



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**

Influencia de (*Methylobacterium symbioticum* S23) en la fertilización y nutrición del cultivo de “Sandía” (*Citrullus lanatus* L.), variedad “Santa Matilde”, Huacho

**Tesis
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo**

**Autor
Fernando Brandon Inga Salcedo**

**Asesor
Dr. Marco Tulio Sánchez Calle**

**Huacho-Perú
2025**



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Inga Salcedo, Fernando Brandon	72868089	12/12/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Sánchez Calle, Marco Tulio	02807986	0000-0001-9687--2476
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Dra. Utia Pinedo, María del Rosario	07922793	0000-0002-2396-3382
Dr. Tirado Malaver, Roberto Hugo	44565193	0000-0001-7064-3501
Dr. Campos Julca, Ángel Pedro	15733670	0000-0002-1418-6104

Inga Salcedo Fernando Brandon

Influencia de (*Methylobacterium symbioticum* S23) en la fertilización y nutrición del cultivo de “Sandía” (*Citrullus lanat...*

 Quick Submit

 Quick Submit

 Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3076871967

Fecha de entrega

12 nov 2024, 2:22 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

20 nov 2024, 1:34 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

BORRADOR_APROBADO_INGA_SAUCEDO_I_turniton_SEIS-1.pdf

Tamaño de archivo

6.4 MB

99 Páginas

24,477 Palabras

125,217 Caracteres



Página 2 of 105 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3076871967

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

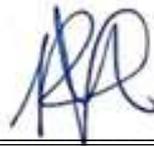
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y
Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Influencia de (*Methylobacterium symbioticum* S23) en la fertilización y
nutrición del cultivo de “Sandía” (*Citrullus lanatus* L.), variedad “Santa
Matilde”, Huacho**



Dra. María del Rosario Utia Pinedo
Presidente



Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver
Secretario



Dr. Ángel Pedro Campos Julca
Vocal



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental de Piura
Ing. Marco Tulio Sánchez Calle
CIP 44334

Dr. Marco Tulio Sánchez Calle
Asesor

Huacho - Perú

2025

DEDICATORIA

Primeramente gracias a Dios, por iluminarme en todo momento de mi vida, y a mis queridos padres y mis hijos Jassiel y Micaela por su apoyo incondicional en todo momento, me motivaron para culminar satisfactoriamente esta digna carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por haber permitido mi formación profesional y prepararme para la vida.
- A mi asesor de tesis, Dr. Marco T. Sánchez Calle, por su apoyo y acompañamiento durante la realización de la presente investigación científica.
- Al jurado evaluador: Dra. María del Rosario Utia Pinedo, Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver y Dr. Ángel Pedro Campos Julca, por su revisión, recomendaciones y aportes en la mejora de esta investigación.
- A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental UNJFSC, por permitir mi formación académica, humanística para volcar mis conocimientos a la sociedad y comunidad peruana.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
RESÚMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCION.....	xi
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
0.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulacion de problemas	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problema Especifico	3
1.3. Objetivos de la investigacion	3
1.3.1. Objetivos General	4
1.3.2. Objetivos Especifico	4
1.4. Justificaciòn	4
1.5. Delimitaciòn del estudio	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales	9
2.2 Bases Teóricas	12
2.2.1 Origen del la sandia	12
2.2.2 Clasificación taxonómica	12
2.2.3 Prácticas agronomicas	16
2.2.4 Microorganismos eficientes	19
2.2.5 Accion de los Methylobacterium	19
2.2.6 Producto comercial usado en la investigación	20
2.3 Definiciones conceptuales	21
2.4 Hipótesis de investigación	20
2.5 Operacionalización de variables	21
CAPITULO III. METODOLOGÍA	24
3.1 Gestion del experimento	24
3.1.1 Ubicaciòn	24

3.1.2 Características del área experimental	24
3.1.3 Tratamientos	26
3.1.4 Diseño experimental	27
3.1.5 Variables a evaluar	28
3.1.6 Conducción del experiment	31
3.2 Técnicas para el procesamiento de la información	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	35
4.1. Características de las variables evaluadas	35
4.1.1. Porcentaje de Emergencia	35
4.1.2. Diámetro en la base del cuello de la planta(cm)	36
4.1.3. Longitud con relación a la distancia entre plantas (cm)	36
4.1.4. Longitud con relación a la distancia entre surcos (cm)	37
4.1.5. Área foliar(m ²) de la planta	38
4.1.6. Diámetro polar de fruto (cm)	39
4.1.7. Diámetro ecuatorial de fruto (cm)	40
4.1.8. Peso de fruto por hectarea (kg)	41
4.1.9. Peso promedio por frutos (kg)	42
4.1.10. Número de frutos por planta (cosecha 1 y 2)	44
4.1.11. Número de frutos acumulado (cosecha 1 y 2)	45
4.1.12. Producción de materia seca (kg ha ⁻¹)	46
4.1.13. Rendimiento (kg ha ⁻¹)	47
CAPITULO V. DISCUSIÓN	50
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
6.1 Conclusiones	53
6.2 Recomendaciones	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
Anexos	65
Producto comercial BlueN	66
Datos de campo de las variables evaluadas	67
Cálculos de área e índice área foliar	70
Matriz de Consistencia	71
Panel de fotos	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Temperaturas críticas en las distintas fases de desarrollo de la sandía	15
Tabla 2	etapa fenológica, días desde la siembra	18
Tabla 3	Calibre de la fruta	18
Tabla 4	Operacionalización de las variables	23
Tabla 5	Análisis de caracterización del suelo	26
Tablas 6	Tratamientos con diferentes dosis de <i>Methylobacterium</i>	26
Tabla 7	Croquis del campo experimental	27
Tabla 8	Análisis de varianza individual del diseño bloques completos al azar	28
Tabla 9	Análisis de la varianza para Porcentaje para Emergencia de plantas	35
Tabla 10	Prueba de Scott-Knott para emergencia de plantas	35
Tabla 11	Análisis de la varianza para diámetro de la base del tallo de plantas	36
Tabla 12	Prueba de Scott-Knott; diámetro de la base del tallo de plantas	36
Tabla 13	Análisis de la varianza longitud entre plantas	37
Tabla 14	Prueba de Scott-Knott longitud entre plantas	37
Tabla 15	Análisis de la varianza longitud entre surcos	38
Tabla 16	Prueba de Scott-Knott longitud entre surcos	38
Tabla 17	Análisis de la varianza para el Área foliar de la planta	39
Tabla 18	Prueba de Scott-Knott para Área foliar de la planta	39
Tabla 19	Análisis de la varianza para diámetro polar/fruto	40
Tabla 20	Prueba de Scott-Knott: diámetro polar/ fruto	40
Tabla 21	Análisis de la varianza: diámetro ecuatorial/fruto	41
Tabla 22	Prueba de Scott-Knott: diámetro ecuatorial/fruto	41
Tabla 23	Análisis de la varianza tratamientos para peso de fruto cosecha 1 y 2	42
Tabla 24	Prueba de Scott-Knott: tratamientos para peso de fruto cosecha 1 y 2	42
Tabla 25	Análisis de la varianza para peso de fruto (kg)	43
Tabla 26	Prueba de Scott-Knott: tpara peso de fruto(kg) en tratamientos	43
Tabla 27	Prueba de Scott-Knott: para peso de fruto(kg) en bloque	43
Tabla 28	Análisis de la varianza para número de frutos	44
Tabla 29	Prueba de Scott-Knott; número de frutos	44
Tabla 30	Análisis de la varianza para número de frutos s1+s2	45
Tabla 31	Prueba de Scott-Knott; número de frutos s1+s2	45
Tabla 32	Análisis de la varianza: materia seca kg ha ⁻¹	46

Tabla 33 Prueba de Scott-Knott: materia seca kg ha^{-1} en tratamientos	46
Tabla 34 Prueba de Scott-Knott: materia seca kg ha^{-1} en bloques	47
Tabla 35 Análisis de la varianza para rendimiento frutos (kg ha^{-1})	47
Tabla 36 Prueba de Scott-Knott: rendimiento frutos (kg ha^{-1}) en tratamientos	48
Tabla 37 Prueba de Scott-Knott: rendimiento frutos (kg ha^{-1}) en bloques	48

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de *Methylobacterium*; sobre las características agronómicas y rendimiento en “sandía” variedad (Santa Matilde), en condiciones del Paraíso, Santa María, Huaura. *Metodología:* se empleó un diseño DBCA, con 05 tratamientos y 04 bloques y 4 repeticiones. Los tratamientos o dosis fueron: (400 g, 333 g, 300 g, 250 g y 0,00 g ha⁻¹). Las variables dependientes fueron las características agronómicas: % de emergencia de plantas, longitud de plantas, área foliar, diámetro y peso de frutos, materia seca y rendimiento en kilos por hectárea. La validación del estudio mediante ANOVA($\alpha=0,05$) y la prueba de *Scott-Knott*($\alpha=5\%$); mediante *Software Infostat V.20* y *Excel V.16*. *Resultados:* los tratamientos con *Methylobacterium* mostraron diferencias significativas en todo momento en comparación con el testigo para las características agronómicas; a excepción de la emergencia (%) de las semillas fue similar al control. Las mejores dosis fueron: 400 g ha⁻¹ (87 821,73 kg), seguido de 333 g ha⁻¹(84 734,75 kg) y 300 g ha⁻¹ (81 909,05 kg) superaron significativamente a los tratamiento 250 g ha⁻¹ (72 657,48 kg) y testigo (0.00 g ha⁻¹ =66933,82 kg). *Conclusión:* Los tratamientos de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹) fueron estadísticamente superiores al testigo.

Palabras clave: fertilización, simbiosis, fijador de nitrógeno, cucurbitáceas.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of *Methylobacterium* in “watermelon” variety (Saint Matilde) agronomic characteristics and performance, at Paraiso, Saint Maria, Huaura conditions. *Methodology:* that used a DBCA design with five treatments and four (blocks, repetitions). The treatments or doses were: (400 g, 333 g, 300 g, 250 g and 0.00 g per ha⁻¹). The dependent variables were the agronomic characteristics: morphology: emergence %, plant length, leaf area, diameter and weight of fruits, dry matter and yield in kilograms per ha⁻¹). The study`s validation was using ANOVA ($\alpha=0.05$) and Scott-Knott test ($\alpha=5\%$); and using *Infostat V.20* Software and *Excel V.16*. *Results:* the *Methylobacterium* treatments was showed significant differences at all times in comparison with control for agronomic characteristics; except emergence percentage, which was similar to the control. The best doses were: 400 g ha⁻¹ (87 821.73 kilograms), followed by 333 g ha⁻¹ (84 734.75 kilograms) and 300 g ha⁻¹ (81 909.05 kg) significantly exceeded the treatment 250 g ha⁻¹ (72 657.48 kilograms) and control (0.00 g ha⁻¹ =66933.82 kilograms). *Conclusion:* The treatments: 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ and 300 g ha⁻¹, were statistically superior to the control.

Keywords: fertilization, symbiosis, nitrogen fixation, cucurbits.

INTRODUCCION

La sandía (*Citrullus lanatus L.*) es un cultivo de clima tropical y templado, una de las cucurbitáceas más extendidas en el continente africano; es una planta anual, herbácea, monoica y trepadora.

Su temperatura para el crecimiento de la sandía es de 20 a 25°C; sus suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y con un pH entre 5.8 y 6.6; las sandías necesitan un mínimo de 6 horas de sol al día, su fertilización aplicar compost, turba o estiércol antes de plantar, se debe controlar la maleza hasta que las guías cubran el terreno.

La sandía en el ámbito global, destacan en la producción China (60%), Turquía, Tailandia, India, Brasil y EE. UU; países importadores: EE. UU, Alemania, Canadá, Francia y Reino Unido, Japón y China.

La sandía en ámbito nacional, los principales productores son Ica, Piura, Lambayeque, La Libertad y Arequipa; países a los que exporta Perú: Chile, Ecuador, EE. UU y España

La sandía en ámbito local, en la región Lima destaca en producción Cañete, Barranca, Huaral y Huacho; siembra en los meses de setiembre a noviembre y cosecha febrero a marzo.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El cultivo de “sandía” (*Citrullus lanatus* L), pertenece a la familia de las cucurbitáceas, es de origen africano, es una planta tropical, cuya data como cultivo es de 3500 años, en la rivera del rio Nilo, luego se extendió a varias regiones del mediterráneo, y posteriormente los europeos fueron quienes lo diseminaron al continente americano, extendiéndose por todo el continente gracias su gran aporte de vitamina C, A, B y minerales: calcio, hierro, potasio y fosforo. Se trata de una planta rastrera, cuyo cultivo requiere una amplia dedicación, asimismo esta fruta es muy apreciado por su sabor por diversos consumidores, como viajeros, deportistas, considerado un excelente calmante de la sed, usado en largas jornadas de viajes o trabajos (Reche, 1988).

De acuerdo a la apreciación del mercado para este fruto, existe una demanda creciente e insatisfecha a nivel global (Félix, 2019). De acuerdo a sus características botánicas: es de tipo anual, herbáceo, no posee tronco, con tallos pilosos, flexibles y rastreros dotados de zarcillos bífidios o trifidos, a través del cual le permite trepar, las hojas tienen cinco lóbulos profundos, las de color amarillo grandes y unisexuales, las flores femeninas tienen el gineceo con tres carpelos y las flores masculinas con cinco estambres, los frutos se trata de un pepinoide redondo o alargado, falsa baya con un 90% de agua, de sabor dulce, es climatérico, existe una gran variedad de sandías que las hace diferentes entre ellas (Humphrey, 2017). Entre los principales consumidores esta EE.UU, Canadá, Japón y Holanda. Entre los principales problemas se encuentra: la antracnosis, el mildiu, oídium, fusarium, tizón gomoso y manchas acuosas del fruto, los mismos que estarían asociados al inadecuado manejo de riegos, fertilización, débil uso de MIP de plagas.

En el ámbito nacional, el MIDAGRI (2020), reporta rendimientos de hasta 40 t/ha, con frutos que llegan a pesar hasta 12 y 14 kg. En cuanto a la localización de las zonas productoras en el país, la producción se centra en la costa peruana, en las regiones de Lambayeque, Piura, la Libertad, Lima e Ica. Con alrededor de 2000 has y un promedio de 10 t/ha, las variedades de preferencia por los consumidores son:

Peacock que se caracteriza por su rusticidad, adaptable a todo terreno, igualmente destacan las variedades Boxy, Catina y Santa Amelia (Gutiérrez, 2018) mostrada demanda de fruta creciente a nivel local y nacional. Entre los principales problemas de país se ha encontrado presencia de plagas y enfermedades como arañita, roja, gusano de frutos, Oídium, *Fusarium* y *Botrytis*, lo que se asocia a sus exigencias a suelo fértiles, franco arenoso y ricos en materia orgánica, con un pH+: 6.8 a 5.0 y C.E: 0.9 dS/m, (Félix, 2019). De acuerdo a los consumidores nacionales, existe una predominancia a consumir frutos: mediano a pequeño, redondos, carnosos, jugosos, con pulpa roja y con precios accesibles (Laguna y Cruz, 2006).

En cuanto al uso de *Methylobacterium* en el cultivo, se trata de una bacteria fijadora de nitrógeno Mayhua (2014) y Deza et al. (2015), que tiene como finalidad mejorar el aprovechamiento de la materia orgánica y nutrición de la planta (Medina, 2019). Es importante mencionar que el mayor aprovechamiento de los fertilizantes sintéticos y orgánicos, está en función de factores: como pH+, C.E, textura, estructura, humedad, biología de suelo, lo que se relaciona con la ley de los mínimos de Liebig para fertilizante (Laguna y Cruz, 2006). Se sabe que los fertilizantes forman parte de los principales factores que limitan el rendimiento del cultivo Chupa (2012), y que la planta absorbe de 10 al 60% de nutrientes, lo que se asocia a la crisis de energía y aumento de costos de fertilizantes sintéticos, además es parte de los problemas de contaminación por exceso de fertilizantes incrementado áreas degradadas (Peña y Vera, 2001). Asimismo se sabe que rendimientos óptimos requieren paquetes técnicos adecuado (García, 2001), de igual manera una alternativa para aumentar la fertilidad del suelo y ende el rendimiento del cultivo es uso de materia orgánica (Salinas, 2015); para favorecer en la aparición y propagación de bacterias benéficas que favorezcan en el rendimiento del cultivo de sandía (García, 2001). En ámbito local, Huaaura destaca por ser productor de hortalizas: zapallo, pepinillo, sandía, entre otros cultivos (Moroto, 2000). De acuerdo con el diagnóstico (MIDAGRI, 2020), se observa diversos problemas del manejo de la producción de sandía, asociados a una limitada fertilización sintética y orgánica. Con respecto al propósito de la presente investigación, fue determinar la eficiencia de aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno (*Methylobacterium symbioticum* SB23) en el cultivo de sandía. Y como objetivo determinar el momento y dosis de aplicación para el cultivo para reducir el uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del uso de *Methylobacterium symbioticum* SB23, sobre la mejora para las **características morfológicas, producción y rendimiento** cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el efecto del uso de *Methylobacterium symbioticum* SB23, en las **características morfológicas** de cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho?

¿Qué efectos produce los *Methylobacterium symbioticum* SB23, en las **características de fruto** de cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho?

¿Qué efectos produce los *Methylobacterium symbioticum* SB23, en la característica **de producción y rendimiento** cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la dosis *Methylobacterium symbioticum* SB23, sobre la mejora para las **características morfológicas, producción y rendimiento** en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de la dosis *Methylobacterium symbioticum* SB23, en las **características morfológicas** en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.

Determinar el efectos de la dosis *Methylobacterium symbioticum* SB23, en la **características de fruto** en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.

Determinar el efectos de la dosis *Methylobacterium symbioticum* SB23, en la característica **productivas y rendimiento** en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica desde una óptica técnica; puesto que los fertilizantes sintéticos vienen presentándose escasos crecientes y un incremento día a día de los costos en el país. Problema que pone en desventaja competitiva a la mayoría de productores de la Región. En este sentido la producción orgánica es la alternativa de mayor viabilidad, sin embargo para una mayor eficiencia es recomendable, usar microorganismos eficientes, entre los que destaca el grupo de los *Methylobacterium* por ser una alternativa inmediata, de bajos costos y fácil acceso para mejorar la nutrición de la planta a base productos orgánicos, siendo considerado un eficiente estrategias en los modelo de agricultura sostenible.

Asimismo la investigación contribuye a la sostenibilidad agraria, desde un enfoque ambiental: promueve la disminución del impacto por el exceso del uso de fertilizantes y agroquímicos, desde la corriente científica, es necesario ahondar en el estudio de bacterias fijadoras de nitrógeno, para poder contar con información propio de la región Lima y específicamente el de Santa María, Huaura, puesto que son muy pocas las investigaciones realizadas en *Methylobacterium* en esta zona, sin embargo se encuentra comercialmente.

Finalmente cultivo de sandía, es excelente fruta de mesa, con un balanceado aporte nutricional y un mercado de consumidores creciente (Mengel y Kirkby, 2000), es un cultivo de fácil manejo y una excelente oportunidad para los agricultores de la región Lima por disponer de condiciones climáticas y suelos apropiados para el cultivo. Con respecto a *Methylobacterium symbioticum* SB23 (Equiza, 2021), es bacteria fijadora de nitrógeno que se viene trabajando comercialmente y que ofrece una excelente alternativa en producción orgánica de cucurbitáceas y otros cultivos.

