

**Evaluación del bio-tratamiento integral de la empresa Blueplanet Labs, en el mejoramiento del rendimiento productivo en un cultivo de soya – *Glycine Max* (L) Merr, en una localidad del departamento del Valle del Cauca, Colombia.**

Julián Andrés González Toro

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Agrónomo.

Director

Manuel Francisco Polanco Puerta IA; MSc; PhD.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Centro de Innovación y Productividad CIP Dosquebradas

Programa de Agronomía.

2024

Nota de Aceptación

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

## Dedicatoria

Dedico este logro especialmente a DIOS y a mi MADRE. Mi creador quien me obsequio la vida, la salud y me bendijo con todas las capacidades y habilidades necesarias para hacer realidad cada una de mis metas, permitiéndome ser el arquitecto de mi historia.

También le agradezco infinitamente por el don y privilegio maravilloso de mi madre Blanca Ruby Toro de González quien me apoyo, motivo, e inspiro para seguir adelante y cumplir este anhelo profesional; se lo dedico a ella con todo mi corazón y gratitud porque sin su amor, fe, lealtad y entrega incondicional este logro no hubiese sido posible.

Lo dedico también a todas esas personas maravillosas que DIOS ha puesto en mi camino y aportaron de manera directa o indirecta al cumplimiento de esta meta.

Del mismo modo a todas/os aquellas personas que de una u otra manera espero beneficiar con los conocimientos, destrezas y habilidades que pude adquirir a lo largo de mi experiencia universitaria y lograre poner al servicio de todas las y los productores que Dios pondrá en mi ejercicio de la agronomía y a los cuales espero brindar lo mejor de mí en todos los aspectos profesionales y personales.

Asimismo, lo dedico muy especialmente a mis 2 sobrinos Dahiana Sofia Y Juan David por ser junto a mi madre el combustible y la motivación que me dieron la energía, inspiración y fortaleza para seguir adelante en medio de las adversidades y de mis múltiples desaciertos humanos.

Igualmente, a mis abuelos Rosalba Ríos, Francisco Toro, Enrique González, y a mi tía Aura María González, todos ellos que desde el cielo estoy seguro de que con sus plegarias y amor también han hecho posible este logro.

Finalmente, a mi padre Fabio Antonio González, a mi tía María Olga Toro Ríos, a mi prima Fanny González y a toda mi familia en general porque también de alguna manera han contribuido para convertirme en lo que ahora soy y en lo que seré el resto de mi vida.

## **Agradecimientos**

A todas las personas que han hecho parte de los momentos y circunstancias alegres y tristes que han edificado el camino hacia este título universitario.

Muy especialmente mi gratitud está dirigida a mis Docentes Manuel francisco Polanco y Juan Carlos padilla de la UNAD, quienes fueron las 2 personas con las que más tuve el privilegio de interactuar y compartir en mi proceso académico y además me brindaron su apoyo, sabiduría, conocimiento y gran empatía durante toda esta etapa y sé que contare con ellos hasta el fin de nuestros días.

De igual forma, a todo el equipo y el recurso humano en general que hace parte de la familia Unadista, porque gracias a ellos la institución se mueve y se desarrolla cada día más haciendo posible que muchos colombianos alcancemos el sueño de un título universitario.

Un millón de gracias a DIOS y a todas/os ustedes.

## Resumen

Se entiende por bio-tratamiento integral en agricultura, al conjunto de métodos que utilizan las actividades naturales de plantas o microorganismos para reestablecer ambientalmente los sistemas productivos agrícolas. Formulaciones biológicas que cumplen funciones como: Humificación de biomasa – Biorremediación del suelo – Bioestimulación fisiológica – Supresión fitosanitaria, hacen parte del paquete biotecnológico de insumos agrícolas que la empresa BluePlanet Labs ofrece como bio-tratamiento integral para una producción agrícola sostenible ambiental y económicamente. Se evaluó la eficacia de esta innovadora biotecnología, calculando su impacto en el rendimiento productivo de un cultivo de soya, localizado en el municipio de Cartago, corregimiento Zaragoza, en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, a una altitud de 923 m.s.n.m., para este estudio se utilizó una parcela de producción de soya comercial con un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos, correspondientes a tratamiento T0: (5 hectáreas), bajo un manejo convencional, y tratamiento T1: (5 hectáreas), bajo un manejo convencional más las formulaciones Bioestimulantes de BluePlanet Labs. Pese al incremento en el rendimiento productivo (21%) como resultado de la aplicación de los bioestimulantes en el tratamiento T:1, no se logró una significativa rentabilidad debido a la alta inversión generada por la aplicación simultánea de insumos de síntesis química y las formulaciones de BluePlanet. Nuevas investigaciones basadas en un manejo sostenible que contemple la sustitución total o parcial del uso de agroquímicos por insumos biológicos son necesarias.

**Palabras claves:** Bio-tratamiento Integral; Humificación de biomasa; Biorremediación del suelo; Bioestimulación fisiológica; Supresión fitosanitaria; Desarrollo sostenible; Crecimiento verde.

## Abstract

Comprehensive bio-treatment in agriculture is understood as the set of methods that use the natural activities of plants or microorganisms to environmentally reestablish agricultural production systems. Biological formulations that fulfill functions such as: Biomass humification – Soil bioremediation – Physiological biostimulation – Phytosanitary suppression, are part of the biotechnological package of agricultural inputs that the company BluePlanet Labs offers as a comprehensive bio-treatment for environmentally and economically sustainable agricultural production. The effectiveness of this innovative biotechnology was evaluated, calculating its impact on the productive performance of a soybean crop, located in the municipality of Cartago, Zaragoza district, in the department of Valle del Cauca, Colombia, at an altitude of 923 meters above sea level, to This study used a commercial soybean production plot with a completely randomized experimental design with two treatments, corresponding to treatment T0: (5 hectares), under conventional management, and treatment T1: (5 hectares), under conventional management. plus BluePlanet Labs Biostimulant formulations. Despite the increase in productive performance (21%) as a result of the application of biostimulants in the T:1 treatment, a significant profitability was not achieved due to the high investment generated by the simultaneous application of chemical synthesis inputs and BluePlanet formulations. New research based on sustainable management that contemplates the total or partial replacement of the use of agrochemicals with biological inputs is necessary.

