(1), 34-39. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602020000100005&script=sci_abstract

- Llerena, B., y Llerena, S. (2010). *Control de nematodo Meloidogyne sp. en tomate riñón (Lycopersicon esculentum) híbrido nemoneta con tres dosis de intercept y nemasol en la parroquia Yaruquí, provincia Pichincha*. [Tesis de pregrado, Univesidad Estatal de Bolivar]. <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1183/1/164.pdf>
- López , M., y Mayela, L. (2017). *Manual técnico del cultivo del tomate: Solanum lycopersicum*. INTA. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>
- López, P. (2021). *EFFECTOS DE LA INOCULACIÓN DE Azospirillum brasilense SOBRE LA FISIOLÓGÍA DE LA PLANTA Y CALIDAD DEL FRUTO DE MELÓN (Cucumis melo L.) VARIEDAD HONEY DEW*. [Tesis de pregrado, Universidad El Bosque-Colombia]. [https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/7692/Tesis%20Paula%20Lopez%20Bri%C3%B1ez%20\(2021\)%20FINAL.pdf?sequence=1](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/7692/Tesis%20Paula%20Lopez%20Bri%C3%B1ez%20(2021)%20FINAL.pdf?sequence=1)
- López, S. (2009). *Diseño, análisis e interpretación de Indicadores de Gestión para la "Compañía AGRISAMO S.A.", de la ciudad de Otavalo*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UTPL_8859b7ef69422136220cb4bb91e3102c
- Maguire. (1962). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Agronotecnología*. Obtenido de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/T%C3%A9cnicas%20Para%20Evaluar%20Germinaci%C3%B3n%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiol%C3%B3gica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopart%C3%ADculas.pdf>
- Mapelli, S., Frova, C., Torti, G., y Soressi, G. (1978). Relationship between set, development and activities of growth regulators in tomato fruits. *Plant and Cell Physiology*, 19(7), 1281–1288. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a075709>
- Markovic, V., Djurovka, M., y Ilin, Z. (1997). EL EFECTO DE LA CALIDAD DE LAS PLÁNTULAS EN EL RENDIMIENTO DEL TOMATE, LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y DEL FRUTO. *Acta Hortica*, 462, 163-169. doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.462.21>
- Martínez, F., Ojeda , D., Rodríguez, A., Martínez, J., y Quezada , G. (Marzo de 2011). *El exceso de nitratos: un problema actual en la agricultura*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Chihuahua]. http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2011/08/18/el_exceso_de_nitratos_un_problema_actual_en_la_agricultura.pdf
- Mayz-Figueroa, J. (2004). Fijación biológica de nitrógeno. *Revista UDO Agrícola*, 4(1), 1-20. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2221548>

- Mesejo, C. (2012). *El Cuajado del Fruto, Polinización y Partenocarpia. Las giberelinas*. [Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Valencia]. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16898/Elcuajadodelfruto_polinizaci%20nypartenocarpia_lasgiberelinas.pdf?sequence=3
- Meza, B. (2013). “EFECTO DEL ÁCIDO INDOL-3-ACÉTICO PRODUCIDO POR *Azospirillum brasilense* EN LAS ENZIMAS DE ASIMILACIÓN DE AMONIO EN *Chlorella vulgaris*, BAJO CONDICIONES DE COINMOVILIZACIÓN.” [Tesis de posgrado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste]. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/140/1/meza_b.pdf
- Milthorpe, F., y Moorby, J. (1980). *An Introduction to Crop Physiology*. CUP Archive. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=e5s8AAAAIAAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22J.+Moorby%22&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Montalvo, C. (2013). *Efectos de contaminación del suelo en la productividad de cinco sectores agrícolas de la parroquia de tumbaco*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1351/1/T-UCE-0012-247.pdf>
- Moreno, L., y Galvis, F. (2013). Potencial biofertilizante de bacterias diazótrofias aisladas de muestras de suelo rizosférico. *Pasos y forrajes*, 36(1), 33-37. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100003
- Moreno, A., Mendoza, V., Reyes, J., Vásquez, J., y Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1). doi:<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Munoz, D. (2017). *Bacterias promotoras del crecimiento vegetal: Mecanismos y aplicaciones*. [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/65140/BENJUMEA%20MU%C3%91OZ%20%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naiman, A., Latrónico, A., E, I., y García, S. (2009). Inoculation of wheat with *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*: Impact on the production and culturable rhizosphere microflora. *European Journal of Soil Biology*, 45(1), 44-51. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.11.001>
- Navarro-González, I., y Periago, M. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 2(4). doi:<https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.20.4.208>

