



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Importancia de las bacterias Gram positivas en la agricultura”

AUTORA:

Johanna Nikol García García

TUTORA:

Ing. Agr. Rosa Guillén Mora, Mg. IA.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Importancia de las bacterias Gram positivas en la agricultura”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Agr. Maribel Vera Suarez, MBA.

PRESIDENTA

Ing. Agr. Marlon Lopez Izurieta, MSc.

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MBA

SEGUNDO VOCAL

La responsabilidad por la Investigación análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen Complexivo son de exclusividad de la autora.

Johanna Nikol García García

DEDICATORIA

Dedico esta tesina en primer lugar a mis padres quien han sido los promotores para que este objetivo que me he propuesto se haya cumplido, ya que ellos siempre han sido mi apoyo y quienes nunca me dejaron rendirme siempre me daban consejos y son la razón por la que he decidido no desmayar y seguir en el camino hacia mi título profesional, por ellos y para ellos es este logro.

A mis hermanos quienes de una u otra razón me apoyaron, en especial a mi hermana que el día de hoy no se encuentra entre nosotros y sé que donde sea que se encuentre, estará muy orgullosa de mi, y quien ha sido mi fortaleza para que yo pueda lograrlo porque siempre he tenido presente las palabras de aliento que ella me daba mientras cursaba mi carrera y sentía que no podía seguir.

A mis sobrinos en especial a mi sobrina Daila quien quedó huérfana a tan corta edad y por quien nunca desmayer de esta lucha porque sé que ella necesita de mí y de mi apoyo para ser una persona realizada profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar por brindarme vida y salud para culminar mis estudios y haber podido conseguir este logro.

A mis padres por haberme apoyado incondicionalmente a pesar de los errores que cometí alguna vez, haber tenido paciencia y confianza en mí para que el día de hoy obtenga mi título de Ingeniera Agropecuaria.

A mis amigas de la escuela con quien compartíamos muchos consejos y nos apoyábamos mutuamente para todas lograr nuestro objetivo y vernos convertidas en unas profesionales.

A la Universidad Técnica de Babahoyo en especial a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias donde ha sido nuestro segundo hogar y donde hemos obtenido experiencias, amistades y sobre todo conocimientos que lo pondremos en práctica en nuestra vida profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias quienes nos impartieron sus conocimientos y experiencias para que exista un mayor entendimiento de las asignaturas tratadas.

A mi tutora la Ing. Rosa Guillén Mora, quien dedicó su tiempo y su paciencia para que haya podido concluir con este trabajo investigativo que he realizado.

Al Dr, Carlos Belezaca Pinargote, quien fue mi docente en la asignatura de microbiología y a quien recurrí para pedir ayuda y muy dispuesto en todo momento me supo dar la mano en este proceso.

Al Ing. Guillermo García Vásquez que desde que iniciamos el proceso de titulación siempre estuvo para ayudarme en cualquier momento y quien siempre me decía que confíe y no me preocupe porque todo saldrá bien.

RESUMEN

“Importancia de las bacterias Gram positivas en la agricultura”

AUTORA

Johanna Nikol García García

TUTORA:

Ing. Agr. Rosa Guillén Mora, Mg. IA.

Este trabajo de investigación trata de lo importante que es la aplicación de las bacterias Gram positivas dentro de la producción agrícola, también indica que las aplicaciones de estas bacterias ocasionan beneficios de la gran importancia en los diferentes procesos del cultivo como el gran beneficio que genera en la fertilización para el buen desarrollo de las plantas.

La investigación científica y bibliográfica de las bacterias Gram positivas trata de los grandes beneficios que genera las bacterias en establecer como un regulador en el medio ambiente ocasionado por las grandes gamas de la utilización de productos químicos.

Las bacterias son promotoras de crecimiento vegetal las cuales crecen en simbiosis con la planta permitiéndole estimular el crecimiento, presentar fijación biológica de N₂, producen reguladores de crecimiento desarrollando un área superficial de la raíz y proporcionar el control de microorganismos patógenos.

Las bacterias Gram positivas del genero *Bacillus* y *Actinomicetos* son bacterias de gran beneficio para el control de las enfermedades, *Bacillus* es un agente de biocontrol que representa el mismo que tienen una representación a nivel mundial del 90%.

Palabras claves: Bacterias, bacterias Gram positivas, *Bacillus*, *Actinomicetos*

SUMMARY

This research work deals with how important is the application of Gram-positive bacteria within agricultural production, also indicates that the applications of these bacteria cause benefits of great importance in the different processes of cultivation as the great benefit it generates in the fertilization for the proper development of plants.

The scientific and bibliographic research of Gram-positive bacteria deals with the great benefits generated by the bacteria in establishing as a regulator in the environment caused by the great ranges of the use of chemical products.