**Keywords:** Integral Bio-treatment; Biomass humification; Soil bioremediation; Physiological biostimulation; Phytosanitary suppression; Sustainable development; green growth.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	12
Justificación .....	14
Planteamiento del problema.....	16
Hipótesis de investigación .....	18
Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos .....	19
Marco referencial .....	20
Materiales y Métodos.....	26
Macro localización.....	26
Micro localización .....	27
Material vegetal .....	28
Equipos y materiales.....	30
Análisis de la información .....	33
Resultados.....	34
Discusión.....	41
Conclusiones .....	45
Recomendaciones .....	46
Referencias bibliográficas.....	47

Apéndice.....	53
Apéndice A.....	53
Apéndice D.....	55
Apéndice C.....	58

### Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Diseño experimental de los tratamientos en el manejo del cultivo de la soya.</i> .....	32
Tabla 2. <i>Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable número de vainas/planta de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.</i> .....	34
Tabla 3. <i>Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable peso de vainas/planta (g) de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.</i> .....	35
Tabla 4. <i>Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable peso del grano (g/planta) de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.</i> .....	36
Tabla 5. <i>Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable rendimiento (kg/ha) de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.</i> .....	38
Tabla 6. <i>Cuadro comparativo de costos y rentabilidad entre los tratamientos</i> .....	39

## Lista de Figuras

Figura 1. <i>Registro fotográfico de los tratamientos</i> .....	28
Figura 2. <i>Registro fotográfico toma de muestras a campo</i> .....	29
Figura 3. <i>Registro fotográfico muestras recolectadas</i> .....	29
Figura 4. <i>Registro fotográfico separación semillas</i> .....	30
Figura 5. <i>Pesaje de las muestras</i> .....	31

## Introducción

La soya (*Glycine max* (L) Merr) especie perteneciente a la familia de las leguminosas cuenta con una gran y destacada importancia a nivel global por sus múltiples usos especialmente en la industria alimentaria tanto para consumo animal como humano, nuestro gran interés por esta especie radica en su alto contenido de proteína y la calidad de su aceite (el grano seco contiene en promedio un 40% de proteína y un 20% de aceite). Su enorme contribución a la industria además de su enorme valor natural y nutraceútico, la posicionan como la oleaginosa de mayor importancia en el mundo (Rubio & Molina, 2016).

La demanda y producción global de soya continúa incrementándose por causas como la urgente necesidad de satisfacer la constante demanda de alimentos para la creciente población mundial; estimaciones del Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GCMA, 2022), apuntaron que para el ciclo de cosecha 2022 /2023, la producción mundial de soya ascenderá hasta los 394.7 millones de toneladas, superando por 13% a lo proyectado para el periodo actual. Del total producido, 43% se destinaría al comercio internacional, con lo que dichos intercambios cifrarían los 170 millones de toneladas, con Brasil como el principal participante en los envíos, abarcando 52% de ellos, es decir, 88.5 millones de toneladas (FAO, 2023).

Colombia, a pesar de tener condiciones agroecológicas ideales para la producción de soya, en el año 2022 importó 477.535 toneladas, de las cuales 99,9% son provenientes de Estados Unidos, mientras que 0,01% viene de China. Esta materia prima es usada principalmente en Antioquia (108.000), Valle del Cauca (101.000), Bogotá (87.000) y Santander (69.000). La torta de soya fue traída principalmente de Estados Unidos, con un total de 1,45 millones de toneladas (83,73%); seguida de Argentina, con 161.933 (9,38%); y Bolivia, con 117.426

millones. Nuevamente, Antioquia es el departamento con mayores importaciones, con 537.000 toneladas; seguido de Valle del Cauca, con 365.000; y Bogotá, con 268.000 (Agronegocios, 2023).

Tomando en cuenta lo anterior y en concordancia con la imperiosa tendencia mundial hacia el enfoque de desarrollo sostenible, validamos la importancia de la creación y aplicación de nuevas biotecnologías innovadoras y sostenibles ambiental, social y económicamente, que garanticen la base de los recursos naturales necesarios para el sano desarrollo de la sociedad actual y de las futuras generaciones, es aquí donde un portafolio de productos como el Bio-tratamiento integral de la empresa BluePlanet Labs, cobran gran valor a la hora de proveer los bioinsumos requeridos para la transición de una agricultura convencional a una agricultura ecológica y sostenible.

El objetivo de esta investigación es evaluar el potencial que tiene la biotecnología de la empresa BluePlanet Labs, con su portafolio de insumos biológicos con aplicación en el sector agrícola, para mejorar los rendimientos productivos en un cultivo de soya.

## Justificación

La soya (*G. max.*) es una leguminosa que crece en zonas tropicales, subtropicales y templadas del planeta, y es considerada como la principal oleaginosa para la alimentación animal y humana, gracias a su alto contenido de proteína (35 a 50 %) y de aceites (15 a 25 %) (Caicedo-Guerrero et al., 2020).