- Novoa , R., y Villagrán , N. (2002). EVALUACIÓN DE UN INSTRUMENTO MEDIDOR DE CLOROFILA EN LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE NITRÓGENO FOLIAR EN MAÍZ. *Agricultura Técnica*, 62(1), 166-171. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072002000100017>
- Núñez, M. (2018). *Efecto de Azospirillum sp., Trichoderma harzianum y micorrizas en la producción de pasto Marandú (Brachiaria brizantha) y pasto Guinea (Panicum maximum)*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. doi:<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/46fc429e-ee2b-4383-a2ef-23cb95650cd0/content>
- Ojeda-Quintana, L., Toledo-Vazquez, L., Hernández-Rodríguez, C., Machado-Díaz, Y., y Furrázola-Gómez, E. (2016). Influencia de la aplicación de Azospirillum lipoferum en Megathyrus maximus vc. guinea tobiatá en un suelo Pardo Grisáceo. *Pastos y Forrajes*, 39(1), 27-32. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269145163003/html/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2019). Obtenido de Guía de análisis costo-beneficio: <https://www.fao.org/3/ca2795es/ca2795es.pdf>
- Palomo, I., Moore-Carrasco, R., Carrasco, G., Villalobos, P., y Guzmán, L. (2010). EL CONSUMO DE TOMATES PREVIENE EL DESARROLLO DE ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES Y CÁNCER: ANTECEDENTES EPIDEMIOLÓGICOS Y MECANISMOS DE ACCIÓN. *Idesia (Arica)*, 28(3), 121-129. doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300016>
- Paredes, M. (2013). *Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica de Argentina]. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/393/1/doc.pdf>
- Parra, Y., y Cuevas, F. (2002). POTENCIALIDADES DE Azospirillum COMO INOCULANTE PARA LA AGRICULTURA. *Cultivos Tropicales*, 3(3), pp. 31-41. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193218120004.pdf>
- Peñaherrera, D. (2011). *Manejo Integrado de cultivo de maíz de altura*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3302/1/iniapscpm190.pdf>
- Pérez , J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., y Larín, M. (2002). *Guía técnica cultivo de tomate*. Centro Nacional de Tecnología y Agropecuaria y Forestal. <https://es.scribd.com/doc/99591667/2002-CENTA-Guia-Tecnica-del-Cultivo-de-Tomate>
- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., y Larín, M. (2002). Guía Técnica del Cultivo de Tomate. *CENTA*. <https://dokumen.tips/documents/2002-centa-guia-tecnica-del-cultivo-de-tomate.html?page=4>

- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., y Larín, M. (2012). *Guía técnica cultivo de tomate*. <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>
- Preciado, P., Baca, G., Tirado, L., Kohashi-Shibata, J., Tijerina, L., y Martínez, A. (2002). NITROGENO Y POTASIO EN LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE MELON. *Tierra*, 20(3), 267-276. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320305.pdf>
- Productores de hortalizas. (2006). *Plagas y enfermedades del tomate guía de identificación y manejo*. Obtenido de http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf
- Quesada, B., y Estupiñán, R. (2010). El proceso Haber-Bosch en la sociedad agroindustrial: peligro y alternativas. *ILSA*. doi:<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20130711050649/3.pdf>
- Ramírez, G. (2013). “EVALUACIÓN AGRONÓMICA BAJO CUBIERTA DE TRES HÍBRIDOS DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon esculentum* Mill), EN LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6247/1/T-ESPE-STO%20DGO-002467.pdf>
- Restrepo, E., Vallejo, F., y Lobo, M. (2008). Fenología de la floración en tomate cultivado y especies silvestres relacionadas. *Acta Agronómica*, 57(2), 89-93. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122008000200002
- Restrepo, G., Marulanda, S., de la Fe, Y., Díaz, A., Vera, L., y Hernández, A. (2014). Bacterias solubilizadoras de fosfato y sus potencialidades de uso en la promoción del crecimiento de cultivos de importancia económica. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 46(1), 63-76. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119061/1/Bacterias-solubilizadoras-de-fosfato-y-sus-potencialidades-de-uso-Baldani.pdf>
- Ribelles, C. (2018). *Identificación y caracterización de mutantes de tomate relacionados con el cuajado dependiente e independiente de polinización*. Instituto de biotecnología y molecular de plantas. [Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/111833/Ribelles%20-%20IDENTIFICACION%20Y%20CARACTERIZACION%20DE%20MUTANTES%20DE%20TOMATE%20RELACIONADOS%20CON%20EL%20CUAJADO%20DEP....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, Á. (2015). Efecto de Rhizobacterias *Azotobacter*, *Acetobacter* y *Azospirillum* sp en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/873/873059.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-

Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20220724%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220724T230830Z&X-Amz-SignedHeaders=ho

- Rodríguez, V., y Morales, J. (2007). Obtenido de Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BDiesnkb4PcJ:repositorio.una.edu.ni/2023/2/tnh01r696e.pdf+&cd=11&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>
- Rodríguez, C., Sevillano, F., y Subramaniam, P. (1985). *La fijación de nitrógeno atmosférico*. Obtenido de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/24139/1/TEMASMONOGRAFICOS16.pdf>
- Rodríguez-Larramendi, L., Guevara, F., La O-Arias, M., Reyes, L., Campos-Saldaña, R., y Salas-Marina, M. (2022). Crecimiento foliar y acumulación de biomasa en rábano (*Raphanus sativus* L.) inoculado con microorganismos rizosféricos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 52(2), 78-87. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652020000200008#fig1
- Salazar, A. (2015). *“EVALUACION DE TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL TOMATE HORTÍCOLA (LYCOPERSICON ESCULENTUM) EN LOS HÍBRIDOS PIETRO Y SYTA MEDIANTE EL SISTEMA DE SLABS”*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/21745/1/Tesis-127%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20394.pdf>
- Sangoquiza, C., y Yáñez, C. (2019). Respuesta de la absorción de nitrógeno y fósforo de una variedad de maíz al inocular *Azospirillum* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. *Avances En Ciencias E Ingenierías*, 11(1), 8-19. doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.943>
- Saubidet, M., Fatta, N., y Barneix, A. (2002). The effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on growth and nitrogen utilization by wheat plants. *Plant and Soil*, 245(2), 215-222. doi:<https://www.jstor.org/stable/24123724>
- Scribano, R. (2014). Agricultura sostenible: una alternativa para la adaptación al cambio climático. *Revista digital de políticas públicas-debate*. Obtenido de <http://paraguaydebate.org.py/wp-content/uploads/2014/05/Rossana-Scribano.pdf>
- Silva, J. (2015). *Evaluación de cuatro programas de fertilización foliar complementaria en la producción de tomate riñón (Solanum lycopersicum) L. var. Sheila bajo invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7781/1/T-UCE-0004-57.pdf>