Bacteria are plant growth promoters which grow in symbiosis with the plant allowing it to stimulate growth, present N₂ biological fixation, produce growth regulators developing a superficial area of the root and provide control of pathogenic microorganisms.

Gram-positive bacteria of the genus *Bacillus* and *Actinomyces* are bacteria of great benefit for the control of diseases. *Bacillus* is a biocontrol agent that represents the same that has a worldwide representation of 90%.

Keywords: Bacteria, Gram-positive bacteria, *Bacillus*, *Actinomyces*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
MARCO METODOLOGICO.....	2
1.1 Definición del tema caso de estudio.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Especificos.....	3
1.5 Fundamentación teórica.....	4
1.5.1 Clasificación de las bacterias.....	4
1.5.3 Tinción de Gram.....	4
1.5.4 Bacterias Gram positivas.....	5
1.5.5 Bacterias Gram positivas en el control de enfermedades.....	5
1.5.6 <i>Pasteuria penetrans</i>	6
1.5.7 <i>Actinomicetos</i>	7
1.5.7.1 <i>Frankia</i>	8
1.5.8 <i>Bacillus</i>	9
1.5.9 <i>Bacillus subtilis</i>	11
1.5.10 <i>Bacillus thuringiensis</i>	11
1.5.11 <i>Lactobacillus</i>	12
1.6 Hipótesis.....	13
1.7 Metodología de la investigación.....	13
CAPITULO II.....	14
RESULTADOS.....	14
2.1 Desarrollo del caso.....	14
2.2 Situaciones detectadas.....	14
2.3 Soluciones planteadas.....	14
2.4 Conclusiones.....	15

2.5 Recomendaciones	15
BIBLIOGRAFIA	17

INTRODUCCIÓN

En la agricultura, los microorganismos se expresan en todos los procesos: como formadores de tierra, como agentes de fertilidad y sanidad como patógenos y como controles biológicos. La agricultura microbial es agenciada por un agricultor previsor, quien en todo momento está procurando la construcción y mantenimiento de un sistema de producción sano y fértil; es decir productivo y de buena calidad. (Campesinos 2004)

Las bacterias (Eubacterias y Archaea) son los únicos organismos que cubren todo el espectro metabólico posible (fermentación/ putrefacción, fotosíntesis anoxigenica y oxigenica y respiración aerobia y anaerobia). Esta increíble versatilidad bioquímica les confiere un protagonismo en los ciclos biogeoquímicos ya que la mayoría de las transformaciones químicas necesarias para cerrarlos son exclusiva competencia suya. (Castillo 2005)

Las bacterias Gram positivas tienen una pared gruesa compuesta de peptidoglucanos y polímeros, e impermeable, que hace que resista la decoloración. Se llama bacterias Gram positivas a aquellas que retienen la tinción azul-violeta. (Rodríguez 2018)

La pared celular de las bacterias Gram positivas contienen ácidos teicoicos, que están compuestos principalmente por alcohol (p. ej., glicerol o ribitol) y fosfato. (Tortora *et al.* 2007)

La importancia del uso de las bacterias en la agricultura es que: Las bacterias son promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) representan una amplia variedad de bacterias del suelo, las cuales cuando crecen en asociación con las plantas estimulan su crecimiento. Los medios por los cuales las BPCV pueden mejorar el estado nutricional de las plantas son: fijación biológica de N₂, producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias, disponibilidad de nutrimentos en la rizosfera, incremento en el área superficial de la raíz y control de microorganismos patogénicos. (Grageda-Cabrera *et al.* 2012)

CAPITULO I

MARCO METODOLOGICO

1.1 Definición del tema caso de estudio

Esta propuesta de estudio se planteó con la finalidad de aprender la importancia de las bacterias Gram positivas en la agricultura, así como también el beneficio que podemos obtener usándolas. Estas bacterias nos ayudan en la asimilación de los nutrientes presentes en el suelo por la planta, también nos sirven como biofertilizantes y para el control de ciertas plagas, enfermedades, el uso de estas bacterias mejoran las propiedades del suelo, además que ayudan a preservar el medio ambiente.

1.2 Planteamiento del problema

Las bacterias Gram positivas son microorganismos que se encuentran en diferentes hábitats como lo es en el suelo, estos hacen que la tierra se beneficie y aproveche los nutrientes que estos aportan al suelo o que ayuden a degradarlos para que la planta los pueda absorber de acuerdo a sus necesidades.

Los productores en la mayoría, carecen de conocimiento sobre este recurso indispensable en la agricultura, sin embargo, existen aquellos que los utilizan, pero muchas veces sin saberlo.

Este tipo de bacterias que se encuentran presentes en el suelo, han sido aisladas para realizar respectivos

Estudios de los cuales han dado como resultados la elaboración de productos a base de microorganismos.