En Colombia, la soya es una materia prima proteica utilizada en la fabricación de alimentos balanceados, especialmente para la cadena productiva avícola y porcícola, además de otros usos alternos como la elaboración de ensilajes en la cadena productiva cárnica y láctea y, es un alimento rico en aminoácidos esenciales, con beneficios muy importantes para la nutrición y salud de los seres humanos Rueda-Agudelo & Giraldo-Mejía (2018). Otro valor adicional de la soya radica en su condición de cultivo obligado de rotación dentro de los diversos sistemas regionales de producción: maíz/soya en el Valle del Cauca, arroz/soya en los Llanos Orientales o sorgo/soya y Tolima y Valle del Cauca (Valencia r & Ligarreto M, 2010).

En la actualidad, la crisis mundial de alimentos generada entre otras causas por los altos costos de producción, los impactos negativos del cambio climático, la pérdida de suelo fértil, el deterioro de los agroecosistemas por el uso indiscriminado de agrotóxicos, el aumento de la población y los conflictos políticos mundiales, además de la creciente demanda de materias primas como la soya y el auge de los biocombustibles crean un escenario favorable para la producción de esta leguminosa en Colombia, siempre y cuando reorientemos nuestro modelo productivo hacia una agricultura sostenible que tenga como uno de sus pilares fundamentales el uso de nuevos paquetes biotecnológicos amigables con el planeta y todos sus seres vivos.

De acuerdo con la plataforma de estadísticas de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya ((FENALCE, 2021), Colombia importó de Estados Unidos el 79,7% de la soya y el 97% del maíz amarillo. Debido a factores como la devaluación del peso y la crisis global de la logística y el transporte, al país le están saliendo altamente costosas estas compras .

“En el caso de la soya el incremento fue de 10%, pues el mercado pasó de importar 433.823 toneladas en 2021, a 477.535 toneladas en 2022. En esa línea, las importaciones de torta de soya subieron 9,5% en el mismo periodo” (Agronegocios, 2023).

El Valle del Cauca ha dejado de ser un gran productor de soya, y el departamento del Meta se ha posicionado como el principal productor de esta leguminosa en el país. Según la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya, de acuerdo con Muñoz et al., (2016), se puede indicar lo siguiente;

Este cultivo ha presentado un auge importante en la zona de la altillanura del Meta donde en el primer semestre 2022 se sembró el 97 % del área nacional, equivalente a 41.572 hectáreas con una producción de 112.243 toneladas. Por su parte, en el departamento del Valle del Cauca se cultivó el 2,3 % del área para el primer semestre del año anterior equivalente a 1.000 hectáreas y con una producción de 3.000 toneladas.

“El enfoque de Crecimiento Verde (CV) ha sido adoptado recientemente por Colombia como uno de los pilares para estructurar su desarrollo socioeconómico” (Muñoz et al., 2016). Busca fomentar el crecimiento económico y el desarrollo al tiempo que se garantiza que los activos naturales continúen proporcionando los recursos y servicios ambientales que hacen posible el bienestar humano. Esto supone catalizar la inversión y la innovación, lo que será la

base de un crecimiento sostenido y dará lugar a nuevas oportunidades económicas (OCDE et al., 2015). Otra definición es la del banco mundial que lo describe como el crecimiento que es eficiente en su uso de los recursos naturales, limpio en el sentido que minimiza la contaminación y los impactos ambientales, y resiliente en la medida que da cuenta de los riesgos naturales y el papel de la gestión ambiental y del capital natural en la prevención de desastres físicos.

Tomando en cuenta lo anterior y en concordancia con la imperiosa tendencia mundial hacia el enfoque de desarrollo sostenible, validamos la importancia de la creación y aplicación de nuevas tecnologías innovadoras y sostenibles ambiental, social y económicamente, que garanticen la base de los recursos naturales necesarios para el sano desarrollo de la sociedad actual y de las futuras generaciones, es aquí donde productos como los bioinsumos elaborados por la empresa BluePlanet Labs, cobran gran valor a la hora de proveer los insumos requeridos para la transición de una agricultura convencional a una agricultura ecológica.

### **Planteamiento del problema**

El modelo de agricultura convencional caracterizado por una alta dependencia y un uso irresponsable de enormes cantidades de agroquímicos de origen sintético y de productos derivados de los hidrocarburos, además de las malas prácticas agropecuarias que durante siglos han predominado y van totalmente en contra de los principios naturales y la conservación de la estructura y función de los distintos ecosistemas, han generado efectos devastadores y en muchos casos irreversibles en los sistemas naturales de nuestro planeta, convirtiéndose así en un modelo productivo insostenible y asesino, que día a día avanza de manera implacable colocando en riesgo de extinción a la mayoría de especies que habitan el planeta incluyendo la nuestra.

Tomando en cuenta lo anterior, Se hace urgente la necesidad de redirigir la agricultura hacia un nuevo modelo productivo con enfoque agroecológico más amigable con el medio

ambiente y más sensible con todos los actores y recursos que hacen parte de esta gran cadena productiva, dando origen al establecimiento de agroecosistemas manejados desde una visión integral y sustentable, que además garantice la disponibilidad de recursos para las nuevas generaciones y este alineada con la nueva perspectiva mundial de desarrollo sostenible que busca el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

Riccioppo, (2011) en su estudio “Agroquímicos: Sus efectos en la población -Medidas de prevención” hace referencias en relación a que hay 6 millones de productos potencialmente tóxicos que fueron creados en el siglo XX de los que se usan unas 100.000 sustancias con efectos cancerígenas en el mundo y sólo en un 10% se conocen sus efectos a mediano plazo. Existen más de 600 ingredientes activos y alrededor de 50.000 formulaciones de plaguicidas, algunas de las cuales contienen solventes orgánicos y otros compuestos, que pueden agregar riesgos tóxicos a este grupo muy heterogéneo de mezclas.