Simbaña, A. (2019). *Evaluación de un fertilizante microalgal en tomate (Solanum lycopersicum L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17805/1/T-UCE-0004-CAG-070.pdf>

Sistema de Información Pública Agropecuaria [SIPA]. (2022). *Precios de Hortalizas*. Ibarra.

Sobre la Tierra (SLT). (2017). Identifican una bacteria benéfica para el tomate: <http://sobrelatierra.agro.uba.ar/identifican-una-bacteria-benefica-para-el-tomate/#:~:text=Como%20bioinoculante%20de%20tomate%2C%20Azospirillum,la%20sanidad%20de%20los%20cultivos>.

Terry, E., Pino, M., y Medina, N. (2000). APPLICATION TIMES OF AN Azospirillum BIOPRODUCT IN TOMATO GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD. *Cultivos Tropicales*, 21(4), . 5-8. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230160001.pdf>

Tjalling, H. (2006). *Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad Tomate*. http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf

Toffoli, L., Medrano, N., Martínez-Zamora, M., Guerrero-Molina, M., Pedraza, R., y Salazar, M. (2018). Performance of petunia crop in response to inoculation with Azospirillum brasilense. *Rev. Agron. Noroeste Argent*, 31(1), 45-49. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/ranar/v38n1/v38n1a05.pdf>

TONIUTTI, M., y FORNASERO, L. (2008). EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE AZOSPIRILLUM BRASILENSE SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE SETARIA LACHNEA (NEES) KUNTH. *Revista FAVE*, 7, 1-2. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/download/1326/2094/>

Torres , M. (2011). *Bacterias diazótrofes microaerófilas y hongos de micorriza arbuscular asociados a sistemas agroforestales en dos unidades fisiográficas del departamento el guaviare*. [Tesis de pregrado, Pontificia universidad javeriana]: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8658/tesis611.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, S. (2015). *Muestras foliares*. Obtenido de http://www.utadeo.edu.co/files/collections/documents/field_attached_file/muestreo_para_analisis_foliares.pdf

Tortora , M., Díaz-Ricci, J., & Pedraza, R. (2011). Azospirillum brasilense siderophores with antifungal activity against Colletotrichum acutatum. . *Microbiol*, 193(4), 275-86. doi:10.1007/s00203-010-0672-7

- Valdivia , C. (2017). Calidad del tomate fresco cortado tratado por pulsos de luz (PL). [tesis de pregrado, Universidad de Leida]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/457529/Tcgvn1de1.pdf?sequence=2>
- Varela , A. (2018). “*ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL TOMATE RIÑÓN (Lycopersicum Esculentum) EN EL CANTÓN PIMAMPIRO, DE LA PROVINCIA DE IMBABURA*”. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. doi:<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8810/1/03%20AGN%20046%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Clarenc , R., y Rodríguez-Sahagún, A. (2020). Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. *Terra Latinoamericana*, 38 (2), 333-345. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>
- Verhulsta, N., François, I., Grahmann, K., Cox, R., y Govaerts, B. (2015). *Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación*. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4411/56988.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villagra , E., Max, J., Toffoli, L., y Pedraza, R. (2021). *EFFECTOS DE Azospirillum brasilense SOBRE CULTIVO DE FRUTILLA (Fragaria x ananassa Duch.) EFFECTS OF Azospirillum brasilense ON STRAWBERRY CROPS (Fragaria x ananassa Duch.) INTA*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Tucumán]. <https://jornadasambientales.unahur.edu.ar/efectos-de-azospirillum-brasilense-sobre-cultivo-de-frutilla-fragaria-x-ananassa-duch-effects-of-azospirillum-brasilense-on-strawberry-crops-fragaria-x-ananassa-duch/>
- Vinueza, M. (2007). *PRODUCCiÓN Y COMERCIALIZACiÓN DE TOMATE RIÑON EN LA PROVINCIA DE IMBABURA*. [Tesis de posgrado, Instituto de Altos Estudios Nacionales]. <https://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/handle/24000/4090/Vinueza%20Ruiz%20Miguel%20C1ngel.pdf?sequence=1>
- Yáñez, C., Clavijo, F., y Cool , C. (2012). *Biofertilizante. Fertibacter-maíz*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2630/1/iniapsopl320.pdf>
- Yepis, O., Fundora, O., Pereira, C., y Crespo, T. (1999). LA CONTAMINACION AMBIENTAL POR EL USO EXCESIVO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EN EL CULTIVO DEL TOMATE. *SCIENTIA gerundensis*, 24, 5-12. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Scientia/article/download/45579/55143>
- Zambrano, F., Souza, D., Zucareli, C., Sarkis, J., Amaral, H., da Costa, R., . . . Guimarães, M. (2019). EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON CIANOBACTERIAS Y COINOCULACIÓN CON *Azospirillum brasilense* SOBRE CARACTERÍSTICAS