1.5. Delimitación del estudio

La investigación, fue llevado a cabo en la zona de Paraíso en la parcela con **Código de Ubigeo: 150801**, en el distrito de Santa María, de la provincia de Huaura y Región Lima, cuyas coordenadas: 11° 12' 06.3"S y, 77° 32' 42.9" W; y a una altura de 83 msnm.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Zhang, et al (2021). Con el objetivo de determinar el Potencial, utilización y bioingeniería de plantas, usando *Methylobacterium* promotora del crecimiento para la agricultura sostenible; China. *Metodología*: Bacterias genero *Methylobacterium* pigmentado de color rosa se aisló en diversos ambientes, enfoque Desarrollo sostenible y desafíos agrícolas actuales, se usó compuestos orgánicos única fuente de carbono y energía para el crecimiento de colonias. *Resultados*: el género *Methylobacterium* muestra buenos candidatos como el género que potencia de bioingeniería de plantas PGPB, apreciándose excelente impacto (+) con relación a la salud y para el crecimiento de la planta, además proporciona excelentes nutrientes para la planta, asimismo cumple funciones de regulador fitohormonal y de protección frente a patógenos; de la misma manera respecto las interacciones (*Methylobacterium spp.*) x (cultivo), mostró ser excelente promotor de crecimiento de plantas, con excelente capacidad de introducir genes funcionales o grupos *Methylobacterium spp.*, así mismo se puede usar en diversos cultivos, para el crecimiento de plantas mediante mutación aleatoria, aclimatación e ingeniería. *Conclusión*: El género *Methylobacterium* posee un gran potencial para ser utilizado como agente microbiano y impulsar el crecimiento de las plantas en diferentes maneras, los mecanismos detallados de *Methylobacterium spp.*, no está del todo claro el mecanismo para promover el crecimiento de la plantas y cómo estas bacterias mejoran la producción en los cultivos, finalmente el enfoques multiómicos en *Methylobacterium spp.*, es caracterizar metilotrofos y comprender cómo funciona e interactúan las plantas y huéspedes.

Armadians et al (2023). Con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación foliar de extractos de estevia y de microorganismos sobre el rendimiento de “sandia” var. *Crimson Sweet*, Itacarubi de la Cordillera, Paraguay. *Metodologia*: extracto de estevia, bioestimulante + agua+ miel conteniendo $4,05 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹ de *Lactobacillus* sp + de *Saccharomyces* sp., y $3,1 \times 10^9$ UFC.mL⁻¹ de *Streptomyces scabies*, comparándose con el Control. El diseño fue experimental, BCA con 04 repeticiones. En cuanto a la primera aplicación fue directo en campo definitivo, las plántulas con 4 hojas verdaderas, y con una aplicación cada 8 días, y con un total de 80 días. Entre las variables consideradas fueron: peso de frutos, numero de frutos y su rendimiento. El análisis estadístico fue mediante el ANOVA (5%) y la prueba de

comparaciones múltiples (Tukey: 95%) en tratamientos. *Resultados*: Todos los tratamientos muestran diferencias significativas con relación al testigo; el estudio muestra que el extracto de estevia alcanzó 1,9 frutos/planta, el peso fue de 10 kilos/fruto y el rendimiento por hectárea en promedio fue 9119 kilos ha⁻¹. Con respecto al Bioestimulante se aprecia que el número de frutos/planta fue de 1,6, el peso de fruto alcanzó 8,3kg/planta, y un rendimiento 7 325 kg ha⁻¹, frente al testigo (0,9 frutos/planta), 4,6 kg/fruto y 4 044 kg ha⁻¹ *Conclusiones*: los tratamientos tratados con extracto fueron superiores al demás tratamientos y testigo.

Calero et al. (2019), con el objetivo de determinar la presencia de microorganismos fijadores de nitrógeno, saprofitas descomponedores materia orgánica y nutrientes para el cultivo, para la producción de plantines de tomate, Colombia. *Metodología*: Se empleó un diseño en DBCA, con arreglo factorial de 4 x 3, siendo los factores en estudio los niveles de Microorganismos eficientes en 4 niveles, testigo(0,00), inoculación de semilla 100 ml/litro(S), aplicaciones foliares a 100 ml/litro (F) y la inoculación a la semillas más foliar(S+F), asimismo las variedades usadas fueron: Rilia, Seem⁻² y Amelia, con un total de 3 repeticiones, en cuanto a las variables dependientes: % de germinación, diámetro de tallos, altura de plantas(cm.), hojas(n⁰), plántulas(N⁰/m²), ciclo productivo/plántulas en días, *Resultados*: de acuerdo a los hallazgos la combinación de inoculantes en semilla con aplicaciones foliares de M.E, incrementó significativamente el diámetro de tallos(16%), la altura de planta(12%), número de hojas. asimismo se aprecia un incremento en las variedad Amelia, Seem⁻² y Rilia en 25%, 25% a 26% en comparación al testigo(20,1%) respectivamente. de igual manera el ciclo de producción fue reducido para Amelia, seguido de Seem⁻² y Rilia. *Conclusiones*. Se encontraron diferencias significativas en todo momento para los tratamientos en comparación con el control.

Tanya y Leiva-Mora (2019). Con el *objetivo* de sintetizar información de avances en cuanto aplicaciones se han realizado en la última década con referencia a las Microorganismos Eficientes, y para a sus propiedades funcionales, aplicación, agrícola en la zona de Santa Marta, Ecuador. *Metodología*: los microorganismos eficientes están constituidos por bacterias ácido lácteo, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. *Resultado*: desde la percepción agrícola los M.E. fortalecen la germinación de semillas, favorecen la floración, crecimiento y desarrollo de frutos. Adicionalmente se ha demostrado que los M.E. mejoran la estructura del suelo, incrementan la fertilidad química, reducen los daños por agentes fitopatógenos en numerosos cultivos. En cuanto a la capacidad fotosintética: existe un incremento que estaría relacionado con la capacidad de absorción de agua, nutrientes por la planta. Diversos estudios muestran el

aporte microbiano en abonos orgánicos, compost coincidiendo con el incremento del rendimiento en los cultivos con rangos desde 10 al 78%. La constitución de los microorganismos eficientes están constituidos por una diversidad de hongos, bacterias, etc. con respecto al *Methylobacterium*, se aprecia que tiene múltiples aplicaciones agrícolas: favorece la germinación de semillas, incrementa la floración, aumenta el desarrollo y crecimiento de la planta y frutos, aumenta la biomasa en general, mejora la estructura física del suelo y su fertilidad y reduce poblaciones considerables de patógenos. Conclusión: Los microorganismos eficientes incrementan la actividad fotosintética y la absorción agua y nutrientes en las plantas, también reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos en particular el compostaje, lo cual ofrece importantes aplicaciones agrícolas. Conclusiones: en todo momento se aprecia que los microorganismos eficientes muestran significancia estadística, mejorando la absorción de nutrientes en beneficio de la planta.

Medina (2019). Con el *objetivo* de determinar el efecto sobre el desarrollo vegetal y la vía de señalización para la defensa de plantas de jitomate, contra fitopatogenos, México. *Metodología*: bacterias *Methylobacterium extorquens*, semillas de tomate var. SUN7705 embebidas, plantas asperjadas con bacterias a 109 UFC mL^{-1} , se comparó con el hongo en 2 ensayos. Se midieron variables dependientes: longitud de raíces/planta, altura/planta, amplitud foliar, rendimiento, peso seco, tipo de diseño BCA con 6 tratamientos, 4 repeticiones, 2 plantas por unidad experimental, ensayo sobre expresión de genes de defensa, plántulas de tomate. *Resultados*: se encontraron diferencias significativas entre tratamientos embebidos y asperjadas con *M. extorquens*, en tratamientos inoculados con *F. oxysporum* y los controles, se reflejan en la longitud de raíces de plántulas, la altura de las plántulas y amplitud de área foliar, peso seco en plantas y raíces y así como en el rendimiento.

Morán (2021), con el objetivo de determinar la respuesta, que producen los fertilizantes orgánicos enriquecidos con microorganismos eficientes E.M., al usarse como complemento de la fertilización sintética del cultivo de (*Cucúrbita pepo L.*), en Ecuador. *Metodología*: fue un estudio experimental, DBCA, con un total de 4 tratamientos y 5 repeticiones, las variables dependientes fueron: germinación, emergencia de planta, altura, número de frutos y rendimiento. *Resultados*: los tratamientos (humus+bocashi+ E.M). presentó mayor significancia estadística para la actividad complementaria de fertilizantes sintéticos, con un incremento del 21% para variables agronómicas, para el rendimiento(26%). *Conclusion*: la combinación de abono orgánico enriquecido con E.M. mostró ser superior a los fertilizantes sintéticos. La mezcla de Humus + Bocashi expresó mayores respuestas para la sostenibilidad económica para los productores.

Pascual et al (2020). Con el objetivo de evaluar una nueva cepa de SB0023/3T, la misma que se aisló de esporas de hongos: *Micorrizo arbuscular, Glomus iranicum var. tenuihypharum*, EE.UU., y la *Metodología*: fue analizado para determinar si representa una nueva especie. Se estudió su aplicabilidad en agricultura con la finalidad de reducir el uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados. Resultados: los análisis comparativos de la secuencia del gen 16S rRNA mostraron que la cepa está afiliada al género *Methylobacterium*, siendo las similitudes del 98,7% a *M. dankookens*. La identidad de nucleotidos(ARN) y la hibridación ADN, ARN en silicio(DDH) fueron inferiores al 92% y al 44% de los valores mostrados por sus parientes filogenéticos. Su genoma tenía una longitud de 6,05 MB y el contenido de G+C del genoma era del 70% mol. De acuerdo al principal ácido graso celular (summed feature 8 (C 18:1 y 7c y/o C 18:1 y 6c). Esta base de informativa respalda a una nueva especie sepa SB0023/3T, (*Methylobacterium symbioticum*).

Kato et al (2005). Con objetivo de determinar la función de *Mehylobacterium*: considera que la fijación biológica de nitrógeno atmosférico de *Methylobacterium simbioticum*, consigue que la planta no tenga que tomar todo el nitrógeno vía absorción radicular, disminuyendo gastos emergeticos de la vía enzimática nitrato reductasa, ya que convertiría menos cantidad de nitrato en amonio dentro de la planta. Considera que a partir del consumo de metanol generado en la degradación de los grupos metilos presentes en las pectinas, permite hacer más lento el envejecimiento de las células de la planta y alargar el periodo fotosintético efectivo. Esta bacteria se formula como un biofertilizantes. *Conclusión*: Promover un programa de fertilización nitrogenada rentable y más sostenible, ya que ayuda a proteger el medioambiente de la contaminación derivada del uso del nitrógeno como primer elemento nutricional de los cultivos. La efectividad de la cepa se ha validado de forma global en una gran variedad de cultivos, como cultivos extensivos hortícolas y cítricos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Pérez y Quispe (2020), con el *objetivo* de determinar el rendimiento y la calidad para *Citrullus lanatus* “sandia” utilizando biol, en la región de Ucayali. *Metodología*: sandia variedad Santa Amelia, 3 tratamientos biol (T2:5%, T3:15% y T4: 25%. Diseño experimental DBCA, Software estadístico SPSS Ver.25, análisis de varianza univariado ANOVA($\alpha=0,05$) y la prueba de Comparaciones Múltiples Tukey($\alpha=0,05$), *Resultados*: los tratamientos T2, T3 y T4 fueron estadísticamente similares, para la cantidad fue en promedio 4 frutos/planta, el mayor la obtuvo T4(8,416,00 kilos/ fruto), asimismo presento el mayor

rendimiento por hectárea (37, 688. 3 kilos por hectárea). Asimismo la mayor concentración de sólidos solubles la presentó (T4: 8,5 grados brix, longitud de fruto: 25.2 cm, diámetro de fruto: 24.46 cm, con mayor aceptación por los consumidores: 87% calidad sabor y 66.7% para color y apariencia). Asimismo se apreció que T2 alcanzó mayor grosor de corteza (11,93 mm).

Caballero (2023). Cuyo objetivo fue evaluar el efecto que genera los aminoácidos sobre el rendimiento y la calidad de la sandía (*Citrullus lanatus*); en condiciones de la costa central peruana. *Metodología*: la investigación se ejecutó en la Estación Experimental Agraria, INIA Donoso, Huaral. Los tratamientos: Aminax, Fitoamin, Proamin, Purenerg, Albamin, Dosis empleada: 0.4 y 0.5 l/200 l de agua y la aplicación foliar: 07, 15, 30 y 45 días después del trasplante, testigo (control). Evaluaciones: inicio de flores femeninas, longitud de planta, rendimiento/fruto, peso y número frutos, diámetro polar y ecuatorial de fruto, grosor de cascara, sólidos solubles, tipo de diseño DBCA, 6 tratamientos, 4 repeticiones. *Resultados*: los resultados muestran diferencias no significativas para los aminoácidos empleados, sin embargo para efecto de los sólidos solubles se aprecia significancia estadística para los sólidos solubles. Con respecto a Proamin favoreció a una mayor concentración (12.8%) de sacarosa. *Conclusión*: el aminoácido Purenerg incremento 10% el rendimiento del cultivo, se aprecia hasta un 90% de protección frente a factores bióticos y abióticos con relación a la calidad de frutos.

Quesquén (2020). El *objetivo* fue determinar la influencia de bacterias promotoras del crecimiento vegetal plántulas de *Cinchona Officinalis*, para determinar su potencial promotor de crecimiento en la aclimatación de plántulas *in vitro* de *C. officinalis*. En la localidad de Cañaris, Lambayeque. *Metodología*: muestreo de suelo *in situ*, aislamiento de cepas bacterianas en caldo nutritivo, después de 24 horas de incubación se aislaron en medio sólido de agar nutritivo, método usado (agotamiento y estrado). *Resultados*: las mejores cepas de Ácido Indol Acético A17, A12, C2, C4 y C22 con valores 18.1; 15.5; 37.4; 20.5 y 34.8 ug mL⁻¹ respectivamente. Respecto al mayor crecimiento en longitud de planta sobresalió la cepa A21. Las características de solubilización de fósforo, fijación de nitrógeno y producción de AIA fue de 32.8 cm, 36.2 cm y 31.3 superando al testigo en todo momento. De igual manera las cepas A3, A4, A5 y C2 que alcanzaron la mayor solubilidad de fósforo y las cepas A3, A4, B8 y C14 con mayor fijación de nitrógeno. La cepa A21 se identificó en el género *Pseudomonas* con 72.6% de efectividad. Los plantines inoculados con las cepas A17, A21, C2, C4 y C22 no presentaron inocuidad en invernadero, mientras que las A3, A4,

B8 y C14 con mayor fijación de nitrógeno y las cepas A3, A4 y A5 con mayor solubilización del fosforo mostraron mortalidad de plantas.

Symborg(2019), con el *Objetivo* de probar la capacidad y la eficiencia de bacterias fijadoras nitrógeno atmosférico *Methylobacterium symbioticum*, para el cultivo de arroz var. Tinajones, realizado en Lambayeque *Metodología*: Dosis 333 L ha⁻¹, producto usado: *Mycobacterium* BlueN, Momento: 22 días después del trasplante, forma de aplicar: vía foliar y con motobomba, horario: 6.00 a.m., Volumen de agua: 200 L ha⁻¹ con gota fina, el producto debe permanecer en la totalidad del área foliar, campo con humedad en C.C. y vientos menores de 12 km ha⁻¹., la Fertilización: dos bolsas de micro esencial, dos bolsas de sulfato de potasio y una bolsa de sulfato de amonio y para la segunda fertilización dos bolsas de urea + tres bolsas de sulfato de amonio + 333 g de BlueN, una Tercera fertilización : con tres bolsas de urea + tres bolsas de sulfatos de amonio y la cuarta fertilización: cuatro bolsas de sulfato de amonio. *Rendimiento*: se obtuvo 200 kg ha⁻¹ más en la parcela tratada con BlueN con relación al (control) reduciendo en 48% del nitrógeno de cobertura, con valores de 10 700(control) y 10 900 (BlueN), Calidad: La parcela tratada con BlueN obtuvo un 87% de grano entero en relación a (control) con un 82%. *Conclusiones*: el uso BlueN redujo el plan de fertilización en 48% sin afectar el rendimiento, a pesar de la reducción del nitrógeno con BlueN se logró sacar un 2% más de producción, Bajo condiciones se logró reducir en US\$50 el paquete de fertilización nitrogenado, realizando un balance costo/beneficio, se logró un retorno de US\$102 de diferencia tratamientos BlueN a comparación con (control), *Conclusión*: Se logró un incremento de 5% de la calidad de grano entero en la molienda tratados con BlueN.

Montoya et al (2020). Con el objetivo de determinar la eficiencia de microorganismos como *Methylobacterium*, a partir de residuos orgánicos, Lima, Perú. *Metodología*: se desarrolló experimento, bajo un diseño con 2 tratamientos y 2 repeticiones ubicados al azar y para determinar el “coeficiente de determinación” se empleó el programa Sigma Plop(95% de confianza). *Resultados*: muestran que la temperatura de fermentación máxima en la elaboración de compost adicionado Microorganismos Eficientes fue (53 °C en 20 días) con relación al control (45 °C a 45 días). Asimismo, se encontró colonias de M.E. de color verde, crema, gris, negro y blanco y obtuvo material madre y activo durante 7 días de cada uno. La adición de material activo al 10%, de la misma manera, la obtención de compost disminuyendo su proceso a 40 días y sin la adición (80 días). Las pruebas en todo momento mostraron diferencias significativas.

Lastra y Paucar (2023). El *objetivo* fue evaluar el efecto de Blue-N (*Methylobacterium symbioticum* SB23), sobre la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.), var Única, Barranca, Lima. *Metodología*: las aplicaciones fueron via foliares de *Methylobacterium symbioticum* SB23, uso diseño DBCA, 6 tratamientos y 3 repeticiones y un testigo absoluto (0N-PK), un testigo relativo fertilizantes NPK, Ambos sin Blue N, y los otros cuatro tratamientos: 80, 140, 200 y 250 gramos por 200 litros(*Methylobacterium symbioticum* SB23), las variables dependientes fueron las características agronómicas y rendimiento, la validación fue mediante ANOVA (α : 0,05) Y comparaciones múltiples de Tukey(α : 0,05). *Resultados*: en todos los casos se aprecia significancia estadística para el tratamientos que usaron *Methylobacterium*; la dosis de 250 g/ha muestran 56.3 cm altura de planta, 4 tallos por planta, 15,73 tubérculos por planta, peso de tubérculos por planta de 1148. 13 g, rendimiento por hectárea 42.50 toneladas por hectárea, superando a los tratamientos con NPK Sintético (altura planta: 49,9 cm, tallos/planta: 3.87, tubérculos/planta: 14.33, peso tubérculo/planta: 1, 057. 3 gramos, rendimiento/ha: 39.16, mientras que el rendimiento comercial con *Methylobacterium* SB23 a dosis de 140 250 y 200 g/ha fue de 33.37, 32.87 y 30.7 t ha⁻¹ respectivamente, frente a tratamientos NPK Sintético que obtuvo 33.61 t ha⁻¹. Se concluye que el *M. Simbioticum* SB23, influye positivamente en el rendimiento del cultivo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen de la sandía

Considerada una fruta milenaria, cuyo origen se ubica en la zona del África Tropical, su cultivo se remonta a 3500 años en el valle del Nilo, información extraída de los estudios de jeroglíficos y las esculturas halladas en antiguo Egipto. En sus inicios los registros botánica clasificaba a la sandía como *Citrullus vulgares.*, y de acuerdo a los estudios actuales se clasifica como *Citrullus lanatus*, de la familia de cucurbitáceas donde encontramos otras hortalizas de mucha importancia como el pepino, el calabacín y los zapallos, Chiclayo, entre otras.