Según Boroukhovitch (1992), el uso desmedido e inadecuado de los agroquímicos genera problemas bioecológicos y deterioro del medio ambiente; la eliminación de enemigos naturales de plagas y enfermedades, resistencia de plagas, surgimiento de nuevas especies como plagas y eliminación de organismos benéficos son algunos de los principales (Devine et al., 2008). Diferentes especies de microorganismos que son regulados de forma natural aumentan en número constituyéndose así en una plaga, esto sucede cuando sus enemigos naturales (parásitos o depredadores) son exterminados por agentes químicos (plaguicidas). Por otra parte, el uso excesivo de agroquímicos puede generar cierta resistencia de las plagas, ocasionando que al cabo de varios meses el plaguicida ya no sea eficiente aun cuando se aumente la dosis y la frecuencia de su aplicación (Andrade & Fabricio, 2017).

Con relación a la contaminación ambiental, el detrimento de la calidad del agua es uno de los mayores problemas relacionados con el uso de agroquímicos. Esto es debido a factores como: lixiviación y percolación hacia capas freáticas, deriva de pulverizaciones, mal manejo de desechos de agroquímicos y de sus recipientes (Boroukhovitch, 1992).

La Agroecología nace como una ciencia para afrontar los problemas de sustentabilidad y detrimento ecológico originados por la agricultura moderna convencional, de acuerdo con lo establecido por Méndez & Gliessman, (2002), donde indican lo siguiente:

“La ciencia agroecológica se desarrolló en la crisis ambiental de la Revolución Verde, la cual coincidió con un incremento sin precedentes en el consumo de energías no renovables” (Romero Pereira & Higinio Pulido, 2021).

Son evidentes y múltiples los estudios científicos que demuestran la apremiante necesidad de reorientar todos nuestros modelos productivos actuales para ajustarlos a las nuevas políticas mundiales de desarrollo sostenible.

Biotecnologías innovadoras como los consorcios bacterianos de las formulaciones de BluePlanet Labs que contribuyen al restablecimiento ambiental de los sistemas productivos agrícolas, armonizan con los principios fundamentales de la denominada agroecología.

### **Hipótesis de investigación**

¿Se pueden mejorar los rendimientos productivos en el cultivo de Soya – G. max, con la aplicación del Biotratamiento integral de la empresa BluePlanet Labs?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar la efectividad del bio-tratamiento integral de la empresa BluePlanet Labs, en el mejoramiento del rendimiento productivo en un cultivo de Soya – Glycine max, localizado en el corregimiento de zaragoza, municipio Cartago, al norte del departamento del Valle del Cauca, en Colombia.

### **Objetivos específicos**

Determinar el potencial del Biotratamiento integral de Blueplanet para mejorar el rendimiento productivo en el cultivo de soya.

Determinar la viabilidad económica y el potencial que tiene el biotratamiento integral como posible sustituto de insumos químicos tradicionalmente utilizados en el cultivo de soya.

## Marco referencial

Las bacterias que ejercen un impacto positivo sobre el desarrollo o crecimiento de los vegetales se conocen a nivel global como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (pgpb, por sus siglas en inglés). Los efectos positivos de estas bacterias se han atribuido tradicionalmente a su capacidad para incrementar la disponibilidad de nutrientes y sintetizar hormonas vegetales como el ácido indolacético, las giberelinas, etc. Díaz et al., (2018). Sumado a los beneficios antes mencionados, en la actualidad se está investigando y demostrando ampliamente el papel crucial de estos microorganismos en la prevención y la mitigación de condiciones de estrés como sequía, salinidad sódica o presencia de metales pesados.

Los descubrimientos de nuevas tecnologías en biología molecular señalan el camino a la generación de organismos modificados genéticamente, los cuales podrán ejercer un mayor potencial como insumo agrícola (Díaz et al., 2018). Cabe resaltar que se requiere un conocimiento profundo de los mecanismos moleculares que entran en juego y de la ecología de estos organismos en el suelo (Díaz et al., 2018). Como ejemplo, podemos mencionar el descubrimiento de genes específicos asociados a la solubilización de fosfato que pueden llegar a promover la generación de microorganismos que favorezcan el crecimiento de las plantas en suelos con baja disponibilidad de fósforo.

Por otro lado, un mayor conocimiento de la composición y de las interacciones del microbioma de la planta puede propiciar la generación de cocteles de microorganismos que otorguen un mayor impacto en el desarrollo de las plantas en comparación con el uso de especies individuales (Fadiji & Babalola, 2020). Estos avances biotecnológicos prometen cambios rentables y más limpios en las técnicas de manejo de los cultivos.

Estas bacterias, usadas como inoculante biológico, ejercen un efecto medible y positivo sobre las plantas. Su efecto puede ser directo, incrementando la disponibilidad de nutrientes o a través de la síntesis de moléculas que favorecen el crecimiento de la planta, o indirecto, a través de amensalismo o competencia con organismos que tienen potencial patógenos o por medio de la prevención o reducción de estreses abióticos (Rojas-Tapias et al., 2012).

El uso de pggpb en la agricultura sostenible ha cobrado gran relevancia en las últimas décadas, gracias a sus efectos beneficiosos sobre el suelo y la productividad de los cultivos, además de su impacto en la reducción del uso de fertilizantes de síntesis química, en cuya producción se emplean enormes cantidades de combustibles fósiles (Ramakrishna et al., 2019).