FITOMÉTRICAS EN MAÍZ. *Bioagro*, 31(3), 193-202. Obtenido de <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/download/2651/1640/2700>

Zanettini, J., & Puente, M. (2017). Inoculación foliar con *Azospirillum brasilense* en trigo. *Inta*, 10(35).
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inoculacion_foliar_con_azospirillum_brasilense_en_trigo.pdf

ANEXOS

Anexo 1

Resultado del análisis de suelo

RESULTADOS

Código Agrarprojekt:

UTN-250822

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Tomate Riñón
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra Suelo

Contenido de macro- y micronutrientes en ppm (respectivamente mg / litro) en la solución del extracto Volumen 1:2

Análisis	Unidad	* Niveles recomendados de Holanda "Tomate - Grupo 2, Hortalizas"			Resultado
		Min.	Ópt.	Máx.	
pH (en H ₂ O)	-	-	6,0 - 6,5	-	7,7
Conductividad (CE)	mS/cm	-	1,4	-	0,26
Nitrato (NO ₃)	ppm	153	305	610	45,2
Amonio (NH ₄)	ppm	-	-	< 1,0	1,0
Fosfato (PO ₄)	ppm	11	14	21	19,6
Potasio (K)	ppm	58	86	144	19,4
Magnesio (Mg)	ppm	24	41	69	6,3
Calcio (Ca)	ppm	50	100	200	13,9
Sulfato (SO ₄)	ppm	67	144	384	15,2
Sodio (Na)	ppm	-	-	< 92	16,0
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-	-	< 142	8,7
Hierro (Fe)	ppm	0,280	0,447	0,559	1,060
Manganeso (Mn)	ppm	0,055	0,110	0,165	0,047
Cobre (Cu)	ppm	0,013	0,045	0,057	0,015
Zinc (Zn)	ppm	0,098	0,131	0,164	0,028
Boro (B)	ppm	0,108	0,162	0,270	0,361

* Fuente: C. Sommeveld & W. Voogt. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Heidelberg, London & New York. 431 pp.

Anexo 3

Cálculo de fertilizante para ajustar a los requerimientos del cultivo de tomate riñón

EJEMPLO	
Dosis requerida :	50 ppm
% P en Fosfato monopotásico:	68075,52
% K en Fosfato monopotásico:	84671.48
50 mg P	1L/solución
X =8500 mg P	170L
68075,52 mg P	1000 ml
8500 mg P	X = 124.86 ml
68075,52 mg P	84671.48 mg k
8500 mg P	X = 10572.19mgk
10572.19 mg K/ 170 L = 62,2 ppm k	

Anexo 4

Ajuste de fertilizantes con 25% de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo

TRATAMIENTOS		REQUERIMIENTOS - FERTILIZACIÓN AL TRASPLANTE												
T1		N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S	
B. <i>Azospirillum</i> spp + Fertilización Química (25% NQ)		mg	45	10	50	400	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
SALES														
Nitrato de calcio	N	0.00	0											
	Ca	0				0								
Nitrato de potasio	N	7813.24	45.96											
	K	135.0	22950		135.0									
Nitrato de amonio	N	0	0											
	NH4	0.0	0	0.0										
Fosfato monopotásico	P	50	8500		50									
	K		10572.2		62.2									
Sulfato de magnesio	S	17022.4												100.13
	Mg	75	12750				75							
Sulfato de cobre	S	8.87077												0.052
	Cu	0.05	8.5									0.05		
Sulfato de manganeso	S	18.0407												0.106
	Mn	0.55	93.5						0.55					
Sulfato de zinc	S	29.3857												0.173
	Zn	0.33	56.1							0.33				
Sulfato de hierro	S	74.8												0.44
	Fe	0.8	136					0.8						
Sulfato de potasio	S	20	3400											20
	K		7996.75		47									
Sulfato de amonio	S	1942.86												11.43
	NH4	10	1700	10										
Ácido bórico	B	0.5	85								0.5			
Óxido de calcio	ca	190	32300			190								
Óxido de potasio	K													
			45.96	10	50	244	190	75	0.8	0.6	0.33	0.5	0.05	132.3

REQUERIMIENTOS - FERTILIZACIÓN NORMAL													
		N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
		47.5	22	50	400	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
N		0.00	0										
Ca	0	0				0							
N		8102.62	47.66										
K	140.0	23800			140.0								
N		0	0										
NH4	0.0	0	0.0										
P	50	8500		50									
K		10572.2			62.19								
S		14752.8											86.78
Mg	65	11050					65						
S		8.87077											0.0522
Cu	0.05	8.5										0.05	
S		18.0407											0.1061
Mn	0.55	93.5							0.55				
S		29.3857											0.1729
Zn	0.33	56.1								0.33			
S		74.8											0.44
Fe	0.8	136						0.8					
S	20	3400											20
K		7996.75			47.04								
S		4274.29											25.143
NH4	22	3740		22									
B	0.5	85									0.5		
ca	190	32300				190							
K													
		47.66	22	50	249.2	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	132.7