Son llamados microorganismos eficaces (EM) que nos permiten utilizarlos como: fertilizantes, controladores de plagas y enfermedades, etc., pero no todos los agricultores los usan, ya sea que no confiaban en la acción que puedan realizar estos microorganismos o por el simple hecho de no tener conocimiento

de la existencia de estas bacterias Gram positivas y el beneficio que nos dan en la agricultura.

1.3 Justificación

Las bacterias Gram positivas son microorganismos que pueden generar un impacto positivo, puede beneficiar en la fertilidad del suelo y con ello un mejor aprovechamiento de los nutrientes por parte de las plantas.

Es importante conocer los beneficios de estas bacterias para así reducir el impacto de contaminación ambiental por el uso de agroquímicos, teniendo en cuenta que esos microorganismos pueden ser fertilizantes que se encuentra en el suelo para que la planta pueda absorberlos, como ayudantes de degradación de los nutrientes en la fórmula adecuada para que estén disponibles para la planta y también como agentes controladores de plagas y enfermedades.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Diagnosticar la importancia de las bacterias Gram positivas en la agricultura.

1.4.2 Objetivos Especificos

- Conocer en que benefician las bacterias Gram positivas en la agricultura.
- Sintetizar información de las principales bacterias Gram positivas y su influencia con las plantas.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 Clasificación de las bacterias

Las bacterias se clasifican por el color que adquieren después de aplicarles un proceso químico denominado tinción de Gram. Las bacterias Gram positivas se tiñen de azul cuando se les aplica dicha tinción. Otras bacterias se tiñen de rojo, son las Gram negativas. Las bacterias Gram positivas y las Gram negativas se tiñen de forma distinta porque sus paredes celulares son diferentes.

Las bacterias Gram positivas se clasifican en:

- Bacilos
- Cocos (Brush 2019)

1.5.2 Diferencia de las bacterias Gram positivas y Gram negativas

Gram positivas se diferencian de las Gram negativas tanto en lo que se refiere a la constitución del esqueleto básico como a las sustancias accesorias de la pared celular.

La pared celular de las bacterias Gram positivas. En las bacterias Gram positivas la red de mureína supone del 30 al 70% del peso seco de la pared celular (40 capas de grosor).(Schlegel y Zaborosch 1997)

1.5.3 Tinción de Gram

Es un método diferencial de tinción para bacterias. Luego del tratamiento con cristal violeta todas las células están coloreadas. Al agregar yodo se forma un complejo con el colorante en el interior de las mismas. Después de añadir etanol o acetona algunos organismos se decoloran (Gram-negativos) y otros no (Gram-positivos) según la estructura física de la pared, no por los constituyentes químicos pues las levaduras son Gram-positivas, aunque tienen una pared químicamente distinta a las de las bacterias.

Para poner de manifiesto las células incoloras se utiliza una coloración de contraste, tal como safranina o fucsina básica que tiñen de rojo a las células Gram-negativas mientras las Gram- positivas permanecen violetas. (Carrillo. 2003)

1.5.4 Bacterias Gram positivas

Las bacterias Gram positivas del género *Bacillus* y *Streptomyces* han resultado muy eficaces en el control de enfermedades, aunque han recibido menor atención que las *Pseudomonas fluorescentes*. El *B. thuringensis* es un agente de biocontrol que representa el 90% del mercado mundial de bioinsecticidas.

Se conoce como bacterias Gram Positivas al grupo de bacterias que no posee una membrana externa capaz de proteger el citoplasma bacteriano, que tienen una gruesa capa de peptidoglicano y que presentan ácidos teicoicos en su superficie. Entre otras cosas, se distinguen especialmente por teñirse de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram aplicada en bacteriología para analizar muestras de laboratorio y es justamente esto último lo que explica su nombre de “Gram positivas”, aunque cabe mencionar que la aceptación Gram positivas también es correcta. (PINO 2005)

1.5.5 Bacterias Gram positivas en el control de enfermedades

Las bacterias Gram positivas del género *Bacillus* y *Streptomyces* han resultado muy eficaces en el control de enfermedades, aunque han recibido menor atención que las *Pseudomonas fluorescentes*. El *B. thuringensis* es un agente de biocontrol que representa el 90% del mercado mundial de bioinsecticidas especies de *Bacillus* forman parte de productos de biocontrol: *B. subtilis* efectivo contra patógenos de *Fusarium* y *Rhizoctonia*, *B. cereus* eficaz en el marchitamiento de la alfalfa y la podredumbre de las raíces de soja, producidas por *Phytophthora* (Antón 2015)