2.2.2. Clasificación taxonómica

Cabe resaltar que la familia de las cucurbitáceas incluye 90 géneros y 850 especies, y estas 6 especies son cultivadas agrupadas en 11 géneros. Donde se encuentra clasificada *Citrullus lanatus* según (Matsum y Nakai, 1916), y publicado en *Catalagus seminum*, en hortobotánico universidad Imperialis Takyoensis(1915), asimismo *Citrullus* deriva de *Citrus* con un sabor y olor similar a *lanatus* epíteto “lanulo”

La planta de *Citrullus lanatus* presenta la siguiente taxonomía: (Matsum y Nakai, 1916)

División: Plantae

Reino: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Cucurbitacea

Género: Citrullus

Especie: *Citrullus lanatus* (Thub)

(Matsum & Nakai, 1916)

- a) Descripción Botánica: es planta herbácea, rastrera y en algunas variedades trepadoras, tipo anual, y que de acuerdo al clima se adapta a climas tropicales, con una preferencia por suelo franco arenosos. El fruto es carnoso con un alto contenido de agua superior al 70% (Zevallos, 1998).
- b) Ciclo vegetativo: existen diversas variedades y cultivares en el mercado que se diferencian por su tamaño, periodo vegetativo cuya duración va entre 90 a 120 días. Es recomendable usar variedades tempranas cuando la temperatura son de poca duración y usar variedades tardías en lugares de mayores periodos o de temperatura más prolongadas, las mismas que ofrecen mayores rendimientos (Ttito, 2018).
- c) Reproducción del cultivo: se trata de planta monoica, tiene flores unisexuales, con una predominancia las flores masculinas, con respecto a la polinización es indirecta o alogámica mediante la intervención de los insectos, por lo general las abejas. Las flores se abren a medida que el sol aumenta su calor y cerrándose en el mismo día las corolas: mientras dure la florescencia debe evitarse las aspersiones con insecticida durante horas para no matar insectos polinizadores. La germinación de este cultivo es epigeo, la semilla germina en momentos de oscuridad, emergiendo a la superficie en periodo de 5 a 8 días después de la siembra (Ttito, 2018).
- d) Sistema radicular: tiene un sistema radicular extenso y maderablemente profundo, las raíces laterales son superficiales; la pivotante puede llegar hasta 1 metro y las secundarias con un crecimiento lateral que puede llegar hasta 2 metros (Ttito, 2018).
- e) Tallo principal: Según (Ttito, 2018), la sandía está conformada por un eje primario y por un conjunto de ramificaciones de primer y segundo orden, asimismo los tallos se extienden y están provistos de zarcillos con desarrollo tipo rastrero, cuando la planta tiene de 5 a 8 hojas verdaderas, los tallos principales producen brotes de segundo nivel a partir de las axilas de las hojas, en cuanto a las brotaciones secundarias, luego nacen brotes terciarios y así sucesivamente, hasta que la planta cubre entre 4 a 5 m².

Los tallos son herbáceos, verde intenso, con pilosidades, de movimiento rastrero, trepador, con zarcillos bífidos y trifidos (Reyes, 2001).

- f) Hojas: el tipo de hojas son partidas con segmentación redondeada, comprenden de 3 a 5 lóbulos que se insertan altamente a lo largo del eje principal, subdividiéndose estos lóbulos en diminutos, muestra profundas entalladuras que no llegan a nervio principal, características de las hojas pinnatipartidas, de forma oblongadas. En las hojas axilares nacen zarcillos bífidos y trifidos sirviendo de elementos fijadores por su contacto (Rodríguez, et al, 2018).
- g) Flor: se trata de una planta monoica, con floración machos y hembras de color amarilla, son de tipo solitarias, pediculares y axilares, de modo que facilita la polinización de los insectos. Se sabe que estas flores nacen por debajo de las hojas y en las ramificaciones. Asimismo las hojas iniciales que aparecen son masculinas, luego aparece las hojas femeninas, y flores con los dos sexos, las flores masculinas muestran 8 estambres, y se encuentran formando 4 grupos filamentosos (Reyes, 2001).
- h) Frutos: son oblongos, lobulares de tamaño y color variado, cuyo peso va entre 2 a 20 kilos, de sabor agradable, rosado claro, rojizo, amarillo, etc. Aquí se encuentran las semillas. Las semillas tienen un tipo de alar en el extremo más angosto con una viabilidad entre 4 a 9 años (Reyes, 2001).

Requerimientos climáticos y edáficos

Clima: los factores climáticos en forma conjunta influyen en este o en cualquier cultivo, la sandía requiere climas cálidos con temperaturas entre los 17 y 38 °C, luminosidad arriba de 12 horas de radiación solar, es sensible a las heladas y días fríos, la humedad del ambiente debe ser superior a los 76% (Ttito, 2018).

Altitud: entre 0 a 400 msnm, a mayores alturas se puede cultivar siempre y cuando, se considere la época de siembra y las condiciones de temperatura sean cálidas (Huerres et al., 2014) y Benacchio (2012).

Latitud: con referencia a la ubicación norte y este, para establecimiento del cultivo (Huerres et al., 2014).

La temperatura: se recomienda que las óptimas deben oscilar entre 21 a 35 °C y las máximas 40 grados °C, es importante considerar que rangos muy alejados como 20 a 30 °C, se originan desequilibrios en la planta (Huerres et al., 2014).

Tabla 1.***Temperaturas críticas en las distintas fases fenológicas sandía***

Daños por Temperaturas		T/0 °C
Germinación:	Máxima	15 °C
	Óptima	25 °C
	Máxima	45 °C
Floración:	Óptima	18 – 20 °C
Desarrollo:	Óptima	23 – 28 °C
Detención del Desarrollo (Crítico)		<16 a >35 °C
Maduración del Fruto (Óptimo)		23 – 24 °C

Se sabe que la sandía injertada, aumenta la resistencia a factores adversos de frío y calor, en cuanto a la HR (%) óptima para la sandía se sitúa entre 60 a 80%, siendo un elemento clave la humedad en la época de floración. La sandía no es muy exigente al tipo de textura del suelos, aunque le va muy bien en suelos con buena aireación y con una predominancia por suelos francos arenosos, más del 4% de materia biológica (Huerres et al., 2014). Según (Barandas, 2014), se puede cultivar en temporal con precipitaciones de 400 a 1200 mm, asimismo no se debe sembrar a humedades o precipitaciones que superen los 600 mm, ya que estaría expuesta muchas enfermedades fungosas. De preferencia se debe sembrar bajo sistema de riego presurizado, siendo el periodo crítico del cultivo desde la fructificación hasta inicio de la maduración Benacchio (2012). Cuando la evapotranspiración oscila de 5 a 6 mm/día, puede agotarse el agua disponible en suelo entre un 40 a 50% (Doorenbos et al., 2014).

Humedad ambiental: El cultivo prefiere un ambiente relativamente seco, siendo observables que el cultivo prospera mejor bajo condiciones de un medio húmedo intermedio Benacchio (2012).

Luz: Requiere una adecuada intensidad de luz, la sombra es factor que disminuye la eficiencia fotosintética, reduciendo el rendimiento del cultivo, afectando la acumulación de azúcares (Huerres et al., 2014).

Textura del suelo: prefiere suelos ligeros, franco arenoso, con buen drenaje, los suelos limosos arenosos son considerados muy buenos para el cultivo, asimismo se ha observado que los suelos de textura pesada los rendimientos del cultivo son bajos, y los frutos suelen ser agrietados (Doorenbos et al., 2014) y Benacchio (2012).

Fotoperiodo: la sandía, se adapta duración de día sin limitaciones, sin embargo se sabe que la floración se inicia en menor número de días cuando el fotoperiodo es de 12 horas comparado con días largos (Huerres et al., 2014).

Profundidad del suelo. Requiere un mínimo de 35 a 50 cm de espesor del suelo, que es la donde se sitúa la parte radical activa y extrae mayor cantidad de agua (Doorenbos et al., 2014).

Salinidad: La sandía es semi sensible a las sales, la disminución del rendimiento se asocia a la salinidad, o sea (0%: para una conductividad eléctrica de 3,5, dSm/m², 10% para 3.3 dsm/m², 25% para 4.4 dSm/m², 50% para 6.3 dSm/m², y 100% para 10 dSm/m² (Doorenbos et al., 2014).

Potencial de hidrogeno (pH⁺). Cuyos valores oscilan entre 5.5. y 6.5, con una tolerancia de acidez, pero no alcalinidad (Doorenbos et al., 2014) y Castaños (2013).

Pendiente: debe ser menor al 2% para cultivo mecanizado y menos de 4% en semi mecanizado (JICA, 2015).

Calidad de semilla: existen 2 tipos de sandías, las diploides o con semilla llamado cultivo tradicional y las sin semilla (Ttito, 2018).

Los frutos: pueden ser alargados: Klondike y Charleston Gray, los redondos Crimson Sweet, Resistent, Sugar Baby, Dulce Maravilla o Sweet Marvell y Early Star, y las triploides o sin semillas: Reina de Corazones, Apirena, Jack y Pepsin (Ttito, 2018).

2.2.3. Practicas agronómicas del cultivo

Preparación del suelo: esta práctica integra una serie de labores como es limpieza del campo, acondicionamiento y mullido del terreno, manejo de variables del clima como es temperatura del suelo, manejo de la humedad y aireación del terreno labor que le da condiciones para una mejor emergencia de planta, mejor enraizamiento. Asimismo control de malezas, plagas y enfermedades, conservación de la estructura del suelo, distribución del recurso hídrico.

Una buena preparación del terreno comprende las siguientes labores:

Chipeo: triturar y desmenuzar los restos de cultivo de la campaña anterior o las malezas con más de 50 cm de altura para facilitar el pase de otros implementos. Todo estos desvares o despuntes, trituración se hace con 10 días antes del barbecho de manera manual o mecánico dependiendo del fin del terreno o tamaño del mismo (Ttito, 2018).

Barbecho: consiste en romper la capa arable entre unos 20 a 30 cm de profundidad, cuyo fin es airear el suelo, dar condiciones físico, químico y biológicos a la capa arable, ello aumentara la fertilidad del suelo, controla plagas, facilita el ingreso de agua al suelo, proceso hace sin quemar la malezas, Esta actividad es antes de sembrar (Ttito, 2018).

Rastreo: consiste en mullir o triturar el suelo, hacer una buena cama de siembra, se hace 2 pases el primero 15 días antes del barbecho y el segundo entre dos a un día antes de la sembrar de forma cruzada (Ttito, 2018).

La nivelación: se pasa un marco nivelador, un pedazo de riel o de madera jalada por el tractor al momento del segundo pase de la rastra, su fin eliminar desniveles (Ttito, 2018).

Siembra e instalación del cultivo de sandía

Se puede decir existen 3 momentos de la siembra en función a la textura, topografía del terreno.

Siembra e instalación del cultivo de sandía

Época de siembra tempranas: Del 15 de noviembre a 14 de diciembre en suelos arenosos y con pendiente mayor de 3%, Intermedias: del 15 de diciembre al 14 de enero en suelos arcillosos suelo franco y bien drenado. Tardías: del 15 de enero al 04 de febrero e incluso drenaje deficiente (Ttito, 2018), para retardar algunas enfermedades como chamuscos se emplea la siembras tempranas, las Medias favorecen la reducción de pulgones y virus, además por razones de precios de mercado. (Ttito, 2018). Asimismo en caso de selva peruana se debe realizar después de la venida o vaciada del rio esto ocurre entre febrero y abril y una segunda siembra entre julio y octubre (Ttito, 2018).

Método y densidad de siembra: la distancia debe ser: 3 m entre surco y 1,5 m por hilera, el número de semillas por golpe es entre 1 a 3, con una profundidad 3 a 5 cm, en suelo húmedo, y de 5 a 7 cm en suelo seco. De acuerdo a la variedad, cultivar o híbrido se necesita 475 a 959 g de semillas/ha. Se hará el primer aclareo cuando la planta tenga 3 hojas verdaderas, dejando 2 a 3 plantas/planta, un segundo aclareo ocurre cuando la planta tiene guías, para finalmente dejar 1 plantas/golpe con una población de 3 733 plantas/ha (Ttito, 2018).

Fertilizante y abono: la sandía prefiere suelos ricos en elementos en materia orgánica, profundos, tipo silicio arcillosos, los suelos arcillosos no son aptos para este cultivo, en la etapa vegetativa es susceptible al exceso de humedad (Ttito, 2018). Es medianamente tolerante a la salinidad, prefiere suelos ligeramente ácidos o neutros con pH+ (6 y 7,5), además el cultivo es susceptible a la deficiencia de nutrientes (Ttito, 2018).

Abonos orgánicos empleados en el cultivo de sandía:

Abonos naturales: la forma de mejorar la fertilidad del suelo (físico, químico y biológico), ayudan a la formación de la estructura del suelo, siendo una excelente fuente nutricional para la planta y de la biota del suelo (Perez, 2020). Se emplea como aporte de fondo, aplicándose un mes antes de la siembra en terrenos sin acolchado de arena y durante el acolcha miento entre sus funciones más destacadas de los abonos orgánicos: mejora la estructura del suelo y aumenta la fertilidad.

Abonos minerales: cuyo aporte se basa diversos elementos como fertilizantes: Potasio, Nitrógeno, Fosforo, Calcio, Magnesio, micronutrientes: Manganeso, Hierro, Zinc, Boro, Molibdeno y Cobre (Ttito, 2018).

Tabla 2

Etapa fenológica de la sandia

Germinación	Inicio de emisión se guías	Inicio de floración	Plena Flor	Inicio de cosecha	Términos d cosecha
5 – 6	18 – 23	25 – 28	35 - 40	40 - 71	90 – 100

Fuente: (Ttito, 2018).

Variedad Santa Matilde F1: Es una fruta rayada, precoz que inicia la producción a los 75 días después del trasplante y 90 días después de la siembra (modalidad que empleo en el proyecto: trasplante). La planta es vigorosa con amplia cobertura foliar. De acuerdo al vigor muestra una 70% a 90% de calibre de primera, con peso que oscila entre 14 a 16 kilos, en cuanto a color de la pulpa es de “tono rojo intenso”, muy buena dulzura con 13 a 14 brix., la población hectárea recomendada es en promedio 5 000 plantas, tiene un potencial medio de 100 toneladas/ha, se debe dejar solo 2 frutos/planta, para un periodo de 100 a 110 días (Seminis, 2018). La variedad santa Matilde ha mostrado ser rustica a cambios de climáticos, ciclo medio a precoz, frutos oblongos, alargados, cascara verde rayadas clara, crocante, muy dulce, firme, ausencia de corazón hueco, muy uniforme y con resistencia a *antracnosis* raza 1 y *Fusarium sp* Wilt raza1, puede llegar a producir entre 16,18 y 21,76 toneladas por hectárea (Seminis, 2018).

Calibre de la fruta: el calibre de las sandias se determina el peso, el mismo que debe ser como mínimo 1 kilogramo y no exceder los 2 kilos y las frutas más ligeras 6 kilos.

Tabla 3: Calibre de la fruta

Tamaño	Peso (g)
Grande	3501 y más
Mediano	2000 a 3500
Pequeño	Hasta 2000

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia (2020).

Para todas las categorías un 10%, en número de sandias que no responden al calibre indicado pero que se sitúan de un límite de 1 kg a más, Reglamento CE No 1862/2004.

2.2.4. Microorganismos eficientes: los M.E. empleados en la agricultura, son estimuladores biológicos que desdoblán los nutrientes de la M.O y materia sintética, está conformada por una diversidad de bacterias anaeróbicas y aeróbicas que fijan nitrógeno (Sy et al, 2001), son fotosintéticos, además bacterias del ácido láctico, levaduras Bejarano y

Delgadillo, 2007)., de acuerdo a formulacion comercial se tiene mas 80 especies entre bacterias y hongos que viven simbiosis con los cultivos fijando nitrogeno y otros nutrientes para la planta(Tanya y Leiva-Mora, 2019) y (Su et al, 2017).

2.2.5. Acción de los microorganismos eficientes

Las bacterias ácido láctico BAL. Tienen diversas aplicaciones donde se aprovecha procesos como la fermentación de los alimentos como la leche, carne o vegetales que son desdoblados para aprovechar el nitrógeno que estos microorganismos producen y bien se puede usar en procesos de la nitrificación de los cultivos agrícolas (Torres y Meza, 2015). Asimismo en los generos de bacterias coco y bacilos gram + se han encontrado razas que producen y desdoblan nitrogeno en la producción de nitrógeno por sus cualidades que reducen el nitrato NH_4 a nitrito NH_3 (Anguiano et al., 2017). Souza et al., 2015), este grupo de bacterias incluye a *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. casei*), *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* (*S. lactis*) y *Pediococcus* han sido aislados de alimentos y bebidas fermentadas que ademas ser fijadoras de nitrogeno tienen efectos antagonicos contra diversas enfermedades fitopatogenas del suelo asociado a reacciones con la disminucion de pH^+ y la produccion de peptidos con la actividad microbiana. Biologicamente se trata de microaerofilicas que desarrollan con 5% de CO_2 , tienen un crecimiento lento que depende de temperaturas medias de 30 °C, lo constituye una ventaja para ser usadas en muchas zonas agricolas (Agudelo et al., 2015).

Bacterias fotosinteticas: destaca las (*Rhodospseudomonas palustris*) y (*Rhodobacter sphaeroides*), son autotrofos facultativos, se producen en exudaciones de las raices de la planta (Sy, et al, 2001), constituyen un interesante grupo de los microorganismos eficientes, ej, *R. palustris* es capaz de producir aminoacidos, acidos organicos, hormonas, vitaminas y azucares que favorecen el desarrollo de la planta, *R. sphaeroides* fija nitrogeno, sintesis de tetrapirales, clorofilas y vitamina B12(Luna y Mesa, 2017).

Microbiota del suelo: comprende los microorganismos reguladores biologicos en la nitrificacion y reparacion del suelo y que viven en simbiosis con el cultivo(Orbe, 2017), constituido por hongos y bacterias del suelo (FAO, 2016) y (González-García et al., 2021). Actinomicetes: constituidos por bacterias filamentosas que tienen similitud a los hongos, presentes en suelo, pueden ser de vida libre, destacan por la solubilización de la pared celular, componente de plantas, insectos, hongos, etc, su importancia es la contribucion a la formacion de compost y del suelo destacando *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* (Vurukonda et al., 2018), muestran capacidad antagonica contra hongos

fitopatogenos, siendo los principales compuestos antagonicos enzimas hidrolíticas extracelulares (quitinasas y β -1,3-glucanasa) Chaurasia et al., 2018).