REQUERIMIENTOS - FERTILIZACIÓN FINAL													
		N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
		52.5	22	50	420	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
N		0.00	0										
Ca	0	0				0							
N		8970.76	52.77										
K	155.0	26350			155.0								
N		0	0										
NH4	0.0	0	0.0										
P	50	8500		50									
K		10572.2			62.19								
S		17022.4											100.13
Mg	75	12750					75						
S		8.87077											0.0522
Cu	0.05	8.5										0.05	
S		18.0407											0.1061
Mn	0.55	93.5							0.55				
S		29.3857											0.1729
Zn	0.33	56.1								0.33			
S		74.8											0.44
Fe	0.8	136						0.8					
S	0	0											0
K		0			0								
S		4274.29											25.143
NH4	22	3740		22									
B	0.5	85									0.5		
ca	190	32300				190							
K	203	34510			203								
		52.769	22	50	420.2	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	126.05

Anexo 5

Ajuste de fertilizantes con 50% de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo

T2		REQUERIMIENTOS											
B. Azospirillum spp + Fertilización Química (50% NQ)		mg											
		N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
		90	10	50	400	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
SALES													
Nitrato de calcio	N	1134.43	6.673										
	Ca	8	1360			8							
Nitrato de potasio	N	14469	85.11										
	K	250.0	42500		250.0								
Nitrato de amonio	N	0	0										
	NH4	0.0	0	0.0									
Fosfato monopotásico	P	50	8500		50								
	K		10572.2		62.2								
Sulfato de magnesio	S		17022.4										100.13
	Mg	75	12750			75							
Sulfato de cobre	S		8.87077										0.052
	Cu	0.05	8.5									0.05	
Sulfato de manganeso	S		18.0407										0.106
	Mn	0.55	93.5					0.55					
Sulfato de zinc	S		29.3857										0.173
	Zn	0.33	56.1						0.33				
Sulfato de hierro	S		74.8										0.44
	Fe	0.8	136					0.8					
Sulfato de potasio	S	20	3400										20
	K		7996.75		47								
Sulfato de amonio	S		1942.86										11.43
	NH4	10	1700	10									
Ácido bórico	B	0.5	85								0.5		
Óxido de calcio	Ca	182	30940			182							
Óxido de potasio	K												132.3
		91.78	10	50	359	190	75	0.8	0.6	0.33	0.5	0.05	132.3

		REQUERIMIENTOS											
		N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
		95	22	50	400	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
N		0.00	0										
Ca	0	0				0							
N		16205.2	95.32										
K	280.0	47600			280.0								
N		0	0										
NH4	0.0	0	0.0										
P	50	8500		50									
K		10572.2			62.19								
S		14752.8											86.78
Mg	65	11050				65							
S		8.87077											0.0522
Cu	0.05	8.5										0.05	
S		18.0407											0.1061
Mn	0.55	93.5						0.55					
S		29.3857											0.1729
Zn	0.33	56.1							0.33				
S		74.8											0.44
Fe	0.8	136						0.8					
S	20	3400											20
K		7996.75			47.04								
S		4274.29											25.143
NH4	22	3740	22										
B	0.5	85									0.5		
Ca	190	32300			190								
K													
		95.32	22	50	389.2	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	132.7

			REQUERIMIENTOS											
			N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
			105	22	50	420	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
N		0.00	0											
Ca	0	0					0							
N		17941.5	105.54											
K	310.0	52700				310.0								
N		0	0											
NH4	0.0	0	0.0											
P	50	8500			50									
K		10572.2				62.19								
S		17022.4												100.13
Mg	75	12750					75							
S		8.87077												0.0522
Cu	0.05	8.5											0.05	
S		18.0407												0.1061
Mn	0.55	93.5							0.55					
S		29.3857												0.1729
Zn	0.33	56.1								0.33				
S		74.8												0.44
Fe	0.8	136						0.8						
S	0	0												0
K		0				0								
S		4274.29												25.143
NH4	22	3740		22										
B	0.5	85										0.5		
Ca	190	32300					190							
K	48	8160					48							
			105.54	22	50	420.2	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	126.05

Anexo 6

Ajuste de fertilizantes con 75 % de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo

T3			REQUERIMIENTOS											
B. <i>Azospirillum</i> spp + Fertilización Química (75% NQ)			N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
			135	10	50	400	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
SALES														
Nitrato de calcio	N	6381.17	37.54											
	Ca	45	7650				45							
Nitrato de potasio	N	16784	98.73											
	K	290.0	49300			290.0								
Nitrato de amonio	N	0	0											
	NH4	0.0	0	0.0										
Fosfato monopotásico	P	50	8500			50								
	K		10572.2				62.2							
Sulfato de magnesio	S		17022.4											100.13
	Mg	75	12750					75						
Sulfato de cobre	S		8.87077											0.052
	Cu	0.05	8.5										0.05	
Sulfato de manganeso	S		18.0407											0.106
	Mn	0.55	93.5						0.55					
Sulfato de zinc	S		29.3857											0.173
	Zn	0.33	56.1							0.33				
Sulfato de hierro	S		74.8											0.44
	Fe	0.8	136						0.8					
Sulfato de potasio	S	20	3400											20
	K		7996.75				47							
Sulfato de amonio	S		1942.86											11.43
	NH4	10	1700		10									
Ácido bórico	B	0.5	85									0.5		
Óxido de calcio	Ca	145	24650					145						
Óxido de potasio	K													
			136.3	10	50	399	190	75	0.8	0.6	0.33	0.5	0.05	132.3