1.5.6 *Pasteuria penetrans*

La taxonomía dentro del género *Pasteuria* está basada fundamentalmente en características morfológicas y patológicas, incluyendo el tamaño y forma de los esporangios y las endosporas, sus estructuras moleculares, ciclo de vida y rango de hospedante. A través del análisis comparativo de la porción de genes 16S rDNA para clarificar su taxonomía y filogenia se ha podido mostrar que los genes de *Pasteuria* son un miembro engranado en una rama de las Eubacterias Gram-positivas de *Clostridium-Bacillus-Streptococcus* y que *Pasteuria* está más relacionada con los miembros de la familia *Alicyclobacillaceae* que con los *Actinomycetales*.(Gómez *et al.* 2010)

Es una bacteria que forma endosporas de micelio y parasita muchos nematodos de plantas. Es considerada un parásito obligatorio de *Meloidogyne spp.* Debido a su capacidad para prevenir la producción de los huevos, *P. penetrans* tiene un gran potencial como agente de control biológico. (*Pasteuria penetrans* - EcuRed 2010)

Su uso también ha estado limitado por la especificidad de los aislamientos a especies y poblaciones del género *Meloidogyne Göldi*. Algunos aislamientos de *P. penetrans* se adhieren a una determinada especie de nematodos formadores de agallas, mientras que otras son compatibles con otras especies o poblaciones de una misma especie dentro de este mismo género de nematodos. Es por eso que numerosos estudios han estado encaminados a dilucidar la naturaleza de la especificidad de hospedante de los aislamientos de *P. penetrans*, con vistas a mejorar las habilidades de la bacteria para su uso como agente biocontrol.(Rodriguez 2010)

Es un parásito obligado de *Meloidogyne spp.* y es considerada uno de los agentes de control biológico más exitosos en la regulación de las poblaciones de estos nematodos. La importancia de la bacteria se debe a su agresividad y rusticidad. Entre sus principales ventajas se encuentran la supervivencia prolongada de las endosporas en el suelo, resistencia al calor y desecación, inocuidad al hombre y los animales y la posibilidad de combinarse con prácticas culturales. Su condición de parásito obligado ha limitado el desarrollo de un producto comercial; sin embargo, la posibilidad de reproducirse masivamente in

vivo con su nematodo hospedante, propició el desarrollo de investigaciones a diferentes niveles. Los resultados en casas de vegetación y en campo a pequeña escala, permitieron reconocer sus potencialidades como agente de control biológico.(Gómez *et al.* 2012)

1.5.7 Actinomicetos

Los *Actinomicetos* constituyen un importante grupo de organismos procarióticos habitantes del suelo y del material vegetal compostado. El género principal del grupo es *Streptomyces* cuyas especies suelen excretar antibióticos y el olor a tierra mojada se debe a compuestos volátiles fabricados por los mismos. (Carrillo. 2003)

Los *Actinomicetos* representan un grupo de microorganismos ampliamente distribuido en ecosistemas naturales y tienen gran importancia en la participación de la degradación de la materia orgánica, además de ciertas propiedades fisiológicas que los hacen particulares.(TTBEV-388.pdf (en línea) 2011)

Los *Actinomicetos* tienen propiedades fisiológicas semejantes a los hongos como: la clase y forma del micelio que se fragmenta, producen colonias derivadas de hifas que se introducen en el agar, éstas pueden ser pigmentadas y harinosas de 3-6 mm de diámetro, cuando se siembran en medio de cultivo líquido no generan turbidez, porque en su pared celular contienen ceras que los hacen insolubles. (Sánchez *et al.* 2007)

El uso de estos microorganismos como agentes de control biológico de enfermedades radicales es de gran interés en la actualidad, debido a que la presencia en la rizosfera de los mismos puede afectar el crecimiento y proliferación de hongos fitopatógenos del suelo ya sea por la competencia de nutrientes o por la producción de metabolitos secundarios.(Díaz-Díaz *et al.* 2018)

Los actinomicetos están presentes en todo tipo de suelos tanto en las capas más superficiales como en horizontes profundos disminuyendo su concentración con la profundidad. Suele ser el segundo grupo de

microorganismos más abundante, después de las bacterias no actinomicetos. Los actinomicetos utilizan como fuente de carbono compuestos simples y complejos tales como ácidos orgánicos, azúcares, polisacáridos, lípidos, proteínas e hidrocarburos alifáticos. Muchos pueden degradar proteínas, lípidos, almidón y quitina. Estos microorganismos participan en muchos procesos, tales como la descomposición de los compuestos más resistentes procedentes de plantas y animales, formación de humus, fermentación del compost, causantes de fitopatologías, infecciones en animales y en humanos y simbiosis con plantas. (Soler Hernández 2012)