Hongos fermentadores: contribuyen en proceso de la mineralización del carbono organico del suelo (Yang et al., 2017). especies: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp y *Mucor hiemalis* Wehmer. *A. oryzae*, caracterizan por ser microscópicos, aeróbico y filamentoso. Con respecto al genero *Penicillium*. Se caracteriza por ser degradador de lignina y celulosa, presente en ecosistemas tropicales por su capacidad de secretar enzimas extracelulares(El-Gendy et al., 2017). En el mismo grupo se clasifica *Trichoderma* sp, saprofito presente en todas las altitudes con alta capacidad enzimática para degradar sustratos, el microparasitismo, la antibiosis y la inducción de resistencia (Horwath, 2017) las que se usa para una agricultura regenerativa.

2.2.6. Del producto comercial usado en la investigacion

De acuerdo con la biotecnología de M.E. (Bioem, 2020), se sabe que *Methylobacterium* se viene trabajando desde los años 80 del siglo 20, siendo un producto contribuyente del grupo de organismos eficientes que ha revolucionado el mercado y se ha convertido en una excelente oportunidad para la produccion de cultivos agricolas organicos.

Methylobacterium: se trata de una bacteria que promueve el crecimiento en las planta y cultivos, fijadora de nitrogeno simbiotica, con capacidad de aumentar la produccion del cultivo, bajo condiciones adversas, influye positivamente en el crecimiento de plantas y tiene el potencial reductor de estrés por efecto de sales, limitando las infecciones por enfermedades por hongos tipo *Phytophthora infestans* (Grossi et al., 2020).

Pascual, et al (2020). Muestra que el nitrógeno atmosférico N_2 se convierte en NH_4^+ , mediante procesos enzimáticos, permite a la planta la metabolización directa de aminoácidos de manera constante en toda la fenología del cultivo. Asimismo Equiza (2021), usa el bioestimulante Blue-N, y manifiesta que no fue posible lograr positivamente sustituir en su totalidad al abono nitrogenado mineral, por lo que este trabajo se centra en el análisis de ambos estudios con relación a la eficiencia de *Methylobacterium*.

2.3. Definiciones de terminos basicos

- **Características agronómicas.** Entre las variables elegidas para la investigación se ha considerado (tamaño de planta y grosor de raíces, tallos, hojas, frutos), los cuales se les

denomina parámetros biométricos para un determinado cultivo (Soriano-Melgar et al 2020).

- **Grado de Influencia.** Se trata del nivel de efecto causado por el empleo *Methylobacterium symbioticum* sobre los órganos de la planta tomados como variables en estudio (Rodríguez, 2016).
- **Ingrediente activo.** Materia activa que permite el control de plagas y enfermedades presentes en el cultivo de sandía entre otras hortalizas (Vademécum, 2020).
- **Nutrición vegetal.** Comprende los nutrientes de tipo orgánico e inorgánico que recibe la planta, que les permite cumplir sus funciones vitales durante todas sus etapas fenológicas. (Soriano-Melgar et al, 2020).
- ***Methylobacterium symbioticum* SB23.** Bacteria del grupo de las gram(-), endófito y fotosintética adaptada y con capacidad de fijar N₂ atmosférico (Rodríguez-Cárdenas(2018).) y Sy et al. (2001).
- **Eficiencia.** es la capacidad adquirida por los microorganismos *Methylobacterium* para desdoblar los nutrientes aplicados o presentes en suelo agrícola y para el caso de la presente investigación se expresará en porcentaje.
- **Rendimiento de sandía.** Cantidad de frutos en kilogramos por hectárea, para medir su rentabilidad.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

H₁: El efecto de la dosis *Methylobacterium symbioticum* SB23, influye en la mejora para las **características morfológicas, producción y rendimiento** en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.

2.4.2. Hipótesis específica

- El efecto de la dosis de *Methylobacterium symbioticum* SB23, influye en las **características morfológicas** de cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.
- El efecto de la dosis *Methylobacterium symbioticum* SB23, influye en las **características de fruto** en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.

- El efecto de la dosis de *Methylobacterium symbioticum* SB23, en las características **productivas y rendimiento** en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.

2.5. Operacionalización de variables

Ver Tabla 4

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23 (Independiente).	Bacteria nitrificante para diversos cultivos	Dosis del <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23 que influenciará sobre características agronómicas del cultivo de sandía.	Dosis de <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23: 250, 300, 333, 400 g cil ⁻¹	g
Cultivo de sandía (Dependiente).	Planta dicotiledónea, cucurbitácea, herbácea, áspera, rastrera, piloso con zarcillos axilares y hojas con 5 lóbulos profundos, flores masculinas, femeninas, color amarillo, unisexuales; las flores femeninas con gineceo de 3 carpelos, y masculinas con 5 estambres; frutos grande, carnosos y jugosos	Las características agronómicas fueron influenciadas por la dosis de <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23 empleada en el cultivo.	Emergencia(%) de planta Longitud de tallo/planta Diámetro de tallos/planta N° de frutos/planta Diámetro polar de frutos Diámetro ecuatorial de frutos Peso de frutos/planta Rendimiento (kg ha ⁻¹).	Unidades mm cm (kg ha ⁻¹).

Fuente: Espinoza (2019).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Gestión del Experimento

3.1.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la zona de:

- Departamento : Lima
- Provincia : Huaura
- Distrito : Santa María
- Coordenadas :
11° 12' 06.3" S
77° 32' 42.9" W
- Altura : 83,00 m.s.n.m.

3.1.2. Características del área experimental

A. Descripción del área de investigación

- Largo total : 30,00 m
- Ancho total : 24,00 m
- Área total del experimento : 720,00 m²
- Total de bloques : 4
- Total de tratamientos + testigo : 5
- Total de unidad experimental : 5x4= 20
- Largo de la unidad experimental : 6,00 m
- Ancho de la unidad experimental : 6,00 m
- Área de la unidad experimental : 36,00 m²
- N° de plantas por parcela experimental : $(36 \text{ m}^2)/(1,5 \text{ m} * 2 \text{ m}) = 10$ plantas
- Distanciamiento de siembra entre surco : 1.50 m
- Distanciamiento de siembra entre planta : 2.00 m
- Muestra total : (100 plantas)

Los materiales e insumos que se utilizaron:

Materiales de campo:

- Libreta de Campo
- Fichas de evaluación

- Lapiceros
- Lampas
- Rafia
- Wincha
- Cordel
- Letreros
- Cal

Insumos:

- Insecticidas
- Fertilizantes
- Foliars
- Aminoácidos
- Fungicidas
- Materia orgánica

Equipos:

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Mochila de fumigar manual
- Motobomba de fumigar manual
- Balanza digital capacidad 30 kg
- Vernier digital

Los análisis del terreno se aprecian en la tabla 5. la textura del suelo fue de tipo: arenosa franco, de formación tipo aluvial, cuyo ($\text{pH}^+ : 6,8$); la ($\text{C.E.} : 0,88 \text{ dS m}^{-1}$), los valores reportados según el análisis para el nivel de M.O es considerado muy bajo (Nitrógeno: 1,2%), con Fósforo disponible es alrededor de ($5,2 \text{ mg kg}^{-1}$) clasificado rango medio, y el Potasio disponible presenta valores alto ($210,63 \text{ mg kg}^{-1}$) encontrándose dentro del rango expuesto por (Jaramillo, 2002 y Alvarado, 2016), en ciencia de suelos manifestado por (Horwath, 2017) con relación a la eficiencia y el rol de los microorganismos sobre la degradación de los nutrientes del suelo.

Tabla 5*Análisis de caracterización del suelo*

Análisis	Resultado	Calificación
Textura de suelo	Arena 65%	Franco
	Limo 20%	arenoso
	Arcilla 15%	
pH+	6,8	Neutro
Conductividad eléctrica	0,88 dS m ⁻¹	Ligeramente, Salino
Materia orgánica	1.2 %	Bajo
Fosforo disponible	5,2 mg kg ⁻¹	Bajo
Potasio disponible	210,63 mg kg ⁻¹	Alto

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, agua y fertilizante (Donoso – Huaral).

3.1.3. Tratamientos

En la tabla 6, se aprecia los tratamientos empleados con diferentes dosis de los microorganismos eficientes fijadores de nitrógeno del género (*Methylobacterium sp*), cuya función principal es fijar Nitrógeno en plantas igual o diferente a cultivos de leguminosos.

Tabla 6*Tratamientos con diferentes dosis de Methylobacterium symbioticum SB23*

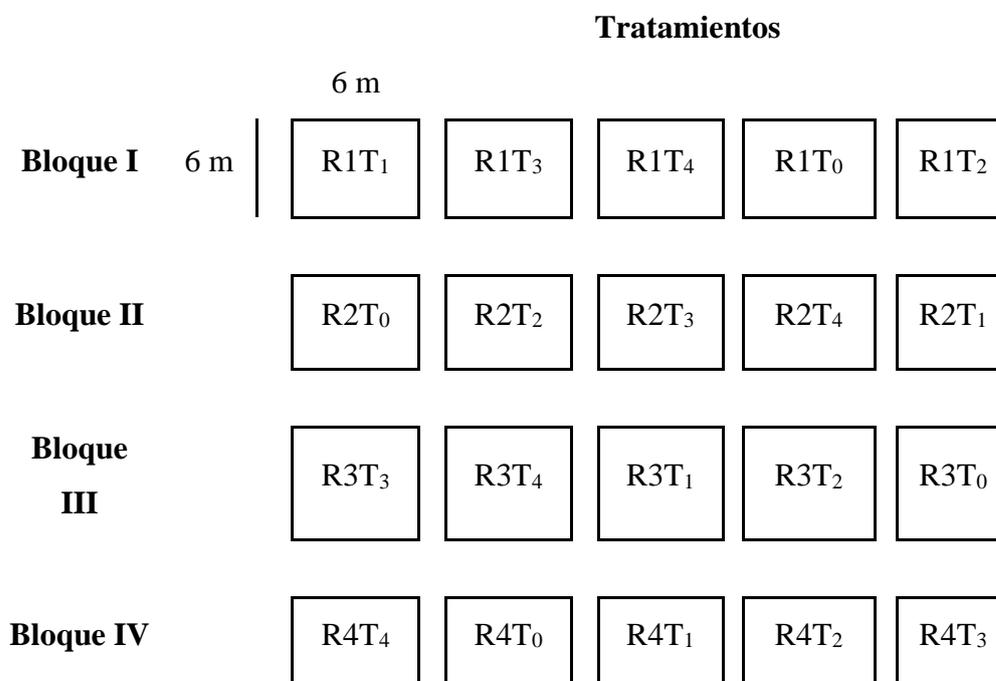
Clave	Dosis (g ha ⁻¹)
T1	250,00
T2	300,00
T3	333,00
T4	400,00
T0	Testigo

En la tabla 7, se muestra la distribución “ croquis del campo experimenta” , apreciándose la ubicación de los tratamientos y bloques; en total comprende 4 tratamientos y un testigo, ordenados al azar, con 4 bloques y repeticiones para cada tratamiento, que constituyen un total de 20 unidades experimentales.

Croquis del campo experimental

Tabla 7

Distribución de los tratamientos



Leyenda:

- T0: 0,00 g ha⁻¹ (testigo)
- T1: 250,00 g ha⁻¹
- T2: 300,00 g ha⁻¹
- T3: 333,00 g ha⁻¹
- T4: 400,00 g ha⁻¹

3.1.4. Diseño experimental

El estudio uso, un diseño Completos al Azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 bloques.

Con relacion al analisis de la informacion obtenida mediante el desarrollo del cultivo de sandia fue usando el estadístico *Infostat versión 20*, para el análisis y validacion estadistica de resultados fue mediante el ANOVA ($\alpha = 5\%$) y, la prueba de comparación multiples las de medias *Scott-Knott* (al 95%) de significancia.

Tabla 8*Análisis de varianza individual del diseño bloques completos al azar*

Fuente de Variación	gl	SC	CM	Fcal	Sig
Bloque	b-1 = 3	SCBloq	CMBloq	CMBloq/CMe	ns
Tratamiento	t-1 = 4	SCTrat	CMTrat	CMtrat/CMe	*
Error	(b-1)(t-1) = 12	SCe	CMe		
Total	bt-1 = 19	SCtotal			

Obs: (ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

Para el Modelo Aditivo Lineal:

La ecuación es denominada, modelo de las medias de acuerdo con (Pimentel–Gomes, 1990).

Una forma alternativa de escribir un modelo de datos se define por:

$$Y_{ij} = \mu + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, n$$

De tal modo que la ecuación se convierte en:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + b_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, n$$

En cuanto al modelo, μ es constituye un parámetro común para todos los tratamientos al que se le denomina “media global”, y τ_i es un parámetro único del tratamiento i-ésimo, comprende el efecto de la dosis i-ésimo, b_j es el efecto de j enésimo Bloque j-esimo. En este sentido la ecuación también se considera un modelo de efectos

$$i = 1, 2, \dots, \text{tratamientos}, \quad j = 1, 2, \dots, \text{bloques}$$

3.1.5. Variables a evaluar

Variable Independiente: Dosis de *Methylobacterium symbioticum* SB23 (BlueN).

Variable Dependiente: Se tendrá en cuenta los siguientes parámetros biométricos:

- Longitud de tallo/planta,
- Diámetro de tallos/planta,
- Número de hojas/planta,
- Número de botones florales/planta,
- Número de frutos/planta,
- Diámetro de frutos,
- Peso de frutos y
- Rendimiento por hectárea.

En la presente investigación se empleó una población de 300 plantas, en todo el área experimental y la muestra representativa será de 4 plantas por unidad experimental, donde se evaluará cada parámetro biométrico del cultivo de sandía variedad Santa Matilde.

Fórmula para determinar la muestra representativa:

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

n: Número de muestra = 186 plantas

Z: Nivel de confianza 95% (1,96)

σ : Desviación estándar (0,5).

e: Error de muestra 5% (0,05)

N: Población = 300 plantas

Muestra: 100 plantas

Las variables evaluadas motivo de la presente investigación: se ha considerado las etapas de crecimiento del cultivo de la sandía, la emergencia de semillas, las evaluaciones fueron a los 15 días después de la siembra y la toma de datos para el área foliar A.F. fue antes de la floración con el (80% de flores), y en cuanto al rendimiento de cosecha: se consideró el diámetro de frutos, peso de frutos, número de frutos por planta, la materia verde de planta total, el número de frutos por planta y la materia verde y materia seca de la cosecha y planta, asimismo la cosecha fue en dos etapas (semana 1, 2). Asimismo los resultados han considerado

los valores de las plantas evaluadas del surco central de cada unidad experimental U.E. con el fin de reducir errores de la información obtenida.

Se evaluaron las siguientes variables:

- **Emergencia (%)**. Para la presente evaluación pertinente a la emergencia de semillas, se llevó a cabo a los 15 días después de haberse sembrado el cultivo en campo definitivo, asimismo esta etapa se evaluó considerando el momento de entresaque y resiembra plantas.
- **Largo de las plantas (cm)**. La evaluación fue previa a la cosecha 1, primeramente se eligió un total de 5 plantas al azar del surco central, se midió con ayuda de una cinta métrica para medir la longitud desde el ápice hasta el cuello de las raíces de la planta
Momentos previos a la cosecha en la semana 1, se eligió un total de 05 plantas al azar, con ayuda de una cinta métrica se midió la longitud desde ápice de la planta hasta el cuello de la raíz.
- **Diámetro de tallos (cm)**. Las mediciones se ejecutaron a la cosecha semana 1 y semana 2, se seleccionaron un total de 5 plantas del surco central, luego se promedió los resultados para unidad, bloque y tratamiento y registro la información, para su análisis y evaluación correspondiente.
- **Área foliar del cultivo/planta**. Para obtener la información pertinente se ha considerado el ancho y largo de las hojas, asimismo esta práctica se llevó a cabo en momentos que la planta tenía un 80% de floración, asimismo para tomar las medidas se han tomado 2 plantas de los surcos centrales, se realizó en conteo de las hojas totales y obtuvo un promedio, los datos se registraron en las cartillas de evaluación y expresaron en centímetros por planta. Para la obtención del área foliar se empleó fórmula matemática con constante de corrección para el cultivo de cucurbitáceas: fórmula empírica del área ($L \cdot A = A_2$), asimismo el factor de corrección ($F_c = 0,75$) de acuerdo a lo reportado por (Álvarez et al., 2012), quien manifiesta que para encontrar el área foliar en arboles de bosque se puede usar la correlación de Pearson para R^2 , Asimismo se pasó en verde y luego se extrajo la humedad de las hojas en la estufa a 85 C por 24 horas, para posteriormente determinar la materia seca.
- **Diámetro ecuatorial de los frutos (cm)**. La toma de datos fue momentos de cosecha 1 y 2. para frutos elegidos de las plantas del surco central previamente marcadas para la evaluación, asimismo con el vernier se tomó medidas para el diámetro ecuatorial, a la altura

del centro del fruto o tercio medio, luego se registra la información para la evaluación pertinente.

- **Diámetro polar del fruto (cm).** La toma de datos fue momentos de cosecha 1 y 2. para frutos elegidos de las plantas del surco central previamente marcadas para la evaluación, asimismo con el vernier se tomó medidas para el diámetro polar, a la altura del largo parte central del fruto, luego se registra la información para la evaluación pertinente.
- **Número de frutos por planta.** Se llevó a cabo un total de 2 recojo en la semana 1 y 2, cuando la planta se encontraba entre los 95 y 125 días después de la siembra, se contabilizo los frutos totales y promedio para cada semana de las cosechas, expresando frutos por planta, por unidad, por tratamiento y por hectárea.
- **Peso de fruto (kg).** con ayuda de la balanza digital se pesó en kilos, los frutos obtenidos en la cosechados semana 1 y semana 2, de los surcos centrales por planta, luego se ordenó y registró la información de los resultados obtenidos, de acuerdo a cada unidad experimental, bloque y tratamientos.
- **Rendimiento de fruto (kg ha^{-1}).** Con la información de las pesadas obtenidas para tratamiento y bloque, se ordenó el peso de los frutos, registro la información para luego analizarla en *infostat 20*.
- **Peso de materia seca (kg ha^{-1}).** Primeramente se llevaron a cabo pesadas de plantas en su totalidad, 2 plantas por cada unidad experimental al momento de la cosecha semana 1, luego se llevó estufa a 85 grados por un periodo de 24 horas, extraída la humedad se registró la información y luego se procesó dicha información.

3.1.6. Conducción del experimento

- **Características del cultivo.** La investigación se realizó en el cultivo de sandía variedad Santa Matilde, siembra a campo abierto, cuya densidad de siembra fue de 1,50 m. entre surco y 2,00 m. entre planta, se probó la dosis apropiada de la bacteria *Methylobacterium* para evaluar su aporte como fijadora de nitrógeno.
- **Limpieza del área experimental.** Se efectuó la limpieza del campo, sacando plantas atípicas o malezas del campo de cultivo, Se llevó a cabo la limpieza de rastrojos, malezas, plantas que no constituían el cultivo, desechos del cultivo anterior presentes en campo.
- **Delimitación del área experimental.** Con la ayuda de un cordel de nylon y membretes de identificación, se delimitaron y señalaron las parcelas experimentales,

de acuerdo a las dimensiones de cada parcela y sus respectivos tratamientos, de acuerdo al croquis experimental.