			REQUERIMIENTOS											
			N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
			142.5	22	50	400	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
N		7515.60	44.21											
Ca	53	9010				53								
N		16841.9	99.07											
K	291.0	49470			291.0									
N		0	0											
NH4	0.0	0		0.0										
P	50	8500			50									
K		10572.2			62.19									
S		14752.8												86.78
Mg	65	11050					65							
S		8.87077												0.0522
Cu	0.05	8.5											0.05	
S		18.0407												0.1061
Mn	0.55	93.5							0.55					
S		29.3857												0.1729
Zn	0.33	56.1								0.33				
S		74.8												0.44
Fe	0.8	136						0.8						
S	20	3400												20
K		7996.75			47.04									
S		4274.29												25.143
NH4	22	3740		22										
B	0.5	85										0.5		
Ca	137	23290				137								
K														
			143.3	22	50	400.2	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	132.7

			REQUERIMIENTOS											
			N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
			142.5	22	50	400	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
			157											
N		8791.83	51.717											
Ca	62	10540				62								
N		17999.4	105.88											
K	311.0	52870			311.0									
N		0	0											
NH4	0.0	0		0.0										
P	50	8500			50									
K		10572.2			62.19									
S		17022.4												100.13
Mg	75	12750					75							
S		8.87077												0.0522
Cu	0.05	8.5											0.05	
S		18.0407												0.1061
Mn	0.55	93.5							0.55					
S		29.3857												0.1729
Zn	0.33	56.1								0.33				
S		74.8												0.44
Fe	0.8	136						0.8						
S	0	0												0
K		0				0								
S		4274.29												25.143
NH4	22	3740		22										
B	0.5	85										0.5		
Ca	137	23290				128								
K	47	7990				47								
			157.6	22	50	420.2	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	126.05

Anexo 7

Ajuste de fertilizantes con 100 % de nitrógeno químico para cada etapa del cultivo

T4				REQUERIMIENTOS												
B. Azospirillum spp + Fertilización Química (100% NQ)				N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S	
SALES				180	10	50	400	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120	
Nitrato de calcio	N		13896.8	81.75												
	Ca	98	16660					98								
Nitrato de potasio	N		16841.9	99.07												
	K	291.0	49470				291.0									
Nitrato de amonio	N		0	0												
	NH4	0.0	0			0.0										
Fosfato monopotásico	P	50	8500			50										
	K		10572.2				62.2									
Sulfato de magnesio	S		17022.4													100.13
	Mg	75	12750					75								
Sulfato de cobre	S		8.87077													0.052
	Cu	0.05	8.5													0.05
Sulfato de manganeso	S		18.0407													0.106
	Mn	0.55	93.5							0.55						
Sulfato de zinc	S		29.3857													0.173
	Zn	0.33	56.1									0.33				
Sulfato de hierro	S		74.8													0.44
	Fe	0.8	136						0.8							
Sulfato de potasio	S	20	3400													20
	K		7996.75				47									
Sulfato de amonio	S		1942.86													11.43
	NH4	10	1700			10										
Ácido bórico	B	0.5	85										0.5			
Óxido de calcio	ca	92	15640					92								
Óxido de potasio	K															
				180.8	10	50	400	190	75	0.8	0.6	0.33	0.5	0.05	132.3	

				REQUERIMIENTOS												
				N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S	
				190	22	50	400	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120	
N		15456.60	90.92													
Ca	109	18530						109								
N		16841.9	99.07													
K	291.0	49470					291.0									
N		0	0													
NH4	0.0	0	0.0													
P	50	8500				50										
K		10572.2					62.19									
S		14752.8														86.78
Mg	65	11050						65								
S		8.87077														0.0522
Cu	0.05	8.5														0.05
S		18.0407														0.1061
Mn	0.55	93.5								0.55						
S		29.3857														0.1729
Zn	0.33	56.1										0.33				
S		74.8														0.44
Fe	0.8	136							0.8							
S	20	3400														20
K		7996.75					47.04									
S		4274.29														25.143
NH4	22	3740				22										
B	0.5	85											0.5			
ca	81	13770						81								
K																
				190	22	50	400.2	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	132.7	

		REQUERIMIENTOS											
		N	NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	S
		190	22	50	420	190	65	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	120
N		15031.19	88.419										
Ca	106	18020				106							
N		20719.6	121.88										
K	358.0	60860			358.0								
N		0	0										
NH4	0.0	0	0.0										
P	50	8500		50									
K		10572.2			62.19								
S		17022.4											100.13
Mg	75	12750					75						
S		8.87077											0.0522
Cu	0.05	8.5										0.05	
S		18.0407											0.1061
Mn	0.55	93.5							0.55				
S		29.3857											0.1729
Zn	0.33	56.1								0.33			
S		74.8											0.44
Fe	0.8	136						0.8					
S	0	0											0
K		0			0								
S		4274.29											25.143
NH4	22	3740	22										
B	0.5	85									0.5		
ca	81	13770				84							
K	0	0			0								
		210.3	22	50	420.2	190	75	0.8	0.55	0.33	0.5	0.05	126.05