1.5.7.1 Frankia

El actinomiceto *Frankia* establece asociaciones simbióticas con diversos grupos de angiospermas no leguminosas o plantas actinorrizas e induce la formación de nódulos fijadores de nitrógeno. La asociación entre la planta y la bacteria tiene gran importancia ecológica, ya que las bacterias se adaptan a condiciones ambientales extremas y poseen una gran capacidad de crecer en suelos de baja fertilidad o después de algún disturbio, comportándose como pioneras en el desarrollo sucesional de comunidades vegetales en suelos con bajos contenidos de nitrógeno, siendo algunas de ellas de gran valor en la recuperación y protección de suelos degradados y erosionados. (Obando *et al.* 2014)

El género *Frankia* está compuesto por actinomicetos de crecimiento lento, heterotróficos, Gram positivos, con un alto porcentaje de G + C (66-77%) y que a diferencia de *Rhizobium*, fija nitrógeno tanto in vitro como en simbiosis, *Frankia* cuenta con su propio sistema de protección contra el oxígeno, formando estas estructuras especializadas llamadas vesículas que restringen el acceso del O₂ al interior de las mismas. La estructura de la pared celular de las vesículas consta de láminas lipídicas que se acomodan en formas de capas y que además contienen hopanoides en alta concentración, esta estructura evita la difusión del oxígeno hacia el interior, protegiendo así a la nitrogenasa. (Guerrero 2008)

Frankia es un género de microorganismos llamados actinomicetos capaces de inducir la formación de nódulos radiculares fijadores de nitrógeno atmosférico en algunas angiospermas no leguminosas, denominadas plantas

actinorrízicas. El desarrollo de fijación de Nitrógeno (N) simbiótico envuelve múltiples procesos que se llevan a cabo en compartimentos subcelulares endosimbióticos donde *Frankia* produce los nódulos de la raíz que convierten el N₂ en forma combinada. La simbiosis micorriza y nódulo es generalmente sinérgica, promueve el crecimiento vegetal, la multiplicación de las micorrizas propicia un ambiente de mayor competencia, no favorable para los agentes patógenos.(Molina L *et al.* 2006)

Frankia presentes en el suelo está en pequeñas cantidades, lo que limita los tipos de ensayos que se puedan hacer para contar la bacteria en el suelo. Además, su aislamiento directo del suelo es muy difícil, de hecho, solo ha sido reportado una sola vez. Su presencia en el suelo ha sido comprobada y cuantificada a través de bioensayos utilizando plantas hospederas y verificando su nodulación, su número va de 0-4600 unidades de nodulación/gr de suelo.(Luis *et al.* 2010)

1.5.8 Bacillus

Son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos.

Los microorganismos eficientes a su vez pueden promover el reciclaje de nutrientes en el suelo, así como incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Por otra parte, estos microorganismos son capaces de degradar agentes tóxicos como pesticidas, producir moléculas orgánicas simples que pueden ser tomadas por las plantas, formación de complejos con metales pesados lo cual limita la toma de estos por la planta.(Morocho y Mora 2019)

Dentro de las especies más representativas de este género con propiedades de antagonismo celular contra patógenos de plantas encontramos a *Bacillus brevis* y *Bacillus subtilis*. El metabolismo de *B. subtilis* es predominantemente respiratorio, siendo el oxígeno el aceptor terminal de electrones, por tanto, en presencia de oxígeno resulta abundante crecimiento con la formación de 2,3-

butanodiol, acetoína y CO₂ como productos principales. por otra parte el comportamiento bioquímico de *B. brevis* no relacionado con su poder biocontrolador está caracterizado por ser amilasa negativo, caseína negativo, gelatinosa positiva, indo negativo y la mayoría utilizadores de citrato.(Cobo 2017)

Las bacterias del género *Bacillus* se encuentran ampliamente distribuidas en los más diversos hábitates que incluyen ecosistemas de agua dulce, marinos y en suelo, y sus especies están muchas veces asociadas a plantas. En este último caso, se han demostrado las potencialidades de las especies del género *Bacillus* para la producción de antibióticos, enzimas, la solubilización de fosfatos y la fijación biológica del nitrógeno. En este sentido, se han realizado estudios de promoción del crecimiento vegetal y control biológico de patógenos, buscando estrategias que permitan la disminución del uso de fertilizantes químicos, que no solo encarecen la producción, sino también, traen consigo un impacto negativo sobre el medio ambiente.(Tejera-Hernández *et al.* 2011)

Se analiza el uso del género *Bacillus* en la agricultura bajo un enfoque de bioseguridad agrícola, así como los principales criterios indispensables de selección de agentes de control biológico promisorios, considerando cepas no patogénicas para el ser humano, y que no impacten negativamente a las comunidades microbianas de los agro-ecosistemas, como efecto secundario por su actividad biológica no específica contra un fitopatógeno en particular. (Villarreal-Delgado *et al.* 2017)

La capacidad de *Bacillus spp.*, para formar esporas que permanecen metabólicamente inactivas pero viables bajo condiciones adversas, los hace apropiados para la formulación de productos estables que benefician los cultivos agrícolas a través de mecanismos indirectos. (Corrales Ramírez MSc *et al.* 2017)