- **Preparación del terreno.** La preparación del terreno consistió: en realizar la limpieza y despaje de malas hierbas del campo, mediante un movimiento del suelo apoyado por maquinaria agrícola, como arado, restra y niveladora, luego delinear acequias y camellones o surcos, aplicar materia orgánica (3 kilos de compost por planta). Finalmente aplicó riego de machaco y para dejar hasta llegue a capacidad de campo o momento apto para la siembra. Previamente a esta actividad se aplicó un riego pesado con una demanda aproximada de una lámina 200 mm por hectárea, luego ya el campo en capacidad de campo, se llevó a cabo un pase de arado de vertedera, un pase de rastra, posteriormente se niveló el campo, surco para siembra correspondiente.
- **Siembra.** La siembra fue mediante trasplante, la variedad usada fue santa Matilde cuyas características se trata de una semilla adaptada a la zona, con excelente rendimiento, previo a la siembra (vivero y luego en campo definitivo), se desinfecto la semilla con *Acephate* a razón de 4 gramos por kilo se semilla para insectos y *Benomyl* con una dosis de 4 gramos por kilo se semilla para hongos del suelo como *Rizoctonia* y Fusarium, en cuanto al número de semillas por hoyo fue de 2 a 3, se sembró a una profundidad de 3 a 4 cm, a los 15 días se evaluó la emergencia de plantas y ala ves se hizo entresaque de plántulas., en cuanto a la población total de plantas para el experimento fue de 300 total y la muestra fue de 100 plantas.
- **Riegos.** Se aplicó un sistema de riego por goteo, por tratarse de un suelo franco arenoso, la frecuencia de riegos ocurrió cada al inicio cada 2 días, luego se fue alejando la frecuencia a 3 a 4 días, actividad que estuvo limitada por los factores clima. En total se utilizó, alrededor de 4 500 m³ por hectárea. Además, se tuvo en cuenta la calidad del agua: pH⁺, Conductividad eléctrica (dS/m²) y la cantidad coliformes totales. Los riegos usados en el experimento fueron ligeros con periodos de 1 a 2 horas de riego, mojando el bulbo tal de las raíces a lo largo de la cinta de riego, el momento crítico de riego ocurrió entre el periodo de floración y el inicio de llenado de frutos.
- **Aplicación de *Methylobacterium symbioticum* SB23.** Esta bacteria se aplicó de manera foliar y al cuello de la planta, labor que se realizará en la primera vez (14 días

después del trasplante) y una segunda aplicación a los 30 días después de la primera aplicación, respetando el protocolo según la ficha técnica.

- Se instalaron cinco tratamientos conformados por la dosis de *Methylobacterium*., cuyas concentraciones (250, 300, 333 y 400) g ha⁻¹ y un control con 0,00 g ha⁻¹ productos, *Methylobacterium* sb23 se puede encontrar comercialmente, y para efecto del estudio se aplicó a los 15 y 30 días después de la siembra, de manera de inyección líquida al cultivo, para actividad la materia orgánica compost previamente aplicado al suelo, previamente a la aplicación se llevó a cabo pesadas de las dosis en balanza analítica para gramos y en función a la demanda de producto por hectárea. Asimismo en el campo se aplicó fertilizantes sintéticos al cultivo, en cuanto a la dosis de fertilizante usada fue 80-50-60 NPK en kg ha⁻¹. En cuanto a las fuentes usadas fueron sulfato de amonio, fosfato di amonio y sulfato de potasio más materia orgánica y la bacteria motivo del presente estudio.
- **Manejo fitosanitario.** El manejo y cuidado del terreno, debido a la susceptibilidad de la planta de sandía a múltiples enfermedades: *Botrytis* (*Botrytis cinerea*), *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phyitium*, *Phithophtora*, *Verticilium*, *Oidium*, *Cercosporium*, *Mildiu* y plagas como: *Diaphania*, *Melitia*, *Trips* sp, *Erinnyis* sp, *Bemicia* sp, *Prodiplosis*, Acaros: *Tetranychus urticae*), Nematodos: *Meloidogyni* sp, *Globosporera* , y los Virus: (BCMV, LMV, PTV), para el control fitosanitario se aplicó manejo integrado del cultivo MIP, para plagas y enfermedades de acuerdo a las recomendaciones (Portella - Vilca, et al, 2022) y Tinoco (2020).
- Con respecto a las plantas observadas en el cultivo, fueron gusanos de tierra como *Feltia*, *Agrotis*, *Botinos* sp, mosca blanca, perforadores de botones flores, cuyo control fue a base de MIP, trampas amarillas, blancas y melazas, trampas de luz y como última opción se aplicó Cipermetrinas a una concentración de 0,25%, aceite agrícola y Abamectinas, para la presencia de hongos como *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phyitium* se usó Benomyl al 0, 25%.

Deshierbo. Se realizó dos deshierbas, los mismos que fueron de manera manual lo más recomendada en cucurbitáceas y por ser un espacio pequeño, cultivo muestra susceptibilidad al efecto y acción de herbicida sintéticos; y además, no disponía de un herbicida para este tipo de cultivo y, con la finalidad de eliminar malezas (hoja angosta y ancha), las mismas que crecen alrededor de las plantas de sandía. Esta actividad se hace para evitar la competencia entre la maleza y el cultivo por nutrientes, agua entre otros factores que interactúan para el desarrollo de la planta,

asimismo esta labor permite reducir hospederos de plagas y enfermedades (Portella - Vilca, et al, 2022).

- **Manejo de guías.** El tamaño de guías de acuerdo al tipo de cultivo (determinado) y por la variedad, para ellos se debe llevó a cabo poda de guías terminales y manejo de guías fruteras (Portella - Vilca, et al, 2022).
- **Cosecha:** Se realizó de acuerdo a los indicadores de cosecha para frutos de sandía maduros: cáscara y piel dura y con presencia de mancha basal, al partir los frutos transversalmente se muestra una coloración rojo intenso, color, aroma, % azúcar más 12 a 14%. El momento de la cosecha fue aproximadamente a los 95 y 120 días después de la siembra, en total fueron dos cosechas 1, 2 con intervalos de 20 días.

3.2. Técnicas para el procesamiento de la información

La información obtenida de la evaluación y la observación directas, fueron registradas considerando las variables dependientes con relación a las características agronómicas y características de fruto: tamaño de planta, peso, diámetro de frutos, rendimiento por hectárea entre otros que se evaluaron. Luego de registrada la información fue trabajada en tablas Excel, para luego ser sometidas a evaluaciones y análisis mediante el software estadístico *Infostat Ver. 20*, donde se determinó el ANOVA ($\alpha > 5\%$), y la prueba de comparaciones múltiples de medias mediante *Scott Knott* ($\alpha > 5\%$).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Características evaluadas para el experimento:

4.1.1. Porcentaje de Emergencia

En la Tabla 9, de acuerdo a los hallazgos para el Análisis de varianza (ANOVA: 005) para la Emergencia (%) de las semillas de sandía variedad “Santa Matilde”, de acuerdo a los hallazgos no se apreció diferencia significativa tanto en tratamientos y en los bloques del experimento.

En cuanto a las medias generales de Emergencia para las semillas alcanzó un 84,65% con un coeficientes de variabilidad CV = 2,59%, el mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 9

Análisis de la varianza para la Emergencia (%) de plantas

Fuente						
Variabilidad	SC	gl	CM	Fcal	p-valor	C.V (%)
Tratamientos	25,300	4	6,330	1,320ns	0,320	2,59
Bloques	25,750	3	8,580	1,790ns	0,200	
Error	57,500	12	4,79			
Total	108,550	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

En concordancia con los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$), en la prueba de comparación múltiple, Tabla 10, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos y de igual manera para bloques (ns). Los valores fueron entre 82,50 cm y 85,8 centímetros respectivamente.

Tabla 10

Prueba de Scott-Knott al 5% para emergencia (%) de plantas

Methylobacterium (g ha ⁻¹)	Porcentaje emergencia	Sig.
250	85,750	a
333	85,250	a
300	85,000	a
400	84,750	a
Testigo	82,500	a

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

4.1.2. Diámetro de la base del tallo (cm)

En la Tabla 11, de acuerdo a los hallazgos de la varianza para el diámetro de la planta a la altura de la base del tallo, los tratamientos muestran diferencia significativa entre ellos.

Con respecto a las medias para el diámetro de la base de tallo, en promedio alcanzó 2,83 centímetros con un C.V. de 2,00%, el mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 11

Análisis de la varianza para el diámetro de la base del tallo (cm)

Fuente						
Variabilidad	SC	gl	CM	Fcal	p-valor	C.V (%)
Tratamientos	0,740	4	0,180	57,83**	0,0000	2,00
Bloques	0,010	3	0,000	1,11ns	0,384	
Error	0,040	12	0,000			
Total	0,790	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

De acuerdo a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$), en la prueba de comparación múltiple, Tabla 12, se aprecia que todos los tratamiento en estudio fueron diferentes al testigo, las dosis de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ tiene comportamiento similar entre sí, superando a las dosis de 250 g ha⁻¹ y al testigo (2.400 centímetros). Los valores promedio fluctuaron entre 2,51 y 3,02 cm para los tratamientos en cuestión.

Tabla 12

Prueba de Scott-Knott al 5% para el diámetro de la base del tallo (cm)

Methylobacterium (g ha ⁻¹)	Diámetro de tallo	Sig.
400 g	3,020	a
333 g	2,960	a
300 g	2,950	a
250 g	2,710	b
Testigo	2,510	c

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

4.1.3. Longitud con relación a la distancia entre plantas (cm)

En la Tabla 13, de acuerdo a los hallazgos para el análisis de la varianza para el desarrollo de la longitud entre planta, encontrándose diferencia significativa para los tratamientos.

Las medias generales con respecto al desarrollo de la longitud entre planta fue de 89,90 centímetros, cuyo coeficiente de variabilidad CV: 6,93%, el mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 13

Análisis de la varianza para la distancia(cm) entre plantas

Fuente	SC	gl	CM	Fcal	p-valor	C.V (%)
Tratamientos	796,300	4	199,07	5,13	0,010	6,93
Bloques	68,200	3	22,73	0,59	0,640	
Error	465,300	12	38,77			
Total	1329,800	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

De acuerdo a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$), en la prueba de comparación múltiple, Tabla 14, se ha encontrado diferencias significativas entre los tratamientos para Longitud entre plantas, las dosis 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ por hectárea muestran igual comportamiento entre si y además superaron a la dosis de y 300 g ha⁻¹ y testigo. Los valores oscilaron entre 81,00 y 98,750 centímetros para tratamientos evaluados.

Tabla 14

Prueba de Scott-Knott al 5% para la distancia(cm) entre plantas

Methylobacterium (g ha ⁻¹)	Longitud de la planta	Sig.
400 g	98,75	a
333 g	94,00	a
300 g	90,75	a
250 g	85,00	b
Testigo	81,00	b

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

4.1.4. Longitud con relación a la distancia entre surcos (cm)

En la Tabla 15, de acuerdo a los hallazgos de la varianza para el desarrollo de la longitud entre surcos, se aprecian diferencias significativas en todos los casos para tratamientos en cuestión.

El promedio general para el desarrollo de la longitud entre surcos fue de 288,30 cm para las dosis que usaron *Methylobacterium* frente al testigo que alcanzó 260,50, asimismo el coeficiente de variabilidad de 1,29%, el mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 15

Análisis de la varianza para la distancia(cm) entre surcos

Fuente						
Variabilidad	SC	gl	CM	Fcal	p-valor	C.V (%)
Tratamientos	2209,3	4	552,33	40,74**	0,000	1,29
Bloques	98,8	3	32,93	2,43ns	0,120	
Error	162,7	12	13,56			
Total	2470,8	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

De acuerdo a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$), en la prueba de comparación múltiple, en la Tabla 16, se ha encontrado diferencias significativas entre los tratamientos para Longitud entre surcos, las dosis 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ por hectárea fueron similares estadísticamente y a la vez superiores a todos los demás tratamientos en cuestión.

Tabla 16

Prueba de Scott-Knott al 5% para la distancia(cm) entre surcos

Methylobacterium (g. ha ⁻¹)	Longitud entre surcos(cm)	Sig.
400 g	297,50	a
333 g	292,75	a
300 g	286,25	b
250 g	277,00	c
Testigo	268,50	d

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

4.1.5. Área foliar (m²) de la planta

En la Tabla 17 de acuerdo a los hallazgos de la varianza ANOVA ($\alpha=0,05$) para el Área foliar (m²) de la planta, el estudio muestra diferencias significativas entre los tratamientos en comparación con el testigo. La media general para el Área Foliar (AF%) de la sandía, que usaron *Methylobacterium* alcanzaron en promedio 2,663 m² con relación al control con

2,170 m², de la misma manera el coeficiente de variabilidad CV: 6,40%, el mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 17

Análisis de la varianza para el Área foliar(m²) de la planta

Fuente	SC	gl	CM	Fcal	p-valor	C.V (%)
Tratamientos	1,49	4	0,370	13,790*	0,000	6,4
Bloques	0,07	3	0,020	0,870ns	0,480	
Error	0,32	12	0,030			
Total	1,88	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

De acuerdo a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$), en la prueba de comparación múltiple, Tabla 18, muestra que existe diferencias significativas para el Área foliar (m²) de la planta con respuesta a tratamientos y control, de igual manera las dosis de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ mostraron similitud estadística y a la vez diferente a la dosis de 250 g ha⁻¹ y el testigo. Las medias entre tratamientos alcanzaron valores de: 2,17 m² y 2,94 m² de área foliar respectivamente.

Tabla 18

Prueba de Scott-Knott al 5% para el Área foliar (m²) de la planta

Methylobacterium (g ha ⁻¹)	Área foliar	Sig.
400	2,940	a
333	2,750	a
300	2,600	a
250	2,360	b
Testigo	2,170	b

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

4.1.6. Diámetro polar(cm) de fruto

En la Tabla 19, de acuerdo a los hallazgos, el ANOVA($\alpha=0,05$), para el diámetro polar(cm) de los frutos, se apreció diferencias significativas para tratamientos. Las medias generales respecto al diámetro polar (cm) para fruto, alcanzó valores de 37,68 cm, y un coeficiente de variabilidad C.V. igual a 3,16%, frutos cosechados semana 1, 2. Valores similares a lo

manifestado por Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 19

Análisis de la varianza para diámetro (cm) polar de fruto

Fuente	SC	gl	CM	Fcal	p-valor	C.V (%)
Tratamientos	53,24	4	13,310	9,400*	0,000	3,16
Bloques	1,41	3	0,470	0,330ns	0,800	
Error	16,99	12	1,420			
Total	71,64	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

De acuerdo a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$) en la prueba de comparación múltiple, Tabla 20, se encontraron diferencia significativa para tratamientos para las cosecha 1 y 2. Asimismo se aprecia que el tratamiento de 400 g ha⁻¹ alcanzó un diámetro polar de 39,97 cm, y la dosis de 333 g ha⁻¹ que alcanzó un diámetro polar de 39,050 cm, mostrando similares entre ambos, y además se puede ver que superaron estadísticamente a los demás tratamientos incluido el testigo cuyo diámetro polar fue 35,46 cm.

Tabla 20

Prueba de Scott-Knott al 5% para diámetro (cm) polar de frutos a la cosecha

<i>Methylobacterium</i> (g ha ⁻¹)	Diámetro polar de frutos	Sig.
400	39,970	a
333	39,050	a
300	37,280	b
250	36,630	b
Testigo	35,460	b

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

4.1.7. Diámetro ecuatorial (cm) de fruto

De acuerdo a los hallazgos de la varianza ANOVA ($\alpha=0,05$) para el diámetro ecuatorial (cm) en fruto de sandía, en la Tabla 21, se muestra hallazgos para los tratamientos, apreciándose que existe diferencias significativas.

Las medias generales encontradas con relación al Diámetro ecuatorial (cm), de fruto alcanzó 23,65 cm, con un coeficiente de variabilidad de 3,11%. El mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 21

Análisis de la varianza para diámetro ecuatorial (cm) de fruto a la cosecha

Fuente	SC	gl	CM	Fcal	p-valor	C.V (%)
Tratamientos	28,150	4	7,04	13**	0,000	3,11
Bloques	1,000	3	0,33	0,62ns	0,620	
Error	6,490	12	0,54			
Total	35,640	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

Según los análisis con *Scott-Knott* ($\alpha=0,05$) en la prueba de comparación múltiple %, Tabla 22, se encontraron diferencia significativa en las dosis o tratamientos estudiados en comparación con el testigo. De igual manera se observa que el diámetro de frutos al momento de la cosecha con dosis usadas de 400 g. ha⁻¹ alcanzó (25,03 cm), 333 g. ha⁻¹ (24,69 cm) y 300 g. ha⁻¹ (23,94 cm) son similares estadísticamente y a la vez diferentes a los tratamientos 250 g. ha⁻¹ (22,7 cm) y al testigo (21,9 cm).

Tabla 22

Prueba de Scott-Knott al 5% para diámetro ecuatorial (cm) de fruto a la cosecha

Methylobacterium (g. ha ⁻¹)	Diámetro ecuatorial de fruto	Sig.
400	25,030	a
333	24,690	a
300	23,940	a
250	22,700	b
Testigo	21,900	b

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

4.1.8. Peso de por hectárea (kg)

De acuerdo a los hallazgos del ANOVA ($\alpha=0,05$) para el Peso de fruto en kilos por hectárea, Tabla 23, se encontró diferencias significativas para los tratamientos de las dosis evaluadas.

Las medias generales que se observan para hallazgos del Peso de fruto en la cosecha semana 1 fue de 73 382,05 kg para tratamientos con *Methylobacterium* frente al testigo que alcanzó 59 398,88 kilos y el coeficiente de variabilidad fue 8,91% y para la cosecha de la semana 2 el promedio de tratamientos con *Methylobacterium* fue 9 625,28 kg frente al testigo (8 099,85 kilos) y un Coeficiente variabilidad fue 9,00%. El mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 23

Análisis de la varianza para Peso de fruto (kg ha⁻¹), momento de la cosecha

Fuente	Semana 1				Semana 1		
	Variabilidad	gl	CM	Fcal	p Valor	CM	Fcal
Tratamientos	4	313772111,760	7,940	0,000	5834605,390	0,000*	0,000
Bloques	3	137236797,560	3,470	0,050	2551923,840	0,050ns	0,040
Error	12	39512711,590			734740,490		
Total	19						
CV			8,91%			9%	

ns: no significativo; **: significativo al 0,05 de probabilidad

Según los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$) en la prueba de comparación múltiple, Tabla 24, los tratamientos de las dosis de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ fueron iguales entre ellos y al mismo tiempo estadísticamente superior, a todos los demás tratamientos y testigos para las semanas 1 y 2 .