Dentro de la diversidad filogenética de especies de organismos pertenecientes al grupo de las pggpb, sus principales miembros están relacionados a los filos Firmicutes y Proteobacteria (Díaz et al., 2018) En el filo Firmicutes, encontramos, por ejemplo, el género *Bacillus* que cuenta con algunas especies de gran importancia en la agricultura. En el filo Proteobacteria, tenemos la clase Gammaproteobacteria, en el microbioma de la rizósfera destacan géneros como *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Serratia*, *Pantoea*, *Psychrobacter*, *Enterobacter* y *Rahnella* en los que se está observando un buen potencial, del mismo modo que los géneros *Burkholderia* y *Achromobacter*, de la clase Betaproteobacteria (Batista et al., 2018).

Estos géneros bacterianos han sido ampliamente reportados en los estudios científicos, ya que presentan diferentes actividades vinculadas al desarrollo y crecimiento de diferentes especies vegetales. A continuación, se mencionan algunos de los mecanismos estudiados por medio de los cuales las pggpb tienen el potencial de favorecer el desarrollo vegetal, estos incluyen estrategias directas e indirectas; entre las directas, encontramos: la fijación biológica de nitrógeno, producción de sustancias estimuladoras, modulación de hormonas vegetales. Con respecto a las

estrategias indirectas para estimular el crecimiento de las plantas, destacamos las siguientes: producción de sideróforos, producción de enzimas hidrolíticas y antibióticos y la producción de biopelículas (Etesami & Maheshwari, 2018).

Los microorganismos de vida libre son aquellos que habitan en la rizósfera pero no tienen la capacidad de colonizar el tejido vegetal. Por lo tanto, este tipo de microorganismos presenta un bajo grado de intimidad con la planta comparado con los otros dos tipos de interacciones entendidas como la simbiosis y el endofitismo mutualista. La asociación planta-microorganismos se mantiene debido a que estos organismos pueden aprovechar las fuentes de carbono y otros nutrientes presentes en los exudados de las raíces, y, en retribución, algunos de ellos producen moléculas que afectan positivamente el crecimiento de la planta.

Algunas de estas bacterias tienen la capacidad de producir exopolisacáridos que les permiten adherirse firmemente a la raíz. La síntesis microbiana de este tipo de compuestos puede presentar efectos positivos al incrementar la intimidad de la interacción y por consiguiente el efecto de estas moléculas benéficas, además puede ayudar a prevenir o mitigar estreses abióticos, como la presencia de metales pesados, la salinidad sódica o la sequía (Etesami & Maheshwari, 2018).

En un estudio denominado “Respuesta de la soya a inoculantes microbianos en el norte de Tamaulipas, México” Díaz Franco et al., (2015), se obtuvieron los siguientes resultados

De los inoculantes microbianos evaluados en soya bajo condiciones de invernadero, se obtuvo la mayor efectividad con la inoculación independiente o combinada de los tratamientos Cell-Tech y micorriza INIFAP. Estos mismos tratamientos demostraron en campo que la mayor biomasa, número de vainas, peso de grano por planta y

rendimiento de grano, se obtuvieron con la coinoculación de Cell-Tech y micorriza INIFAP en suelo con o sin fertilización inorgánica (18-40-00). Los resultados de validación indicaron que los mayores rendimientos se registraron con la coinoculación de Cell-Tech y micorriza INIFAP, con o sin la fertilización inorgánica. El análisis económico mostró que la mayor rentabilidad (B/C= 1.8) de la producción de soya fue con la coinoculación en suelo no fertilizado.

### **Plataforma tecnológica de BluePlanet Labs**

Según Blueplanet Labs, (2019), esta tecnología se viene desarrollando hace más de 32 años para restaurar ambientalmente sistemas productivos agrícolas, con consorcios de bacterias promotoras de crecimiento vegetal -BPCV, puras, enteras, en estado de dormancia. Con nivel de bio seguridad BSL #1, sin riesgo para la salud animal, humana ni vegetal y sin transformación genética -nOGM.

#### Aplicaciones de la tecnología

- Bio remediación de suelos contaminados o agotados.
- Bio estimulación fisiológica del sistema rizogénico y vegetativo.
- Supresión y control fitosanitario de amplio espectro.
- Restauración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.
- Humificación de residuos orgánicos.

### **Diversidad de microorganismos en los productos BluePlanet**

Existen tres tipos de microorganismos en la línea bioestimulante incluyendo bacterias fotosintéticas que suministran energía a partir de la luz, fijan nitrógeno y carbono, degradan químicos tóxicos y suministran carbono orgánico a las plantas para su crecimiento (Universidad de Granada, 2019)

Cepas de bacterias nitrificantes responsables de mantener el ciclo del nitrógeno. Mejoran los suelos al descomponer químicos tóxicos residuales tales como pesticidas. También descomponen sustancias orgánicas complejas para proporcionar nutrientes a las plantas.

Esporas Bacillus conocidas como productoras de auxinas, hormonas y otras sustancias que promueven el vigor de las plantas. También descomponen compuestos orgánicos complejos para producir formas de más fácil asimilación por las plantas.

### **Descripción de los productos utilizados**

Selección de las formulaciones y mecanismos de acción

**SR + Kit.** – Es una formulación que dinamiza la vida biológica en el suelo, generando reacciones biofísicas y bioquímicas, como la mineralización de la materia orgánica, con lo que se mejora la estructura del suelo, la oxidación, nitrificación, entre otras que solubilizan y disponen los macros y micronutrientes esenciales de la rizósfera.

**SR Kit** – Aumenta el espectro de onda de luz solar, fijando Adenosina-trifosfato -ATP, puro de la atmosfera, impulsando por ello el proceso fotosintético, que energiza las plantas para un funcionamiento óptimo del sistema fisiológico.

**Chitatrol BioF** – Suprime y controla un amplio espectro de microorganismos en exceso poblacional que causan afectaciones fitosanitarias a las plantas, mediante diferentes mecanismos de regulación natural y de control como antagonismo, exclusión competitiva, inhibición, entre otros.