Anexo 8

Cantidad en ml de fertilizante de la solución madre utilizada para 170 Litros de agua

EJEMPLO	
Dosis requerida :	50 ppm
% P en Fosfato monopotásico:	68075,52
% K en Fosfato monopotásico:	84671.48
50 mg P	1L/solución
X =8500 mg P	170L
68075,52 mg P	1000 ml
8500 mg P	X = 124.86 ml
68075,52 mg P	84671.48 mg k
8500 mg P	X = 10572.19mgk
10572.19 mg K/ 170 L = 62,2 ppm k	

Anexo 9

Guía de la aplicación de controles fitosanitarios en el cultivo de tomate riñón

PLAGAS	CRITERIOS DE INTERVENCIÓN	MÉTODOS DE CONTROL	MEDIDAS PREVENTIVAS/CULTURALES
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>)	Al observar la plaga en el cultivo se realizó inmediatamente el control respectivo	Productos fitosanitarios (sustancias activas) -Aceite de verano -Azadiractin -Beauveria bassiana -Buprofezin. -Butoxido de piperonilo+piretrinas - Oxamilo -Pimetrozina -Piridaben -Piriproxifen. -Sales potásicas de ácidos grasos vegetales. -Spiromesifen -Teflubenzuron -Tiacloprid -Tiametoxam	Trampas Cromotrópicas Amarillas de monitoreo: -Colocarlas antes de implantar el cultivo y en los puntos críticos. -Mantenerlas en todo el ciclo.
ENFERMEDADES	CRITERIOS DE INTERVENCIÓN	MÉTODOS DE CONTROL	MEDIDAS PREVENTIVAS/CULTURALES
Botrytis (<i>Botrytis cinérea</i>)	Presencia de plantas con lesiones deprimidas, elípticas, acuosas que suelen cubrirse de abundante micelio	-Captan -Ciprodinil + Fludioxonil -Clortalonil -Dietofencarb -Iprodiona -Mepanipirim -Metil tiofanato -Pirimetanil -Tebuconazol	-Manejo adecuado de la ventilación y riego. -Eliminación de plantas, órganos y frutos enfermos de la parcela. -Evitar la presencia de agua libre sobre el cultivo. -Aplicación de pastas fungicidas en tallos.
Oídio (<i>Leveillula taurica</i> o <i>Erysiphe spp</i>)	Presencia de plantas con manchas circulares en el haz de la hoja de color blanco	-Azoxistrobin (Oidiopsis) -Azufre -Bupirinato -Ciproconazo -Flutriafol (Oidiopsis) -Kresoxim-metil -Metil tiofanato -Metil tiofanato + Triflumizol -Miclobutanil (Oidiopsis) -Penconazol (Oidiopsis) -Tebuconazol (Oidiopsis) Tetraconazol (Oidiopsis) Triadimenol	-Eliminación de hojas viejas basales dañadas. -Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo. -Manejo adecuado de la ventilación.
Tizón (<i>Alternaria dauci</i>)	Presencia de plantas con manchas irregulares circulares de color pardo oscuro, generalmente rodeadas por un halo amarillento y en el interior de la mancha se observan anillos concéntricos en el follaje.	-Benalaxil + Oxiclورو de cobre -Benalaxil + Cimoxanilo + mancozeb* -Benalaxil + mancozeb -Captan -Carbonato básico de cobre + mancozeb + oxiclورو de cobre + sulfato cuprocalcico -Cimoxanilo + mancozeb* + oxiclورو de cobre + sulfato de cobre -Cimoxanilo + mancozeb* + oxiclورو de cobre -Cimoxanilo + mancozeb* + sulfato cuprocalcico Cimoxanilo + metiram -Cimoxanilo + clortalonil + mancozeb*	-Empleo de plántulas sanas. -Eliminación y retirada de la parcela de los frutos y otras partes de la planta con síntomas de la enfermedad. -Manejo adecuado de la ventilación y riego.

Anexo 10

Categorización de los frutos de tomate riñón según la norma INEN para frutas y hortalizas frescas 1745

4. CLASIFICACION

4.1 El tomate, de acuerdo con el valor del diámetro ecuatorial, se clasifica como se indica en la Tabla 1.

TABLA 1. Clasificación del tomate de acuerdo con el diámetro ecuatorial

TIPO (Tamaño)	DIAMETRO EN mm	
	Mínimo	Máximo
I (grande)	mayor que	70
II (mediano)	56	70
III (pequeño)	40 y	55

4.2 **Tolerancias máximas para el tamaño.** Para los tipos señalados en el numeral 4.1 se admitirá un número máximo de 5% del tipo inmediato superior o inferior o la suma de ambos.

4.3 El tomate que no se encuadra en ninguno de los tipos establecidos se considerará no tipificado.

4.4 Para cada tipo se establece los grados de calidad, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2 de esta norma.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 El tomate destinado a la alimentación humana, en cualquiera de sus tres tipos de selección, debe presentar características similares en forma, tamaño y color de la epidermis (cáscara).

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] , (1990).