Tabla 24

Prueba de Scott-Knott al 5% para Peso de fruto (kg ha⁻¹), momento de la cosecha

Methylobacterium (g ha ⁻¹)	Semana 1		Semana 2	
	Medias	Sig.	Medias	Sig.
400	81032,130	a	11049,840	a
333	76403,610	a	10418,670	a
300	72093,050	a	9830,870	a
250	63999,420	b	8727,190	b
Testigo	59398,880	b	8099,850	b

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

4.1.9. Peso del fruto (kg)

De acuerdo a los hallazgos del ANOVA($\alpha=0,05$) el Peso de fruta en kilos, Tabla 25, se aprecia que existieron diferencias significativas para tratamientos y bloques del estudio.

Las medias generales observado con relación al Peso de fruto al momento de la cosecha fue 9,14 kilos/fruto en promedio para tratamientos usaron *Methylobacterium* frente al testigo (8,21 kilos/fruto) y el coeficiente de variabilidad fue 4,45%. El mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 25

Análisis de la varianza para Peso en kilos por fruto, momento de la cosecha

Fuente Variabilidad	gl	CM	Fcal	p Valor	CV(%)
Tratamientos	4	1,79	11,16**	0,000	fue 4,45
Bloques	3	1,01	6,33*	0,010	
Error	12	0,16			
Total	19				

Según los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$) en la prueba de comparación múltiple, Tabla 26, los tratamientos que usaron dosis de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ con valores de 9,71 kilos, 9,40 kilos y 9,29 kilos respectivamente fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes a las demás dosis y testigo.

Tabla 26

Prueba de Scott-Knott al 5% para Peso(kg) por fruto en tratamientos, momento de la cosecha

Methylobacterium (g. ha ⁻¹)	Peso promedio por fruto	Sig.
400	9,71	a
333	9,40	a
300	9,29	a
250	8,36	b
Testigo	8,21	b

Tabla 27

Prueba de Scott-Knott al 5% para Peso (kg ha⁻¹) de fruto en bloques, momento de la cosecha

Bloques	Peso promedio por fruto	Sig.
IV	9,40	a
II	9,32	a
III	8,81	b
I	8,44	b

4.1.10. Números de frutos/planta (cosecha 1 y cosecha 2)

En la Tabla 28, De acuerdo a los hallazgos del ANOVA($\alpha=0,05$) para el número de frutos/planta cosecha 1 y 2, se aprecia diferencias estadísticas altamente significativas para las dosis de los tratamientos en estudio. Las medias generales muestran un total de 2,308 frutos/planta, y con el coeficiente de variabilidad CV: 4,75%. En la misma tabla, se muestra el análisis de varianza respecto al número de frutos/planta a la etapa de cosechas 1 con un total medio de (2,34 frutos por planta) frente al testigo (2,17 frutos por planta) y para la cosecha 2 (0,325 frutos por planta) frente al testigo (0,28 frutos por planta). De igual manera los CV: en la semana 1 fue de 3,85% y para la semana 2: 5,66% respectivamente. El mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 28

Análisis de la varianza para Número de frutos por planta: cosechas 1 y 2

Fuente Variabilidad	Cosecha 1				Cosecha 2		
	gl	CM	Fcal	p Valor	CM	Fcal	p Valor
Tratamientos	4	0,030	3,750*	0,030	0,000	8,970*	0,000
Bloques	3	0,000	0,600ns	0,630	0,000	0,680ns	0,580
Error	12	0,010			0,000		
Total	19						
CV			3,85			5,66	

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

De acuerdo con los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha=0,05$) en la prueba de comparación múltiple, Tabla 29, respecto al número de frutos por planta, los tratamientos muestran valores significativos en las semanas (1 y 2) en comparación al testigo, cuyos valores fueron: dosis 333g ha⁻¹ (2,38 frutos/ planta), 400 g ha⁻¹ (2,37 frutos/planta) superiores a los demás tratamientos y testigo.

Tabla 29

Prueba de Scott-Knott al 5% para Número de frutos por planta a la cosecha 1 y 2

Methylobacterium (g ha ⁻¹)	Cosecha 1		Cosecha 2	
	Medias	Sig.	Medias	Sig.
333	2,38	a	0,35	a
400	2,37	a	0,32	b
300	2,33	a	0,32	b
250	2,29	a	0,31	b
Testigo	2,17	b	0,28	c

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

4.1.11. Números frutos acumulado (cosecha 1 + cosecha 2)

En la Tabla 30, De acuerdo a los hallazgos del ANOVA($\alpha=0,05$) para el número de frutos en el acumulado de las (cosecha 1 + cosecha 2), se muestra diferencias significativas entre dosis o tratamientos en estudio. Las medias generales encontradas fueron de 2,63 frutos/planta, con un coeficiente de variabilidad de 5,66%. El mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 30

Análisis de la varianza para Número de frutos por planta (cosecha 1 + cosecha 2)

Fuente Variabilidad	SC	gl	CM	Fcal	p Valor	CV
Tratamientos	0,190	4	0,050	5,160*	0,010	5,66
Bloques	0,010	3	0,000	0,530ns	0,670	
Error	0,110	12	0,010			
Total	0,320	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

Con relación a los hallazgos de los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$) en la prueba de comparación múltiple en la Tabla 31, para número de fruto (cosecha 1 + cosecha 2), todos los tratamientos fueron similares entre ellos y mostraron diferencias significativas comparados con el testigo, cuyos valores fueron: de 2,61 a 2,72 kilos por planta frente al testigo que obtuvo una media de 2,45 frutos por planta.

Tabla 31

Prueba de Scott-Knott al 5% para Número de frutos por planta en tratamientos a la cosecha (cosecha 1 + cosecha 2)

Methylobacterium (g ha ⁻¹)	Número frutos por planta	Sig.
400	2,72	a
333	2,70	a
300	2,65	a
250	2,61	a
Testigo	2,45	b

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

4.1.12. Producción de materia seca (kg ha⁻¹)

De acuerdo a los hallazgos del ANOVA($\alpha=0,05$) con respecto a la producción de materia seca en kilogramos por hectárea, Tabla 32, se apreciaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y bloques en estudio

La media general muestra que el peso para la Materia Seca fue de 7 882,8 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variabilidad de 4,43%. El mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 32

Análisis de la varianza para Materia Seca (kg ha⁻¹) en cosecha

Fuente	SC	gl	CM	Fcal	p Valor	CV(%)
Tratamientos	12196304,5	4	3049076,12	25,05**	0,000	4,43
Bloques	1812709,52	3	604236,51	4,96*	0,020	
Error	1460667,65	12	121722,3			
Total	15469681,6	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

De acuerdo a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$) en la prueba de comparación múltiple, Tabla 33, con relación a cantidad de materia seca encontrada en los tratamientos, las dosis de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ siendo similares en ellos, y con diferencias estadísticas frente a las demás dosis de los tratamientos y el testigo. Los valores oscilaron entre 6 695,10 y 8 784,40 kg ha⁻¹ respectivamente.

Tabla 33

Prueba de Scott-Knott al 5% de Materia seca (kg ha⁻¹), total a la cosecha

Methylobacterium (g ha⁻¹)	Materia Seca	Sig.
400	8784,40	a
333	8474,70	a
300	8192,65	a
250	7267,00	b
Testigo	6695,10	b

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

De acuerdo la hallazgos para la prueba de comparaciones múltiples del *Scott-Knott* al 5% en la Tabla 34, para la producción de materia seca (kg ha⁻¹), para bloques, se aprecia que los bloque IV y II son similares y los bloques I y III son similares entre ellos y diferentes a los demás respectivamente.

Tabla 34

Prueba de Scott-Knott al 5% de Materia seca (kg ha⁻¹) para bloques total a la cosecha

Bloques	Materia Seca	Sig.
IV	8222,34	a
II	8137,78	a
III	7637,64	b
I	7533,32	b

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

4.1.13. Rendimiento (kg ha⁻¹)

En la Tabla 35, De acuerdo a los hallazgos del ANOVA ($\alpha=0,05$), para el rendimiento del cultivo, mostraron diferencia significativa para las dosis usadas como tratamiento. Con relación a la media general, se aprecia que el rendimiento promedio alcanzó 78 811,37 kg ha⁻¹, con C.V de 4,43%. De igual manera se aprecia que hubo significancia estadística a la etapa de la cosechas de frutos para tratamientos en cuestión, cuyos valores fueron significativo. Igualmente el coeficiente de variabilidad para la cosecha fue 4,40%. El mismo que según Pimentel–Gomes (1990), se encuentra en un rango de aceptabilidad en este tipo de estudios.

Tabla 35

Análisis de la varianza para rendimiento (kg ha⁻¹), cosecha

Fuente Variabilidad	SC	gl	CM	Fcal	P Valor	CV
Tratamientos	1219260193	4	304815048	25,05**	0,000	4,4
Bloques	181281661	3	60427220,4	4,97*	0,020	
Error	146014322	12	12167860,2			
Total	1546556176	19				

(ns): no significativo; (*): significativo al 0,05 de probabilidad

Con respecto a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha= 0,05$) en la prueba de comparación múltiple, Tabla 36, los tratamientos de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹, fueron superiores estadísticamente con relación a los demás tratamientos, cuyos valores fueron: 400 g ha⁻¹(8 7821,73 kilos), 333 g ha⁻¹ (8 4734,75 kilos) y 300 g ha⁻¹(81 909,05 kilos) frente a la dosis 250 g ha⁻¹(81 909,05 kilos) y testigo (66 933,82 kilos).

Tabla 36

Prueba de Scott-Knott al 5% para rendimiento (kg ha⁻¹) en tratamientos a la cosecha

Methylobacterium (g ha⁻¹)	Rendimiento (kg ha⁻¹)	Sig.
400	87821,73	a
333	84734,75	a
300	81909,05	a
250	72657,48	b
Testigo	66933,82	b

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

Con relación a los análisis para *Scott-Knott* ($\alpha = 0,05$) en la prueba de comparación múltiple, en la Tabla 37 para Bloques se aprecia similitud bloque IV y II siendo superiores a los bloques III y I que muestra igualmente similitud.

Tabla 37

Prueba de Scott-Knott al 5% para rendimiento (kg ha⁻¹) en bloques a la cosecha

Bloques	Rendimiento (kg ha⁻¹)	Sig.
IV	82208,78	a
II	81359,96	a
III	76358,48	b
I	75318,24	b

CAPITULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los hallazgos de la investigación; mostraron que la Emergencia (%) de plantas de sandía en campo definitivo: los tratamientos en su conjunto, no expresaron diferencias significativas entre ellos y el testigo; cuyos valores fluctuaron entre 85,19% y 82,50% respectivamente. De acuerdo a lo encontrado, se deduce que el uso de microorganismos *Methylobacterium*., produjo un comportamiento similar al testigo, que se debería a un grado de influencia aproximado al efecto de la emergencia de semilla, hallazgos a los reportes en estudio de (Calero et al., 2019), que su investigación usó microorganismos eficientes E.M para el cultivo de *Lycopersicon esculentum* L. mediante el método de inoculación de semilla, encontraron respuestas significativas para los tratamientos que usaron (microorganismo fijadores de nitrógeno) en comparación el testigo(sin tratar) en variables de las caracterización y desarrollo de la fenología del cultivo, a excepción de la emergencia de plantas que fue no significativo, asimismo (Moran, 2021) realizó pruebas similares con fertilizantes de origen natural (enriquecidos con microorganismos (*Methylobacterium*) como complemento a la fertilización de E.M. para (*Cucúrbita pepo* L.) encontrando diferencias significativas para la microbiota en etapa de emergencia y desarrollo de la planta.

Del análisis relacionado al efecto de Características Morfológicas: respecto al Diámetro del cuello de planta, se encontró diferencias significativas estadísticamente, apreciándose como mayor respuesta las dosis usadas en los tratamientos de 400 g ha⁻¹ seguido de 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ que alcanzaron un diámetro de 3,02 cm, 2,96 cm, y 2,95 cm por planta respectivamente, frente al tratamiento 250 g ha⁻¹ (2,71 cm) y el testigo que alcanzó 2,51 cm por planta. Los resultados y el análisis reafirman que la hipótesis alternativa que emplearon *Methylobacterium* hubo influencia positiva con relación a la fertilización y nutrición, apreciándose incrementos positivamente sobre los órganos de crecimiento de la planta, para los hallazgos en las evaluaciones del diámetro de la planta, coincidiendo con los reportes de (Quesquén, 2020) quien manifiesta el efecto del uso de microorganismos *Methylobacterium* el cultivo de *Cinchona Officinalis*, cuyas respuestas muestran valores estadísticos significativos, para el crecimiento morfológico de la altura de planta, diámetro de planta, número de flores, área foliar y variables del rendimiento del cultivo en comparación con la respuesta del control, Las cepas con mayor producción de AIA sobre salieron A17, A21, C2, C4 y C22 con valores de 18.1, 15.6, 37.4, 20.5 y 34.8 ug mL⁻¹ respectivamente. Asimismo (Luna y Mesa, 2017) en su investigación para el uso de *Methylobacterium* usados como

inoculantes en semillas, muestra evidencias científicas validadas para la efectividad fijadora de nitrógeno en beneficio del cultivo, cuyo aporte se asocia a la agricultura regenerativa por ser restablecedores del equilibrio físico – químico del suelo y la planta.

Longitud de planta con relación al crecimiento con dirección surco y con relación a distancia entre planta y planta: para la distancia entre plantas, los tratamientos con las dosis de 400 g ha⁻¹(98,75 cm), 333 g ha⁻¹ (94,0 cm) y 300 g ha⁻¹ (90,75 cm) muestran diferencias significativas a los tratamientos con la dosis 250 g ha⁻¹(85,0 cm) y al testigo (81,0 cm). De igual manera los resultados para la distancia con relación a la distancia de plantas con relación al surco se aprecia que las dosis de 400 g ha⁻¹(297,50 cm) y 333 g ha⁻¹(292,75 cm) superaron a la dosis de 300 g ha⁻¹ (286,25 cm), 250 g ha⁻¹(277,00 cm) y al testigo (268,50 cm) respectivamente, respuestas que se aproximan a lo manifestado por Symborg(2019), Caballero (2023), Medina (2019) y Pascual et al. (2020). Respecto a los hallazgos del Área Foliar (cm), la información obtenida del área de hojas de las plantas previos ajustes matemáticos, muestran que las dosis de 400 g ha⁻¹(2,94 m), 333 g ha⁻¹ (2,75 m) y 300 g ha⁻¹ (2,60 m) fueron estadísticamente superiores a la dosis 250 g ha⁻¹(2,36cm) y al testigo (2,17 m) concordando los hallazgos de (Pérez y Quispe, 2020) y Symborg (2019).

De los hallazgos con referencia a las Características del Fruto: se aprecia que el Diámetro ecuatorial(cm) y polar(cm), cuya evaluación comprende a la fase de cosecha semanas 1 (95 días después de la siembra) y semana 2 (a los 125 días después de la siembra). Respecto al Diámetro polar, mostró diferencias significancias frente al testigo, siendo iguales estadísticamente entre sí: las dosis de 400 g ha⁻¹(39,97 cm) y de 333 g ha⁻¹ (39,05 cm) superando a las dosis de 300 g ha⁻¹ (37,29 cm), 250 g ha⁻¹ (36,63 cm) y testigo (35,46 cm). Con respecto al Diámetro ecuatorial mostró significancias estadística, siendo mayores las dosis de 400 g ha⁻¹, seguido de 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ cuyos valores fueron de 25,03 cm, 24,69 cm, y 23,94 cm respectivamente frente a la dosis del tratamiento de 250 g ha⁻¹ (22,7 cm) y el testigo (21,90 cm); resultados bastante cercanos a los hallazgos reportados por (Calero et al., 2019) y (Recharte, 2015), Pérez y Quispe (2020). De acuerdo Symborg(2019) quien manifiesta en su estudio que los Microorganismos Eficientes (*Methylobacterium*), en el cultivo de *Licopersicum sculentum*, manifiesta que el desarrollo del diámetro de frutos se relaciona con las reacciones microorganismos fijadores de nitrógeno (*Methylobacterium*); asimismo los hallazgos muestran incremento o ganancia para todas las variables agronómicas en cuestión apreciándose que a mayor dosis de *Methylobacterium* mejora la

eficiencia para aprovechamiento de nutrientes del suelo o de generación sintéticos en el cultivo de sandía.

Los resultados para las variables de producción y rendimiento: se aprecia que el peso de los frutos encontrados en la Cosecha 1 y la Cosecha 2: encontrándose que los tratamientos para la cosecha 1, muestran que las dosis de 400 g ha⁻¹ (81 032,130 kilos), seguido de 333 g ha⁻¹ (76 403,610 kilos) y 300 g ha⁻¹ (72 093,050 kilos) respectivamente superaron estadísticamente a las dosis de 250 g ha⁻¹ (63 999,420 kilos) y testigo (59 398,88 kilos). Y con respecto a la cosecha 2, se encontró que la dosis de 333 g ha⁻¹ (11 049,84 kilos), seguido de 400 g ha⁻¹ (10 418,67 kilos) y 300 g ha⁻¹ (9 830,87 kilos) superaron estadísticamente a las dosis de 250 g ha⁻¹ (8 727,19 kilos) y testigo (8 099,85 kilos). Asimismo con respecto al Número de Frutos para la Cosecha 1 y Número de frutos para la Cosecha 2: acumulando las cosecha 1+2 en promedio para tratamientos de 2,67 frutos por planta, siendo estadísticamente iguales todas las dosis empleadas con (*Methylobacterium*) y superior al testigo (2,45 frutos por planta). Evidencias de la influencia de los Microorganismos Eficientes contribuyen en las mejoras del medio o ambiente y asimismo favorecen la capacidad nutricional de la planta, para las características correspondientes al número de frutas/planta, encontrándose similitud a los resultados de investigación realizada por (Recharte, 2015), Pérez y Quispe (2020). Symborg(2019), igualmente los reportes de (Luna y Mesa, 2017) manifiestan haber encontrado que *Methylobacterium*; expresan incrementos en los rendimientos en cultivos diversos, por lo que sugiere hacer inoculación de (*Methylobacterium*) en cultivos de diversas familias; además considera que la aplicación debe ser directa, buscando el equilibrio y recuperación de los microorganismos del suelo, asociándolo a sostenibilidad agrícola. Por otro lado manifiesta que se debe evaluar los cambios en fisiología de planta, así como la adaptación y aclimatación ambiental. Esto nos permite deducir como se puede aprovechar estos factores en la producción del cultivo en estudio (sandía). Para la variable número de frutos por planta, los hallazgos estadísticos muestran valores de significancia estadística para los tratamientos con relación al testigo, aproximándose a los hallazgos reportados por (Rubio, 2022) y Symborg(2019), quienes manifiestan haber encontrado diferencias estadísticas en su estudio.

Los análisis de la Materia Seca, muestran diferencias estadísticas significativas para todos los tratamientos frente al testigo. Mostrando que los tratamientos que fueron tratados con las dosis de 400 g ha⁻¹ (8 784,4 kilos), 333 g ha⁻¹ (8 474,7 kilos) y 300 g ha⁻¹ (8 192,7 kilos)

fueron superiores a los tratamientos 250 g ha⁻¹ (7 267,0 kilos) y testigo (6 695,1 kilos) para la producción de Materia Seca respectivamente. Pérez y Quispe (2020) y Symborg(2019).