**Chitatrol BioN** – Con mecanismos de acción como degradación de oviposiciones y de primeros instar larvales, parasitismo, regula y controla de manera natural blancos biológicos de interés.

**ACF SC** – Es un consorcio de bacterias estabilizadas para acelerar la humificación controlada de la materia orgánica, disponiendo un banco nutricional balanceado y completo de manera oportuna para las plantas.

## Materiales y Métodos

### Macro localización

Ubicación, extensión y límites del Valle del Cauca: El Departamento del Valle del Cauca está situado al suroccidente del país, formando parte de las regiones andina y pacífica; localizado entre los 05°02'08" y 03°04'02" de latitud norte y a los 72°42'27" y 74°27'13" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 22.140 km<sup>2</sup> lo que representa el 1.9 % del territorio nacional. Limita por el Norte con los departamentos de Chocó, Caldas y Quindío; por el Este con los departamentos del Quindío y Tolima, por el Sur con el departamento del Cauca y por el Oeste con el océano Pacífico y el departamento del Chocó (Gobernación del Valle, 2018).

El Departamento del Valle del Cauca está dividido en 42 municipios, 88 corregimientos, 531 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados. Los municipios están agrupados en 41 círculos notariales, con un total de 69 notarías, un círculo principal de registro con sede en Cali y 7 oficinas seccionales de registro con sede en Buenaventura, Buga, Cartago, Palmira, Roldanillo, Sevilla y Tuluá; 2 distritos judiciales, Cali y Buga; al primero le corresponden los circuitos judiciales de Cali, Palmira y Buenaventura; al segundo los de Buga, Cartago, Roldanillo, Tuluá y Sevilla. El Departamento conforma la circunscripción electoral del Valle del Cauca (Gobernación del Valle, 2018).

Gentilicio: Vallecaucano

Superficie: 22.140 km<sup>2</sup>

Población: 4'566.875 Habitantes (DANE, 2015).

Densidad: 204.31 Hab/Km<sup>2</sup>

Capital: Cali – 2'344.734 Habitantes (DANE, 2015).

## Micro localización

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Cartago, situado al norte del departamento del Valle del Cauca, en una finca llamada Maracaibo, localizada en el corregimiento de zaragoza, con la siguiente georreferenciación: Latitud 4,6933218 norte – Longitud -75,9291512 oeste - Altitud 923 metros (3.028 pies). Cartago se encuentra ubicado en la Cordillera Central perteneciente a la Región Andina de Colombia, en una planicie a una altura de unos 917 msnm. Por el municipio pasan, por un costado el río Cauca y paralelo a la ciudad el río La Vieja, que, además, este último sirve de frontera natural con el departamento de Risaralda y es el río tutelar del cual se abastece la zona urbana. El territorio es plano y ligeramente ondulado. Tiene un área total de 279 km<sup>2</sup>. También Cartago limita con el departamento del Quindío (Lugares que Ver, 2023).

Limita con Ansermanuevo y Toro al occidente, Pereira, capital del departamento de Risaralda al norte, Ulloa y Alcalá en el Valle y Quimbaya Quindío al oriente y Obando al sur. Con temperatura promedio de 25 grados centígrados. El último censo arrojó más de 133 mil habitantes. Cartago se encuentra ubicada en el altiplano vallecaucano junto al río La Vieja al norte que lo separa de Risaralda y el río Cauca al occidente (Diario Occidente, 2024).

En la planicie del Valle Geográfico del Río Cauca en la cual se sitúa el predio donde se desarrolló la investigación, predominan suelos con dominio de ion Mg<sup>2+</sup> en el complejo de cambio, especialmente asociado con vertisoles, lo que ocasiona un marcado efecto sobre las propiedades del suelo y las plantas.

Los suelos magnésicos de forma general se caracterizan por ser arcillosos (>30%) muy plásticos con altos COEL (>0.09), inestable y sin estructura (masivos), con alta densidad aparente en seco ( $D_a > 1.7\text{Mg/m}^3$ ) y baja porosidad total (<35%), presentan cambios importantes

de volumen y grietas a medida que se pierde humedad. Estos suelos también tienen alta retención de humedad, limitada disponibilidad de agua para las plantas, baja tasa de infiltración y muy lenta conductibilidad hidráulica.

En esta zona se presenta una precipitación media anual entre 800 y 1200 mm caracterizado por régimen pluviométrico bimodal, evaporación media anual de 1600 mm. Por lo anterior, se hace necesario la aplicación de riegos suplementarios para la eficiente producción agrícola.

### Material vegetal

La especie cultivada fue la variedad de soya FNS 01 se caracteriza por su alto potencial de rendimiento, buena ramificación y mayor número de vainas por nudo y por planta. Presenta 2,8 granos por vaina con un índice de semilla de 16 gr. Y es una variedad rustica adaptada a las condiciones ambientales de la zona (FENALCE, 2021).