El género *Bacillus* ha sido estudiado por poseer una variedad de mecanismos, entre ellos la fijación biológica del nitrógeno y la solubilización de fosfatos, que ha impulsado diferentes estudios en el sector agrícola que buscan la disminución, y en el mejor de los casos, la erradicación de los fertilizantes químicos, acción que representaría un impacto positivo sobre el medio ambiente Sumado a estos beneficios se destaca la capacidad de degradación de sustratos de plantas y animales, la producción de antibióticos, la capacidad de sobrevivir

en múltiples condiciones ambientales y la actividad antagónica e inhibidora entre otras, pone al género *Bacillus* en un lugar destacado para su uso en la agricultura sostenible. (Corrales Ramírez MSc *et al.* 2017)

El género *Bacillus* ha sido ampliamente estudiado debido a su alta abundancia y diversidad en los agro-sistemas (suelo, agua y planta), siendo significativamente mayor su población en comparación a otros géneros microbianos, y además por sus diversas capacidades metabólicas, destacando su capacidad para producir antibióticos y otros metabolitos antimicrobianos y anti fúngicos. (Villarreal-Delgado *et al.* 2018)

Son bacterias que tienen forma de bacilos grandes Gram positivos que miden desde 0,3 a 2,3 micras de ancho y 1,2 a 7,0 micras de largo, la mayoría son móviles y poseen flagelos laterales, crecen en cadenas y forman colonias grandes e irregulares en los medios sólidos (agar nutritivo) (TTBEV-388.pdf (en línea) 2011)

1.5.9 *Bacillus subtilis*

La tarea de este microorganismo es generar estabilidad en la estructura del terreno, es decir, en la formación de las partículas que se acumulan y forman agregados, conocidos como “terrones”, y en la materia orgánica contenida en el suelo, que resulta de la descomposición de especies de fauna y de la actividad biológica de organismos como las lombrices. La bacteria también tiene capacidad para hacer menos erosivo el terreno y contrarrestar su compactación (fenómeno que ocurre por pisadas continuas, entre otros factores) (Cañas 2013)

1.5.10 *Bacillus thuringiensis*

Es un bacilo Gram positivo, anaerobio facultativo, de flagelación peritrica, la característica principal de esta bacteria entomopatógena es que durante el proceso de esporulación produce una inclusión parasporal formada por uno o más cuerpos cristalinos de naturaleza proteica con toxicidad para distintos

invertebrados, especialmente larvas de insectos lepidópteros, dípteros y coleópteros.(García *et al.* 2010)

1.5.11 *Lactobacillus*

Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir enfermedades incluyendo microorganismos como *Fusarium*, que aparecen en programas de cultivos continuos. En circunstancias normales, especies como *Fusarium* debilitan las plantas, exponiéndolos a enfermedades y poblaciones grandes de plagas como los nematodos. El uso de bacterias ácido lácticas reducen las poblaciones de nematodos y controla la propagación y dispersión de *Fusarium*, y gracias a ello induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos. (Nishikawa 2016)

Éstas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y carbohidratos que bacterias fotosintéticas y levaduras; además pueden suprimir microorganismos infecciosos presentes en cultivos, como los nematodos. Además, este grupo de bacterias también llamados BAL pueden tolerar un pH hasta de 3.2 y uno de 9.6. Para que este tipo de bacterias crezcan adecuadamente es necesario un medio con azúcares, lactosa, aminoácidos y vitaminas, entre otros. (Bravo 2016)

Son bastones que varían de largos y delgados a cortos y curvos. La mayoría son homofermentativos, pero algunas especies son heterofermentativas. Producen grandes cantidades de ácido láctico, resisten altas temperaturas, son termodúricos. (Frioni 1999)

1.6 Hipótesis

Ho: El uso de las bacterias Gram positivas no son de gran importancia en la agricultura.

Ha: El uso de las bacterias Gram positivas son de gran importancia en la agricultura.

1.7 Metodología de la investigación

En el presente trabajo de componente práctico se recolecto información de acuerdo a las investigaciones de sitios web, artículos científicos, libros virtuales, revistas, etc., con referencia al tema de estudio planteado.

La información bibliográfica recolectada posteriormente fue sometida a técnicas de análisis, síntesis y resumen, todo con respecto a la importancia de las Bacterias Gram positivas en la agricultura

CAPITULO II

RESULTADOS

2.1 Desarrollo del caso

El presente documento se elaboró con investigaciones a través de libros, artículos científicos, revistas, etc., con la finalidad de entender la importancia del uso de las bacterias Gram positivas en la agricultura.

De acuerdo a las investigaciones cabe recalcar que se promueve el uso de las bacterias Gram positivas en la agricultura, logrando el incremento de la producción y a su vez reduciendo el impacto ambiental que se ocasiona con los agroquímicos.