Anexo 11

*Medias y errores estándares de la interacción días después del trasplante * tratamientos en la variable altura*

Días después del trasplante (ddt)	Tratamientos	Medias	E.E	Rangos	
90	T4	133.20	1.70	A	
90	T2	132.28	1.70	A	
90	T3	131.64	1.70	A	
90	T1	118.21	1.70	B	
50	T2	80.00	0.94		C
50	T4	76.24	0.94		D
50	T3	74.52	0.94		D
50	T1	74.31	0.94		D
10	T1	29.83	0.59		E
10	T2	29.36	0.59		E F
10	T4	29.23	0.59		E F
10	T3	28.97	0.59		F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12

Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable días a la floración

Tratamientos	Medias	E. E
T1	31.58	0.33
T2	31.11	0.32
T3	31.22	0.29
T4	31.69	0.26

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13

Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable días a la formación del fruto

Tratamiento	Medias	E.E.
T1	44.81	0.28
T2	44.25	0.26
T3	44.67	0.23
T4	44.94	0.15

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 14

Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable días a la cosecha

Tratamiento	Medias	E.E.
T1	76.61	0.57
T2	75.53	0.54
T3	77.17	0.60
T4	77.33	0.53

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 15

Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable número de frutos por planta

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos
T2	7.97	0.26	A
T4	7.69	0.26	A
T3	7.33	0.26	A
T1	6.28	0.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Anexo 16

Medias y errores estándares de cada tratamiento para la variable calibre de fruto

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos
T4	61.50	0.56	A
T2	60.03	0.60	B
T3	59.24	0.58	B
T1	58.48	0.67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 17

Medias y errores estándares del contenido de proteína del fruto de cada tratamiento

Tratamientos	Medias	E.E.
T1	0.70	0.05
T2	0.64	0.09
T3	0.53	0.02
T4	0.57	0.013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 18

Medias y errores estándares del rendimiento de cada tratamiento

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos
T4	78.92	2.23	A
T3	65.86	2.23	B
T2	63.57	2.23	B
T1	43.47	2.23	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 19

Precios establecidos para el fruto de tomate riñón según el Sipa en los meses de enero-marzo de 2022



**Ministerio de Agricultura
y Ganadería**

REPORTE DE PRECIOS POR MERCADOS EN UN DETERMINADO PERIODO DE TIEMPO

Reporte obtenido para: mercados: Ibarra - COMERCIBARRA ,categoria: HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO , en el rango de fechas entre el sábado, 01 de enero de 2022 y el jueves, 31 de marzo de 2022

Mercado	Categoría	Producto	Fecha Investigación	Precio/Presentación (USD)	Presentación	Precio (USD)	Unidad Medida
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	31/03/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	28/03/2022 0:00:00	11,17	Cartón 40,00 Libra	0,61	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	24/03/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	21/03/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	17/03/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	14/03/2022 0:00:00	10,50	Cartón 40,00 Libra	0,57	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	10/03/2022 0:00:00	10,00	Cartón 40,00 Libra	0,55	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	07/03/2022 0:00:00	9,17	Cartón 40,00 Libra	0,50	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	03/03/2022 0:00:00	9,00	Cartón 40,00 Libra	0,49	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	24/02/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	21/02/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	17/02/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	14/02/2022 0:00:00	10,00	Cartón 40,00 Libra	0,55	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	10/02/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	07/02/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg


REPORTE DE PRECIOS POR MERCADOS EN UN DETERMINADO PERIODO DE TIEMPO

Reporte obtenido para: mercados: Ibarra - COMERCIBARRA ,categoria: HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO , en el rango de fechas entre el sábado, 01 de enero de 2022 y el jueves, 31 de marzo de 2022

Mercado	Categoría	Producto	Fecha Investigación	Precio/Presentación (USD)	Presentación	Precio (USD)	Unidad Medida
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	31/03/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	28/03/2022 0:00:00	11,17	Cartón 40,00 Libra	0,61	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	24/03/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	21/03/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	17/03/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	14/03/2022 0:00:00	10,50	Cartón 40,00 Libra	0,57	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	10/03/2022 0:00:00	10,00	Cartón 40,00 Libra	0,55	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	07/03/2022 0:00:00	9,17	Cartón 40,00 Libra	0,50	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	03/03/2022 0:00:00	9,00	Cartón 40,00 Libra	0,49	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	24/02/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	21/02/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	17/02/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	14/02/2022 0:00:00	10,00	Cartón 40,00 Libra	0,55	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	10/02/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	07/02/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg



Ministerio de Agricultura
y Ganadería

REPORTE DE PRECIOS POR MERCADOS EN UN DETERMINADO PERIODO DE TIEMPO

Reporte obtenido para: mercados: Ibarra - COMERCIBARRA ,categoria: HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO , en el rango de fechas entre el sábado, 01 de enero de 2022 y el jueves, 31 de marzo de 2022

Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	03/02/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	31/01/2022 0:00:00	12,00	Cartón 40,00 Libra	0,66	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	27/01/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	24/01/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	20/01/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	17/01/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	13/01/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg

Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	17/02/2022 0:00:00	7,00	Cartón 40,00 Libra	0,38	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	14/02/2022 0:00:00	10,00	Cartón 40,00 Libra	0,55	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	10/02/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg
Ibarra - COMERCIBARRA	HORTALIZAS - PRODUCTO FRESCO	Tomate Riñón de Invernadero	07/02/2022 0:00:00	11,00	Cartón 40,00 Libra	0,60	kg

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (SIPA)