**Figura 1.**  
*Registro fotográfico de los tratamientos*



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 2.**  
Registro fotográfico toma de muestras a campo



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 3.**  
*Registro fotográfico muestras recolectadas*



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 4.**

*Registro fotográfico separación semillas*



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Equipos y materiales**

Para la recolección, toma de datos y pesaje de las muestras se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Balanza gramera: Para determinar el peso de los granos de soya se utilizó una balanza gramera marca Kalley, referencia K-MGC01
- Cámara fotográfica: Para llevar el registro fotográfico detallado de la evaluación
- Agenda de apuntes, lápiz, borrador y marcadores: Para consignar los datos y valores obtenidos en cada muestreo y en cada etapa del proceso de evaluación
- Bolsas plásticas y de papel: Para depositar las muestras de los órganos vegetales recolectados para la evaluación

**Figura 5.**  
*Pesaje de las muestras*



Fuente: Elaboración propia, 2022

## **Metodología**

### **Diseño experimental**

Para el ensayo se estableció un diseño completamente al azar, compuesto por:

Dos (2) tratamientos

Una (1) repetición por tratamiento

### **Tamaño de la unidad experimental**

Tratamiento T0: 5 hectáreas

Tratamiento T1: 5 hectáreas

## Esquema del diseño experimental

**Tabla 1.**

*Diseño experimental de los tratamientos en el manejo del cultivo de la soya.*

Diseño experimental	Tratamientos	
Completamente al Azar	I	T0 - R1
	II	T1 - R1

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

### Donde:

Tratamiento T0: Con un manejo convencional a base de insumos de síntesis química

Tratamiento T1: Con un manejo convencional más las formulaciones de BluePlanet Labs.

### Variables evaluadas

- Numero de Vainas/planta
- Peso Vainas/planta (g)
- Peso Semillas/planta (g)
- Rendimiento (kg/ha)

### Descripción metodología para la exploración de variables

Para la obtención de datos confiables que arrojaran resultados reales y exactos fue necesario tomar las muestras definitivas un día antes de la cosecha, para de esta manera cumplir con el parámetro de humedad en grano óptimo para la recolección, la cual para el caso de la variedad de soya FNS 01 se ubica entre un 13-14%.

### **Descripción proceso toma de muestras a campo**

Se eligen cuatro (4) puntos estratégicos de muestreo por cada tratamiento, a continuación, se procede a recolectar el total de vainas de doce (12) plantas de soya en cada uno de los sitios de muestreo previamente establecidos, para un total de 48 plantas por lote.

Con las muestras obtenidas se puede llevar a cabo la evaluación de cada una de las variables de estudio, gracias a que este órgano vegetal fue la fuente principal de información para los resultados de la investigación.

Como estrategia para obtener datos previos que nos permitieran predecir el posible resultado de la investigación, en el día 77 del ciclo de vida del cultivo se realizó un conteo de vainas siguiendo el mismo protocolo antes mencionado, con la diferencia que para este muestreo a campo no se extrajeron las vainas.

### **Análisis de la información**

El análisis de la información se realizó a través de Prueba de Hipótesis con el Método de Satterthwaite para la comparación de promedios de tratamientos. Se obtuvieron diferencias significativas entre los dos tratamientos.

## Resultados

### Variable número de vainas/planta

El número de vainas/planta al relacionarse con el número de granos/vaina constituye el componente fundamental del rendimiento. De acuerdo con los resultados de la Prueba de Hipótesis - Método de Satterthwaite para la comparación de promedios de tratamientos (Tabla 2.), se evidencia que el valor de la media del tratamiento BluePlanet con 36.77 vainas/planta difiere significativamente de la media asociada a la práctica de manejo convencional con 30.31 vainas/planta.

**Tabla 2.**

*Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable número de vainas/planta de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.*

Tratamiento	Método	n	Medi a	Desve st	Error Estándar	Varianzas	Gli	Pr >   t
<b>Manejo Convencional</b>	-	4 8	30,31	9,10	1,31	-	-	-
<b>Blue Planet</b>	-	4 8	36,77	15,75	2,27	-	-	-
<b>Diff (1-2)</b>	<b>Agrupado</b>		-6,46	12,86	2,63	<b>Homogéne as</b>	94, 0	0,016
<b>Diff (1-2)</b>	<b>Satterthwai te</b>		-6,46		2,63	<b>Diferentes</b>	75, 2	0,016
<b>Test de Igualdad de Varianzas</b>								
<b>Método</b>	<b>Pr &gt; F</b>							
<b>Folded F</b>	0,0003							

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

De acuerdo con una investigación de los rendimientos obtenidos en diferentes líneas mejoradas de soya en un estudio realizado en el Valle Geográfico del Rio Cauca (Agrosavia, 2005), los valores referenciados podrían considerarse como normales para las condiciones del departamento, donde según el estudio se reportaron promedios de 35,8 vainas/planta. Sin embargo, es importante destacar que los requerimientos hídricos del cultivo de soya se estiman entre 200 y 400 mm durante su ciclo productivo, y en el predio donde se llevó a cabo la evaluación se registraron en total 538 mm de lluvia durante la campaña, lo que afectó

directamente los rendimientos productivos. Es de tener en cuenta que, aunque esta variable está determinada genéticamente, su expresión tiene un significativo condicionamiento ambiental.

### Variable peso vainas/planta (g)

En la (Tabla 3), se consignan los resultados de la Prueba de Hipótesis - Método de Satterthwaite para la variable peso de vainas/planta (g). Se evidencia que a la probabilidad del 5%, el promedio del tratamiento BluePlanet (25.92 g) supera significativamente el valor promedio del manejo convencional del cultivo (19.04 g).