Con respecto a los hallazgos para el Rendimiento (Kg ha⁻¹); muestran diferencias significativas para todos los casos del acumulado de cosecha 1 y cosecha 2 usadas para los promedios generales de rendimiento por hectárea, siendo iguales los tratamientos que emplearon las dosis de 400 g ha⁻¹ (87 821,73 kilos), seguido de 333 g ha⁻¹(84 734,75 kilos) y 300 g ha⁻¹ (81 909,05 kilos) superando significativamente a los tratamientos que usaron las dosis de 250 g ha⁻¹ (72 657,48 kilos) y al testigo que alcanzó un total de 66 933,82 kilos por hectárea respectivamente, en concordancia con lo expuesto en sus hallazgos (Pérez y Quispe, 2020) y Symborg(2019), quienes consideran incorporar microorganismo eficientes, destacando el grupo de los *Methylobacterium* por su capacidad de fijar Nitrógeno, favorecen la actividad biótica del suelo, generando una mayor eficiencia para el aprovechamiento de nutrientes y fertilizantes del suelo y apoyarse en productos de tipo sintéticos para la planta, asimismo se corrobora la aproximación con diversas investigaciones relacionadas a M.E., Además concluye que la actividad fisiológica de las cucurbitáceas por efecto de la actividad microbiana (*Methylobacterium*) reduce el estrés de la planta y mejora la productividad de cultivo de las cucurbitáceas, (Cueto, 2018, Callisaya y Fernández, 2017), valores que se ven reflejados en un mayor rendimiento y calidad de frutos. Asimismo (Luna y Mesa, 2017), Pérez y Quispe (2020) y Symborg(2019), encontró diferencias significativas para el Rendimiento kg ha⁻¹, cuyos respuestas muestran incremento a partir del uso de *Methylobacterium* fijador de nitrógeno, en concordancia con (Álvarez et al., 2016), consideran la relación agro biótica en los M.E. en condiciones de semi protegido Organopónico, manifestando significancia estadística, de igual manera (Mayhua, 2014), evaluó microorganismos eficiente en cucurbitáceas(*Cucúrbita sp*) con respuestas significativas que muestra rendimientos 28,13 kg de peso del fruto en comparación con el control que obtuvo 26,78 kg. Finalmente, los resultados evidencian valores significativos en todo momento para tratamientos que usaron *Methylobacterium* en el cultivo de sandía.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Como resultado de la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- 6.1.1.** Los microorganismos *Methylobacterium symbioticum* SB23, mejoraron significativamente las características morfológicas, producción y rendimiento favoreciendo la eficiencia y aprovechamiento de fertilizantes y nutrientes para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, Huacho.
- 6.1.2.** Todas las dosis de *Methylobacterium symbioticum* SB23 empleadas en la investigación con fines de mejorar la fertilización y nutrición del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, fueron estadísticamente significativas para las variables longitud de planta, diámetro de la planta, área foliar, diámetro polar y ecuatorial, número de frutos, materia seca y rendimiento del cultivo, como lo corrobora el ANOVA($\alpha=5\%$) y la prueba de comparaciones múltiples Scott Knott($\alpha=5\%$) para todos los tratamientos en estudio.
- 6.1.3.** De acuerdo a los hallazgos, todas las dosis de *Methylobacterium symbioticum* SB23 empleadas en la investigación con fines de mejorar la fertilización y nutrición del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Santa Matilde, fueron estadísticamente significativas para las variables, para las variables correspondientes de rendimiento (diámetro ecuatorial y polar del fruto, número de frutos por planta, peso de los frutos), apreciándose que todos los tratamientos mostraron relevancia estadísticamente significativas en relación al testigo.
- 6.1.4.** En relación a los hallazgos, todas las dosis de *Methylobacterium symbioticum* SB23 empleadas con fines de mejorar la fertilización y nutrición del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) Santa Matilde, fueron estadísticamente significativas para las variables de las características productivas y rendimiento (peso por fruto, materia seca y rendimiento del cultivo) para todos los tratamientos frente al testigo.
- 6.1.5.** Las dosis de 400 g ha⁻¹, 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ fueron iguales estadísticamente y superiores al testigo en todo momento a excepción de la emergencia de planta.

6.2 Recomendaciones

- 6.2.1. La forma correcta del uso de *Methylobacterium*, es la semana 1 después de haber realizado la siembra directa o al momento del trasplante en caso de siembras indirectas, y luego a los 15 días después de haberse realizado la primera aplicación; para fortalecer el crecimiento y desarrollo de la sandía (*Citrullus lanatus* L.).
- 6.2.2. Se recomienda emplear la dosis de 400 g ha⁻¹ *Methylobacterium* como primera opción, seguido de la dosis de 333 g ha⁻¹ y 300 g ha⁻¹ de *Methylobacterium*., para el cultivo sandía (*Citrullus lanatus* L.), bajo condiciones agroclimáticas en la zona de del Paraíso, Santa María; por expresar mayor respuesta.
- 6.2.3. Se sugiere el uso de la bacteria *Methylobacterium*, en condiciones ambientales, con una adecuada dotación de compost y aireación y humedad en equilibrio previa evaluación, asimismo hacer análisis de las características físico y químico: pH⁺ (5,00 a 8,00), C.E. < (4 dS m⁻¹), PSI, materia orgánica y disponibilidad hídrica para el campo.
- 6.2.4. Se recomienda repetir este tipo de experimento con dosis diferentes de *Methylobacterium* en otros cultivos de importancia económica en la Región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1. Referencias Bibliográficas

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón – JICA (2015). Manual Técnico del Mejoramiento de la Producción y Procesamiento de Frutas Andinas. “*Estudio de desarrollo para la reactivación productiva y mitigación de la pobreza en la región Centro-Sur del Ecuador*”. Editorial Pacific Consultants International Naigai Engineering Co., LTD., Ecuador. 27P.
http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11814050_01.pdf
- Agudelo, N., Torres, M., Alvarez, C., y Velez, L. (2015). Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación en la industria de alimentos. *Alimentos Hoy*, 23 (36): 186-205. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/356>
- Alvarado, V. B. (2016). *Efecto de dos fertilizantes foliares en el rendimiento y calidad de Fragaria vesca L. var. Aromas en Quirihua, Laredo-Trujillo* (Tesis de pregrado). <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7481>
- Álvarez Y., Álvarez, E., Cano, J., y Suescún, D. (2012). Modelo Matemático para estimar área foliar en árboles del bosque tropical seco en el caribe colombiano. *Rev. Intropica* 7: 69– 79.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4866003>
- Anguiano, J. M., Anguiano, J., y Palma, J. M. (2017). Inoculación de sustrato con bacterias ácido lácticas para el desarrollo de plántulas de Moringa Oleifera Lam. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(2). 241:247. Recuperado 23 de marzo, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2079-34802017000200010
- Armada Rojas, A. J., Enciso-Maldonado, G., Rojas-Barrios, M., & Pedrozo, M. (2023). Efecto de la aplicación foliar de extractos de estevia y de microorganismos sobre el rendimiento de sandía var. Crimson Sweet. *Investigaciones Y Estudios - UNA*, 14(1), 78–84.
<https://doi.org/10.57201/IEUNA2313206>
- Bejarano, E. P., y Delgadillo, S. M. (2007). *Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de Bogotá*, "La Modelo" por medio de la

utilización de microorganismos eficientes (EM).

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1666&context=ing_ambiental_sanitaria

BIOEM (2021). Bioestimulantes Microorganismos Eficientes Guía de la Tecnología de EM: “Microorganismos eficientes”. Edit. EMPROTEC.

<http://www.bioem.com.pe/>

Caballero Cosme, S. R. (2023). *Efecto de aminoácidos en el rendimiento y calidad de sandía (Citrullus lanatus) cv. River Side ,bajo condiciones de costa central.* (Tesis grado, Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión).

<http://hdl.handle.net/20.500.14067/7536>

Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., Olivera, D., Peña, K., Castro, I. y Jiménez, J. (2019). Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 67-78.

Recuperado

de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352019000100067

Callisaya, Y., & Fernández, C. M. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Revista Boliviana Aphapi*, 3(3), 652–666.

http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S0102-03042017000300006&lng=es&tlng=es

Cueto, H. J. (2018). *Evaluación del crecimiento y productividad Cucurbita pepo L “zapallo italiano” bajo tratamientos con ácido húmico y biol.* (Tesis Grado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga), Ica, Perú.

<https://hdl.handle.net/20.500.13028/3110>

Chaurasia, A., Meena, B. R., Tripathi, A. N., Pandey, K. K., Rai, A. B., & Singh, B. (2018). Actinomycetes: an unexplored microorganism for plant growth promotion and biocontrol in vegetable crops. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 34 (9): 132.

<https://doi.org/10.1007/s11274-018-2517-5>

Chipa, L. (2012). *Evaluación de niveles de fertilización y densidad de siembra en tres variedades de zapallito italiano (Cucurbita pepo L.) en Santa Ana-La Convención* (tesis de pregrado).

<http://hdl.handle.net/20.500.12918/1125>

- De la Cruz, M. (2020). “Efecto de la aplicación de biofertilizantes para mejorar el rendimiento de zucchini (*Cucurbita pepo* L.)” (Tesis de pregrado). [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/DE%20LA%20CRUZ%20GONZALEZ%20MARCY%20YOMIRA_compressed\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/DE%20LA%20CRUZ%20GONZALEZ%20MARCY%20YOMIRA_compressed(1).pdf)
- Deza, S. y García, M- (2015). Identificación molecular de bacterias asociadas a la filosfera de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), mediante técnicas de cultivo microbiano. *Revista de investigación científica Manglar, Perú*. 12(1). Recuperado de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/32>
- Doorenbos, J; Kassam, A. (2014). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 33. FAO. Roma. 212 p.
- Equiza, I. (2021). *Optimización de nutrición nitrogenada en hortalizas de hojas crecidas en el sistema de hidroponía pura NGS: uso de inoculantes microbianos* (tesis de pregrado, Universidad Pública de Navarra), España. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/40369>
- El-Gendy, M. A., Al-Zahrani, H. M. & El-Bondkly, M. A. (2017). Construction of potent recombinant strain through intergeneric protoplast fusion in endophytic fungi for anticancerous enzymes production using rice straw. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 183 (1): 30-50. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12010-017-2429-0>
- Espinoza Freire, E. E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado*, 15(69), 171-180. Epub 02 de setiembre de 2019. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Félix, M. (2019). *Efecto de la fertilización potásica y cálcica en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* M.) bajo un sistema hidropónico* (tesis de pregrado, Universidad Agraria de la Selva), Tingo María, Perú. Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAS_52181a69214f6fc44e08e8aa9d91dacb/Details
- García, L. (2001). *Fertilidad y fertilización de suelo* Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua. 141 p.
- González-García, H., González, A. F., Pineda, M., Escalante-García, H., Rodríguez-Yzquierdo, G. y Soto-Bracho, A. (2021). Microbiota Edáfica en Lotes de Plátano con Vigor Contrastante y su Relación Con Propiedades del Suelo. *Bioagro* 33(2):
- Grossi, C., Fantino, E., Serral, F., Zawoznik, M., Fernández, D. y Ulloa, R. (2020). *Metilobacterium* sp. 2A es una Rizobacteria promotora del crecimiento de las

- plantas que tiene el potencial de mejorar el rendimiento de los cultivos de papa en condiciones adversas*. Fronteras en la ciencia de las plantas. 11 ,71 p.
- Gutiérrez, A. (2018). *Densidad de siembra en el rendimiento y calidad de sandía (Citrullus lanatis L) cv. Black Fire en el distrito de Cañete* (tesis de pregrado), Universidad Agraria La Molina, Perú. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3718>
- Horwath, W. R. (2017). *The role of the soil microbial biomass in cycling nutrients*. In: *Microbial Biomass: Terrestrial Biogeochemistry*. p. 41-66. https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9781786341310_0002
- Huerres, P.; Caraballo, N. (2014). *Horticultura*. Cuba. 130p. Benacchio, S. (2012). Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP Centro Nacional de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. Pp. 35-39.
- Humphrey, L. (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía (en línea)*. *Boletín INIA* (2):1-94. <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/02%20Manual%20Sandia.pdf>
- Jaramillo, D. F. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kato, Y., Asahara, M., Arai, D., Goto, K., & Yokota, A. (2005). Reclassification of *Methylobacterium chloromethanicum* and *Methylobacterium dichloromethanicum* as later subjective synonyms of *Methylobacterium extorquens* and of *Methylobacterium lusitanum* as a later subjective synonym of *Methylobacterium rhodesianum*. *The Journal of general and applied microbiology*, 51(5), 287–299. <https://doi.org/10.2323/jgam.51.287>
- Laguna, G. y Cruz, J. (2006). *Producción de semilla de pipián bajo estructuras protegidas*. INTA, san Isidro. 8 p.
- Lastra G. L. y Paucar I. M. (2023). *Evaluación del Blue-N (Methylobacterium symbioticum SB23) en la producción sostenible de papa (Solanum tuberosum L.) var. Única*. (Tesis pregrado, Universidad Nacional de Barranca), Perú. <file:///C:/Users/GERALDO%20PERU/Desktop/CICLO%202023%20%20I/ASESO>

[RADOS%20TESIS%202021%20a1%202023/INGA%20SALCEDO/MATERIAO%20INGA/content%20tesis%20barranca.pdf](https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/191/TP%20-%20UNH%20AGRON.%2000070.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Luna Feijoo, M. A., y Mesa, J. R. (2017). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>.
- Mayhua, W. (2014). *El efecto de tres enmiendas orgánicas más microorganismos efectivos en el rendimiento de Zapallo (Cucúrbita máxima) var. Macre en Huancavelica, Perú*. <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/191/TP%20-%20UNH%20AGRON.%2000070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montoya, E. E. C., Alcázar, M. M. V., Córdova, F. B. H., & Sánchez, J. C. J. C. B. (2020). Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos. *Sincretismo*, 1(1), 45-48. <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo/article/view/34>
- Medina, M., Ceja, L., López, S., Venegas J. y Sánchez, V. (2019). Efecto de *Methylobacterium extorquens* en el desarrollo del tomate en presencia o ausencia de *Fusarium oxysporum*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10(7): 1469:1479. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342019000701469&script=sciarttext>
- Moran Ibarra, A. R. (2021). *Respuesta a la aplicación de fertilizantes orgánicos en el cultivo de zucchini (Cucúrbita pepo L.)* (Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador). [Chrome extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORAN%20IBARRA%20ROSA%20ABIGAIL](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORAN%20IBARRA%20ROSA%20ABIGAIL).
- MIDAGRI (2020), Ministerio de Desarrollo Agrícola “*Reportes de cultivos diversos, hortalizas*”. www.minagri.com.pe
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia (2020). “Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos, comercio exterior”, Bogotá, Colombia. <https://catalogo.unipiloto.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12340>
- Matsum & Nakai (1916). *Citrullus lanatus* (Thunb.) in Gargominy O. TAXREF Version 4.3. SPN – Service du Patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/vqu>

- Mayhua, W. (2014). *El efecto de tres enmiendas orgánicas más microorganismos efectivos en el rendimiento de Zapallo (Cucúrbita máxima) var. Macre en condiciones de Casavi-Acobamba, Huancavelica, Perú* (tesis de pregrado). Lima, Perú.
<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/191/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mengel, K. y Kirkby, E. (2000). *Principios de Principios de Nutrición Vegetal*, 4ta. Edición 4ta. Edición en español, Inst. Intern. De la Potasa, Basilia, Suiza.
<https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/64-principios-de-nutricion-vegetal.pdf>
- Moroto, J. V. (2000). *Elementos de Horticultura General*. Ediciones MUNDI PRENSA. II, Edición. España.
<https://es.scribd.com/document/374075558/Elementos-de-Horticultura-General-J-Maroto#>
- Orbe, J. A. (2017). Evaluación de la eficiencia de Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano. (*Proyecto título de Ingeniero, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras*).
[.https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/06cae7cc-8b7e-4cc3-ae1b-d35b15e964a4/content](https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/06cae7cc-8b7e-4cc3-ae1b-d35b15e964a4/content)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2016). *Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad para la Alimentación y la Agricultura*, Editores y Revisión: Sub Dirección de Recursos Genéticos del Instituto INIA Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología – DRGB – SDRG: 2-32 p.
<https://www.fao.org/publications/card/es/c/5b46d7f8-3e02-4622-8c94-e36964f43bee/>
- Pascual, J., Ros, M., Martínez, J., Carmona, F., Bernabé, A., Torres, R. y Fernández, F. (2020). *Methylobacterium symbioticum* sp. nov., a new species isolated from spores of *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*. *Current Microbiology*, 77: 2031- 2041.
<https://doi.org/10.1007/s00284-020-02101-4>.
- Pimentel–Gomes, F. (1990). *Estatística experimental*. 13ª Edição, Editora Livreria Novel. S.A. Universidade de S. Paulo, Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Brazil.
<https://es.scribd.com/document/385254016/Curso-De-Estatistica-Experimental-PIMENTEL-GOMES-pdf>

- Peña, J., Grageda, O. y Vera, J. (2001). Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las Técnicas isotópicas (^{15}N). *Terra* 20:51-56 Irapuato, Guanajuato, México 18 p.
- Perez Marin, J. L. y Quispe Ascuña, W. J. (2020). Evaluación del rendimiento y la calidad en *Citrullus lanatus* “sandía” utilizando biol, en el caserío. (Tesis grado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia). <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/210>
- Portella - Vilca, G; Palomares - Anselmo, E. G; Sánchez - Calle, M. T; Campos - Julca, A. P. y Montemayor - Mantilla, J. M. (2021). Selección de variedades de cebolla amarilla para la costa central del Perú. *Revista Investigación Agraria*. 3(3): 30–36. DOI: <https://doi.org/10.47840/ReInA.3.3.1317>.
- Quesquén Esquen, N. J. (2020). Influencia de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en la aclimatación de plántulas de *Cinchona Officinalis*. Lambayeque – Perú. 2019. (Tesis, pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo), Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9862>
- Recharte, D. C. (2015). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum, mill*) en San Gabriel – Abancay*. (Tesis pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes), Abancay- Apurímac- Perú. <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/30/1/Tesis%20-%20Evaluaci%20de%20microorganismos%20en%20el%20cultivo%20de%20tomate.pdf>
- Reche, M. (1988). *La sandia: servicio de extensión agraria*. Ed. MUNDIPRENSA. Madrid, España. 75-79 p.
- Reyes, J. (2001). *Diccionario de biología*.: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Rubio, L. (2022). *Efecto del *Ascophyllum nodosum* (APU) sobre el rendimiento del cultivo de zapallito italiano (*Cucurbita pepo* L.)-Cajamarca* (Tesis de Pregrado). <https://hdl.handle.net/20.500.14074/4949>
- Rodríguez-Cárdenas, G. (2018). Efecto de *Methylobacterium* sp. Sobre la incidencia de y el rendimiento de minitubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) (tesis de postgrado). Instituto Politécnico Nacional. Michoacán, México. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24588>

- Rodríguez, G. (2016). *Efecto de Methylobacterium sp., sobre la incidencia de Rhizoctonia solani y el rendimiento de minitubérculos de papa (Solanum tuberosum)*, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR Unidad Michoacán. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24588/Tesis%20Gloria%20Cristina%20Rodr%C3%ADguez%20C%C3%A1rdenas.%20Methylobacterium%20Diciembre%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rodríguez, R. R., Valdés, R. M., y Ortiz, G. S. (2018). Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo Cucurbita sp. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 10(1), 86–97. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n1.2018.636>
- Salinas, J. (2015). Fertilización foliar en sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Peacock bajo condiciones controladas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 105p
- Seminis (2018). *Seminis vegetables sedes, Inc. Santa Matilde*. <http://www.seminis.mx/product/santa-matilde/430>.
- Souza, R., Ambrosini, A., & Passaglia, L. M. P. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Review Articles Genet. Mol. Biol.* 38 (4): 401-419. <https://doi.org/10.1590/S1415-475738420150053>
- Sy, A., Giraud, E., Jourand, P., Garcia, N., Willems, A., De Lajudie, P., Prin, Y., Neyra, M., Gillis, M., Boivin, C. & Dreyfus, B. (2001). Methylo-trophic Methylobacterium bacteria nodulate and fix nitrogen in symbiosis with legumes. *Journal Bacteriol.* 183(1):214-20. <https://doi:10.1128/JB.183.1.214-220.2001>.
- SYMBORG (2019) *Resultados de investigaciones BluN, Bacterias Fijadoras de N: Methylobacterium symbioticum sp., para cultivos de Arroz, hortalizas, Perú*. <https://symborg.com/pe/bacterias-fijadoras-de-nitrogeno>.
- Tanya Morocho, M. & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es
- Soriano-Melgar, L. A., Izquierdo-Oviedo, H., Saucedo-Espinosa, Y. A., & Cárdenas-Flores, A. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la calidad y capacidad antioxidante de frutos de calabacita (*Cucurbita pepo* L. var. ‘Grey Zucchini’). *Terra Latinoamericana*, 38(1), 17-28.