2.2 Situaciones detectadas

La población de acuerdo como va creciendo va aumentando la demanda de la producción de los alimentos y es por ello los agricultores usan agroquímicos para una producción más rápida y es así como la población está consumiendo productos con residuos de pesticidas, debido a esto se debe incluir el uso de bacterias de tipo Gram positivas.

Estudios han demostrado que estas bacterias pueden aplicarse en los cultivos como fertilizantes, agentes controladores de insectos y hongos, así como también ayudan a degradar los nutrientes en el suelo para que la planta tenga la capacidad de absorberlos, además que ayuda a la conservación del medio ambiente

2.3 Soluciones planteadas

Una de las soluciones planteadas en esta tesina es el uso de bacterias Gram positivas como alternativa para el control de plagas y enfermedades con

resultados eficientes en la agricultura, pueden generar un impacto positivo y benéfico en la nutrición de los suelos donde se van a cultivar.

Pasteuria Penetrans es considerado agente de biocontrol para especies del genero *Meloidogine*. El género *Bacillus* controla larvas de insectos lepidópteros, dípteros y coleópteros, así como también hongos como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*. Mientras que el género *Actinomicetos* tiene importancia en la degradación de la materia orgánica.

2.4 Conclusiones

En conclusión, de este trabajo de investigación se concluye que:

Los agricultores no tienen conocimiento sobre el uso de las bacterias Gram positivas en los cultivos y por ello optan por una agricultura convencional con pesticidas y causando deterioros en el medio ambiente.

Las bacterias Gram positivas son de gran importancia en la agricultura ya que nos permite el control de plagas y enfermedades en la producción de nuestro cultivo

Las bacterias Gram positiva sirven de biofertilizantes, los cuales son a base de microorganismos, intervienen en la actividad microbiana, ayudan a la transformación de los nutrientes dispuestos en el suelo ara estos sean asimilable por la planta.

2.5 Recomendaciones

Promover investigaciones que permitan a los agricultores conocer los múltiples beneficios del uso de las bacterias Gram positiva en la agricultura y así mejorar las condiciones del suelo con la descomposición de materia orgánica.

Usar bacterias Gram positivas para la fertilización, manejo integrado de plagas y enfermedades, que nos permitan incrementar la producción, obtener beneficios económicos y lo más importantes que se conserve el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- Antón, R. 2015. Biotecnologías limpias en Agricultura (en línea). . Consultado 21 ago. 2020. Disponible en <https://core.ac.uk/reader/230317070>.
- Bravo, JAP. 2016. Efecto de la tecnología de microorganismos eficaces en suelos intervenidos antrópicamente del parque forestal embalse del neusa, departamento de cundinamarca. .
- Brush, L. 2019. Introducción a las bacterias grampositivas - Infecciones (en línea, sitio web). Consultado 19 ago. 2020. Disponible en <https://www.msmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-grampositivas/introducci%C3%B3n-a-las-bacterias-grampositivas>.
- Campesinos, HJ. 2004. Manual agricultura alternativa: principios. s.l., Editorial San Pablo.
- Cañas, EC. 2013. La bacteria bacillus subtilis genera carbonatos de calcio o cal, sustancias que fortalecen el suelo. .
- Carrillo., L. 2003. Microbiología Agrícola Libro Completo.pdf (en línea, sitio web). Consultado 22 ago. 2020. Disponible en https://drive.google.com/file/d/1IVtWqcbwaalKxVmqHSHvAgGimKpAuA00/view?usp=embed_facebook.
- Castillo, F. 2005. Biotecnología ambiental. s.l., Editorial Tebar.
- Cobo, CFC. 2017. Evaluación de medios líquidos para la multiplicación de la bacteria Bacillus subtilis. .
- Corrales Ramírez MSc, LC; Caycedo Lozano MSc, L; Gómez Méndez, MA; Ramos Rojas, SJ; Rodríguez Torres, JN. 2017. Bacillus spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos (en línea). Nova . DOI: <https://doi.org/10.22490/24629448.1958>.
- Díaz-Díaz, M; Hurtado de Mendoza, DS; Cupull Santana, R; Bernal Cabrera, A; Medina Marrero, R; Carballo Bargos, M; García Bernal, M; Acosta-Suárez, M. 2018. Actinomicetos, alternativa biológica contra la marchitez de las posturas por Rhizoctonia solani Kühn en frijol común (en línea). Centro Agrícola . Consultado 8 sep. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852018000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- Frioni, L. 1999. Procesos microbianos FRIONI 1999.pdf - Google Drive (en línea, sitio web). Consultado 20 ago. 2020. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1iYcyf20TT7cO4wU8nyV0LDYIKPvyPzb/view>.
- García, I; Vázquez, S; Penna, C; Cassán, F. 2010. Rizosfera, biodiversidad y agricultura Sustentable.pdf - Google Drive (en línea, sitio web). Consultado 26 ago. 2020. Disponible en https://drive.google.com/file/d/1durQD1dhrn_YxPiT3ksB8BMoBoiNDZ0K/view.
- Gómez, L; Enrique, R; Rodríguez, MG; Ramos, O; Gandarilla, H. 2012. Detección de *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre y Starr en la región occidental de Cuba (en línea). *Revista de Protección Vegetal* . Consultado 7 sep. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-27522012000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Gómez, L; Gandarilla, H; Rodríguez, MG. 2010. *Pasteuria penetrans* como agente de control biológico de *Meloidogyne* spp (en línea). *Revista de Protección Vegetal* . Consultado 7 sep. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-27522010000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Grageda-Cabrera, OA; Díaz-Franco, A; Peña-Cabriales, JJ; Vera-Nuñez, JA. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura (en línea). *Revista mexicana de ciencias agrícolas* . Consultado 17 ago. 2020. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342012000600015&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Guerrero, HHB. 2008. *Frankia* y la simbiosis actinorrízica. *Rev Latinoam Microbiol* .
- Luis, V; Néstor, P; María, V. 2010. Libros (en línea, sitio web). Consultado 7 sep. 2020. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap13/>.
- Molina L, M; Medina S, M; Orozco P, H. 2006. The effects of the interaction *Frankia* - mycorrhizal fungi - microelements in the establishment of Alder trees (*Alnus acuminata*) in tree grass systems (en línea). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* . Consultado 7 sep. 2020. Disponible

en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-06902006000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

Morocho, M; Mora, M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas (en línea). Centro Agrícola . Consultado 22 ago. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Nishikawa, T. 2016. Guia de la Tecnologia de EM. .

Obando, AMR; Rosales, RB; Viveros, DRC. 2014. Producción de dos cepas de Frankia sp. aisladas de Alnus acuminata H.B.K. por fermentación fed-batch (en línea). Revista de Investigación Agraria y Ambiental . DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.925>.

Pasteuria penetrans - EcuRed. 2010. (en línea, sitio web). Consultado 7 sep. 2020. Disponible en https://www.ecured.cu/Pasteuria_penetrans.

PINO, F. 2005. Las Bacterias Gram Positivas (en línea, sitio web). Consultado 21 ago. 2020. Disponible en <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/2010/10/23/las-bacterias-gram-positivas>.

Rodriguez, M. 2010. (PDF) Pasteuria penetrans COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO DE Meloidogyne spp (en línea, sitio web). Consultado 7 sep. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262658450_Pasteuria_penetrans_COMO_AGENTE_DE_CONTROL_BIOLOGICO_DE_Meloidogyne_spp.

Rodríguez, PA. 2018. Hans Christian Gram y su tinción. .

Sanchez, J; Villegas, J; Marquez, L. 2007. (PDF) Los actinomicetos en la fertilidad y producción agrícola (en línea, sitio web). Consultado 26 ago. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/339438420_Los_actinomicetos_en_la_fertilidad_y_produccion_agricola.

Schlegel, H; Zaborosch, C. 1997. Microbiología General Schleguel.pdf - Google Drive (en línea, sitio web). Consultado 20 ago. 2020. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1-08v-kOPBTj1iqk0gs7Y5EIHJbWfYTIh/view>.

- Soler Hernández, A. 2012. Biodiversidad de actinomicetos aislados de plantas depuradoras de aguas residuales. Estudio de la capacidad de biodegradación de compuestos tóxicos (en línea). Valencia (Spain), Universitat Politècnica de València. DOI: <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/14982>.
- Tejera-Hernández, B; Rojas-Badía, M; Heydrich-Pérez, M. 2011. Potencialidades del género Bacillus en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. .
- Tortora, GJ; Funke, BR; Case, CL. 2007. Introducción a la microbiología. s.l., Ed. Médica Panamericana.
- TTBEV-388.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 26 ago. 2020. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/904/TTBEV-388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Villarreal-Delgado, MF; Villa-Rodríguez, ED; Cira-Chávez, LA; Estrada-Alvarado, MI. 2017. (PDF) El género Bacillus como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1706-5>.
- Villarreal-Delgado, MF; Villa-Rodríguez, ED; Cira-Chávez, LA; Estrada-Alvarado, MI; Parra-Cota, FI; Santos-Villalobos, S de los; Villarreal-Delgado, MF; Villa-Rodríguez, ED; Cira-Chávez, LA; Estrada-Alvarado, MI; Parra-Cota, FI; Santos-Villalobos, S de los. 2018. El género Bacillus como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola (en línea). Revista mexicana de fitopatología . DOI: <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>.