- <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/516/707>
- Su, P., Tan, X., Li, C., Zhang, D., Cheng, J., Zhang, S., Zhou, X., Yan, Q., Peng, J., Zhang, Z., Liu, Y., & Lu, X. (2017). Photosynthetic bacterium *Rhodospseudomonas palustris* GJ-22 induces systemic resistance against viruses. *Microbial Biotechnology*, 10 (3): 612-624.
- <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12704>.
- Tinoco, L. E. (2020). *Productividad de zapallito italiano (Cucurbita pepo L.) en dos sistemas de producción orgánico en La Molina*. <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis%20Sustentadas/Resumen%20Elizabeth%20Tinoco.pdf>.
- Ttito Trujillo, D. S. (2018). Efecto en la producción de cuatro densidades de siembra de Sandía *Citrullus lanatus*, Th.), variedad peacock en suelo entisol de Aguaytia. (Tesis Grado), Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa –Perú.
- <https://library.co/document/q060g2lq-efecto-produccion-densidades-siembra-sandia-citrullus-variedad-aguaytia.html>
- Torres, A., Quipuzco, L., y Meza, V. (2015). Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo Batch. *In: Anales Científicos*, 76 (2): 269- 274.
- <https://doi.org/10.21704/ac.v76i2.791>
- Vademécum Agrario (2020). *Fertilizantes, bioestimulantes y reguladores*. Ecuador: AGROVET.
- [www.http://vademecumagrario.com](http://www.vademecumagrario.com)
- Vurukonda, S. S., Giovanardi, D. & Stefani, E. (2018). Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as endophytes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (4): 952.
- <https://doi.org/10.3390/ijms190409952>
- Yang, Z., Jiang, Z., Hse, C. Y., & Liu, R. (2017). Assessing the impact of wood decay fungi on the modulus of elasticity of slash pine (*Pinus elliottii*) by stress wave non-destructive testing. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 117: 123-127.
- <https://doi.org/10.1016/j.iboid.2016.12.003>
- Zhang, C., Wang, M. Y., Khan, N., Tan, L. L., & Yang, S. (2021). Potentials, utilization, and bioengineering of plant Growth-Promoting *Methylobacterium* for sustainable agriculture. *Sustainability*, 13(7), 3941.
- <https://doi.org/10.3390/su13073941>

Zevallos, D. D. (1998). *Manual de Horticultura para el Perú*. Ediciones Master S.A., España. 181 Pag.

https://www.todostuslibros.com/libros/manual-de-horticultura-para-el-peru_978-84-7646-006-1

ANEXOS

Anexo 1. BlueN



Figura 1. Depósito del BlueN

Tabla 25-1. *Datos de campo de las variables evaluadas*

Tratamiento	Clave Tratam	Clave Bloque	Emergencia de planta %	Diámetro planta base cuello cm	Ancho de planta cm	Largo de planta cm	Área de planta m2
250 g	2	1	87,00	2,71	169,00	83,00	1,40
250 g	2	2	84,00	2,72	179,00	77,00	1,38
250 g	2	3	85,00	2,64	174,00	89,00	1,55
250 g	2	4	87,00	2,79	186,00	91,00	1,69
300 g	3	1	82,00	2,93	186,00	87,00	1,62
300 g	3	2	87,00	2,95	183,00	95,00	1,74
300 g	3	3	82,00	2,97	187,00	86,00	1,61
300 g	3	4	89,00	2,96	189,00	95,00	1,80
333 g	4	1	85,00	2,97	188,00	99,00	1,86
333 g	4	2	84,00	2,96	192,00	97,00	1,86
333 g	4	3	88,00	2,94	193,00	91,00	1,76
333 g	4	4	84,00	2,98	198,00	89,00	1,76
400 g	5	1	85,00	2,99	195,00	97,00	1,89
400 g	5	2	84,00	2,97	200,00	100,00	2,00
400 g	5	3	82,00	3,11	197,00	98,00	1,93
400 g	5	4	88,00	3,00	198,00	100,00	1,98
Testigo	1	1	82,00	2,53	170,00	75,00	1,28
Testigo	1	2	81,00	2,47	165,00	95,00	1,57
Testigo	1	3	82,00	2,41	171,00	78,00	1,33
Testigo	1	4	85,00	2,62	168,00	66,00	1,11

Tabla 25 - 2***Datos de campo de las variables evaluadas***

Tratamiento	Clave Tratam	Clave Bloque	Diámetro polar fruto(cm)	Diámetro ecuatorial fruto (cm)	Peso Frutos/ha Cosecha 1	Peso Frutos/ha Cosecha 1	Peso promedio por fruto (kg)
250 g	2	1	35,50	22,80	61397,13	8372,34	8,26
250 g	2	2	36,40	23,40	68273,33	9310,00	8,75
250 g	2	3	36,00	22,50	59669,46	8136,74	7,77
250 g	2	4	38,60	22,10	66657,77	9089,70	8,68
300 g	3	1	37,80	23,50	65740,75	8964,65	8,47
300 g	3	2	36,80	24,30	74363,31	10140,45	9,31
300 g	3	3	38,33	24,40	73890,43	10075,97	9,52
300 g	3	4	36,20	23,56	74377,69	10142,41	9,87
333 g	4	1	38,10	24,82	76069,43	10373,10	9,17
333 g	4	2	39,20	24,53	79197,07	10799,60	10,15
333 g	4	3	40,50	25,90	66232,32	9031,68	8,96
333 g	4	4	38,40	23,50	102629,71	13994,96	9,38
400 g	5	1	40,13	25,33	71895,41	9803,92	8,54
400 g	5	2	38,50	24,08	78104,69	10650,64	10,01
400 g	5	3	39,55	24,82	74778,70	10197,10	9,66
400 g	5	4	41,70	25,90	80835,63	11023,04	10,64
Testigo	1	1	35,40	21,70	55999,94	7636,36	7,77
Testigo	1	2	36,30	21,10	59795,94	8153,99	8,54
Testigo	1	3	35,40	22,50	59189,39	8071,28	8,12
Testigo	1	4	34,75	22,30	62610,24	8537,76	8,47

Tabla 25- 3***Datos de campo de las variables evaluadas***

Tratamiento	Clave Tratam	Clave Bloque	Nun frutos Cosecha 1	Nun frutos Cosecha 1	Número de frutos/pl	M.S.fruto(kg ha-1)	Rdto (kg ha-1)
250 g	2	1	2,230	0,304	2,534	6977,947	69769,467
250 g	2	2	2,341	0,319	2,660	7760,333	77583,333
250 g	2	3	2,304	0,314	2,618	6781,620	67806,200
250 g	2	4	2,304	0,314	2,618	7575,747	75747,467
300 g	3	1	2,328	0,318	2,646	7472,540	74705,400
300 g	3	2	2,396	0,327	2,723	8452,377	84503,767
300 g	3	3	2,328	0,318	2,646	8398,640	83966,400
300 g	3	4	2,261	0,308	2,569	8453,010	84520,100
333 g	4	1	2,489	0,339	2,828	8645,253	86442,533
333 g	4	2	2,341	0,319	2,660	9000,667	89996,667
333 g	4	3	2,218	0,302	2,520	7527,400	75264,000
333 g	4	4	3,282	0,448	3,730	11664,467	116624,667
400 g	5	1	2,526	0,344	2,870	8172,933	81699,333
400 g	5	2	2,341	0,319	2,660	8877,533	88755,333
400 g	5	3	2,322	0,317	2,639	8499,580	84975,800
400 g	5	4	2,279	0,311	2,590	9187,867	91858,667
Testigo	1	1	2,162	0,295	2,457	6364,130	63636,300
Testigo	1	2	2,101	0,286	2,387	6796,993	67949,933
Testigo	1	3	2,187	0,298	2,485	6729,067	67260,667
Testigo	1	4	2,218	0,302	2,520	7116,200	71148,000

Tabla 25- 4

Cálculos de área e índice área foliar

Tratam. MI ha ⁻¹	Bloq.	A	B	AA	BB	fc	AF= H/m ²	M.S. (kg ha ⁻¹)	No Planta () ha-1)	M.S. kg/ Planta	AFE = AF Especial	IAF Índice /Planta AF
250 g	1	169	83,00	1,69	0,83	0,75	1,403	6977,947	3333	2,093	0,4676	0,351
250 g	2	179	77,00	1,79	0,77	0,75	1,378	7760,333	3333	2,328	0,4594	0,345
250 g	3	174	89,00	1,74	0,89	0,75	1,549	6781,620	3333	2,034	0,5162	0,387
250 g	4	186	91,00	1,86	0,91	0,75	1,693	7575,747	3333	2,273	0,5642	0,423
300 g	1	186	87,00	1,86	0,87	0,75	1,618	7472,540	3333	2,242	0,5394	0,405
300 g	2	183	95,00	1,83	0,95	0,75	1,739	8452,377	3333	2,536	0,5795	0,435
300 g	3	187	86,00	1,87	0,86	0,75	1,608	8398,640	3333	2,520	0,5361	0,402
300 g	4	189	95,00	1,89	0,95	0,75	1,796	8453,010	3333	2,536	0,5985	0,449
333 g	1	188	99,00	1,88	0,99	0,75	1,861	8645,253	3333	2,594	0,6204	0,465
333 g	2	192	97,00	1,92	0,97	0,75	1,862	9000,667	3333	2,700	0,6208	0,466
333 g	3	193	91,00	1,93	0,91	0,75	1,756	7527,400	3333	2,258	0,5854	0,439
333 g	4	198	89,00	1,98	0,89	0,75	1,762	11664,467	3333	3,499	0,5874	0,441
400 g	1	195	97,00	1,95	0,97	0,75	1,892	8172,933	3333	2,452	0,6305	0,473
400 g	2	200	100,00	2,00	1,00	0,75	2,000	8877,533	3333	2,663	0,6667	0,500
400 g	3	197	98,00	1,97	0,98	0,75	1,931	8499,580	3333	2,550	0,6435	0,483
400 g	4	198	100,00	1,98	1,00	0,75	1,980	9187,867	3333	2,756	0,6600	0,495
Testigo	1	170	75,00	1,7	0,75	0,75	1,275	6364,130	3333	1,909	0,4250	0,319
Testigo	2	165	95,00	1,65	0,95	0,75	1,568	6796,993	3333	2,039	0,5225	0,392
Testigo	3	171	78,00	1,71	0,78	0,75	1,334	6729,067	3333	2,019	0,4446	0,333
Testigo	4	168	66,00	1,68	0,66	0,75	1,109	7116,200	3333	2,135	0,3696	0,277

A: Medidas En hojas totales de hojas Ancho cm,

Fc: Factor. Corrección,

AFE = AF Especial, IAF Índice área foliar AF por planta

B: Medidas En hojas totales de hojas Largo cm,

AF= AF hojas / (m2)

IAF ha⁻¹: índice de área foliar por hectárea

AA: Medidas En hojas totales de hojas Ancho cm

M.S.: Materia Seca por planta y en (kg ha⁻¹)

BB: Medidas En hojas total de hojas Largo cm

Obs: pl= planta, m=metro, cm= centímetro, m2= metro cuadrado, M.S. = Materia Seca, AF= Área Foliar, AFE= AF Específica, IAF=Índice área foliar

3.1. Tabla 25- 5: Matriz de Consistencia consistencia

Título: “influencia de *Methylobacterium symbioticum* SB23 en la fertilización y nutrición de sandía (*Citrullus lanatus* L.), variedad Santa Matilde, Huacho”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño experimental	Población y muestra	Indicadores
<p>General</p> <p>¿Cuál es el efecto del uso de <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, sobre la mejora para las características morfológicas, producción y rendimiento cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuál es el efecto del uso de <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, en las características morfológicas de cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho?</p> <p>¿Qué efectos produce los <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, en las características de fruto de cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho?</p> <p>¿Qué efectos produce los <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23 ,en las característica de producción y rendimiento cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho?</p>	<p>General</p> <p>Evaluar el efecto de la dosis <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, sobre la mejora para las características morfológicas, producción y rendimiento en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho</p> <p>Específico</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar el efecto de la dosis <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, en las características morfológicas en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho.</p> <p>Determinar el efectos de la dosis <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, en la características de fruto en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho.</p> <p>Determinar el efectos de la dosis <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, en las característica productivas y rendimiento en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho.</p>	<p>General</p> <p>H₁: El efecto de la dosis <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, influye en la mejora para las características morfológicas, producción y rendimiento en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho.</p> <p>Hipótesis específica</p> <p>El efecto de la dosis de <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, influye en las características morfológicas de cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho.</p> <ul style="list-style-type: none"> El efecto de la dosis <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, influye en las características de fruto en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho. El efecto de la dosis de <i>Methylobacterium symbioticum</i> SB23, en las características productivas y rendimiento en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L.) variedad Santa Matilde, Huacho. 	<p>Variable independiente (X)</p> <p>Dosis <i>Methylobacterium symbioticum</i> 5</p> <p>250 g/cil</p> <p>300 g/cil</p> <p>333 g/cil</p> <p>400 g/cil</p> <p>Variable dependiente (Y)</p> <p>Parámetros biométricos de rendimiento.</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Investigación experimental cuantitativa.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Se usará un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), 4 tratamientos, un testigo y 4 respiticiones, con un total de 20 parcelas experimentales en un área total de 432 m².</p>	<p>de Población y muestra</p> <p>Estará representada por 300 plantas del cultivo de sandía.</p> <p>de Muestra</p> <p>Estará representada por 4 plantas /unidad experimental = 100 plantas (muestra)</p>	<p>Dosis de Elestal® Neo g/cil⁻¹</p> <p>Parámetros de rendimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Longitud de tallo/planta Diámetro de tallos/planta Nº de hojas/planta Nº de botones florales/planta Nº de frutos/planta Diámetro de frutos Peso de frutos Rendimiento por hectárea

FOTOS

ETAPAS DEL DESARROLLO DEL CULTIVO



Foto 1. Cartel de la investigación fecha instalación 12/12/2023

ETAPA
ALMACIGUERA

FOTOS



Foto 2. Medidas de las dosis de (*Methylobacterium symbioticum*)



Foto 3. Etapa de germinación de semillas de sandía en almaciguera



Foto 4. Bandejas almacigueras de sandia

ETAPA II

INSTALACION DEL CULTIVO CAMPO DEFINITIVO



Foto 5. Limpieza de campo



Foto 6. Formación de camellones



Foto 7. Trasplante de las plántulas de sandía (campo definitivo)



Foto 8: Prueba de emergencia campo definitivo (*Methylobacterium simbioticum*)



Foto 9: Evaluación de la emergencia de planta en porcentaje, para el experimento

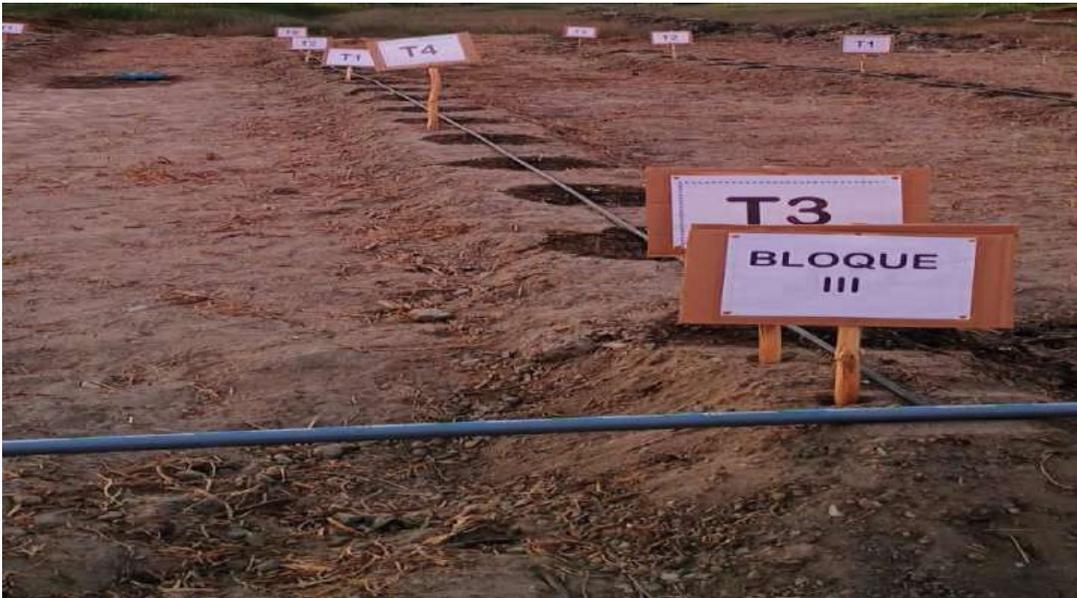


Foto 10: Momento 1. aplicación de Methylobacterium.



Foto 11: Etapa de crecimiento vegetativo inicial de la sandia



Foto 12: Evaluación de tratamiento y aplicación de nutricional



Foto 13: Etapa inicio de la floración de la sandía.

V



Foto 14: Inicio de fructificación de la sandía.



Foto 15. Momento 2: Methylobacterium



Foto 16: Diametro ecuatorial de frutos en cm.



Foto 17: Diámetro polar de los frutos cm.



Fotos 18: Momentos de la cosecha sandia (cosecha 1).



V

Foto 19. Cosecha de frutos (tratamientos).



Foto 20: Peso y Rendimiento de fruto al momento de la cosecha en kilos.