**Tabla 3.**

*Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable peso de vainas/planta (g) de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.*

Tratamiento	Método	n	Medi a	Desves t	Error Estándar	Varianzas	Gli	Pr >  t
Manejo Convencional	-	4 8	19,04	7,81	1,13	-	-	-
Blue Planet	-	4 8	25,92	12,01	1,73	-	-	-
Diff (1-2)	Agrupado		-6,88	10,13	2,07	Homogéneas	94, 0	0,0013
Diff (1-2)	Satterthwaite		-6,88		2,07	Diferentes	80, 7	0,0013
<b>Test de Igualdad de Varianzas</b>								
<b>Método</b>		<b>Pr &gt; F</b>						
Folded F		0,0038						

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

Pese a que el ensayo evolucionó bajo condiciones de clima desfavorables al desarrollo del cultivo, debido a las altas precipitaciones que acentuaron un estrés abiótico, se resalta que la acción sinérgica de los microorganismos contenidos en los bioestimulantes generan efectos positivos en el cultivo de soya, favoreciendo el sostenimiento del rendimiento y la calidad del grano frente a situaciones de estrés abiótico, (Bobillo & Tarditi, 2017). Sí a las prácticas de manejo convencional se les reduce de forma gradual y planificada la utilización de productos de

síntesis y se reemplazan por formulaciones como las de BluePlanet, entonces en términos ecológicos se tendería a alcanzar un sistema sustentable donde la planta, dadas las condiciones de una mayor disponibilidad de nutrientes por la presencia de microorganismos eficientes, reducen su gasto energético lo que se traduce en producciones de materia seca superiores a promedios históricos. Según (Vallejo Cabrera & Estrada Salazar, 2002); el peso de las vainas es un carácter cuantitativo controlado por muchos genes, que puede ser afectado por factores ambientales en su expresión, en este caso por la aplicación de las bacterias.

#### Variable peso semillas/planta (g)

Los resultados de la prueba de hipótesis Método de Satterthwaite (Tabla 4), en lo concerniente a la variable peso de la semilla (g/planta) demuestran con un nivel de significancia del 5% que el valor promedio del tratamiento BluePlanet (18.58 g/planta) presenta una diferencia significativa en comparación con la media que expresa el manejo convencional del cultivo (13.58 g/planta).

**Tabla 4.**

*Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable peso del grano (g/planta) de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.*

Tratamiento	Método	n	Medi a	Desve st	Error Estándar	Varianzas	Gli	Pr >   t
Manejo Convencional	-	4 8	13,85	5,38	0,78	-	-	-
Blue Planet	-	4 8	18,58	9,19	1,33	-	-	-
Diff (1-2)	Agrupado		-4,73	7,53	1,54	<b>Homogéne as</b>	94, 0	0,002 8
Diff (1-2)	Satterthwai te		-4,73		1,54	<b>Diferentes</b>	75, 8	0,002 9
<b>Test de Igualdad de Varianzas</b>								
<b>Método</b>		<b>Pr &gt; F</b>						
Folded F		0,0004						

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

En cuanto al peso del grano, se ha demostrado que esta influenciado significativamente tanto por el genotipo como por las condiciones ambientales que influyen en la fotosíntesis y la duración de la fase de llenado de vainas. Aunque en la presente investigación no se determinó el número de granos, podría inferirse que explica en gran medida el peso del grano, el que se optimiza cuando se reemplazan los nutrientes propios de los productos de síntesis por formulaciones bioestimulantes como las de BluePlanet, lo que garantiza una mayor disponibilidad de elementos esenciales por la presencia de microorganismos eficientes.

Según Piñares, (2016), describe lo siguiente:

Los Bioestimulantes ofrecen un potencial para mejorar la producción y la calidad de las cosechas en el cultivo de soya, son similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y la resistencia al estrés causado por temperatura y déficit hídrico.

### **Variable rendimiento (kg/ha)**

En la (Tabla 5), se consignan para la variable rendimiento (kg/ha) los resultados de la Prueba de Hipótesis - Método de Satterthwaite para la comparación de promedios de tratamientos. Se observa que el valor promedio del tratamiento BluePlanet con 4283,10 kg/ha difiere estadísticamente ( $P < 0.05$ ) de la media asociada a la práctica de manejo convencional con 3530,80 kg/ha.

**Tabla 5.**

*Prueba de comparación de promedios de los tratamientos para la variable rendimiento (kg/ha) de la Variedad de Soya Fenalce FNS-01.*

Tratamiento	Método	n	Media	Desve st	Error Estándar	Varianzas	Gli	Pr >   t
<b>Manejo Conveccional</b>	-	4 8	3530,8 0	1060,0 0	153,00			
<b>Blue Planet</b>	-	4 8	4283,1 0	1834,7 0	264,80			
<b>Diff (1-2)</b>	<b>Agrupado</b>		- 752,30	1498,3 0	305,80	<b>Homogéne as</b>	94, 0	0,015 7
<b>Diff (1-2)</b>	<b>Satterthwai te</b>		- 752,30		305,80	<b>Diferentes</b>	75, 2	0,016 2

#### Test de Igualdad de Varianzas

Método	Pr > F
<b>Folded F</b>	0,0003

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

Estos resultados se traducen en un incremento del 21% del rendimiento productivo en el tratamiento T:1 donde se aplicó el Biotratamiento integral de BluePlanet, los datos coinciden con lo observado en los muestreos a campo.

La literatura reporta que, en experimentos a campo en cultivo de soya, los bioestimulantes influyeron en el NDVI, altura de plantas, número de vainas por planta y rendimiento de granos, obteniéndose incrementos de hasta el 3,8; 8,6; 21,3; 12,9 %, respectivamente, en comparación al testigo, (Cardozo & Guido Ronaldo, 2020).

Del mismo modo publicaciones científicas, Bioética, (2018), reportan que la aplicación foliar de bioestimulante mejoró el rendimiento de la soja (aumentó en un 25% en comparación con el control) sin ningún efecto negativo sobre el valor nutritivo de las semillas. La aplicación de bioestimulante aumentó (en comparación con el control) el número de vainas y semillas (32%), la altura de la planta (38%), el contenido de fenoles (34%), el contenido de flavonoides (74%) y el poder reductor (210%). Teniendo en cuenta los rasgos biométricos de las plantas de soja, se observaron efectos positivos en el caso de aplicaciones de un solo bioestimulante con

menor concentración. El estudio realizado demostró un aumento significativo en el rendimiento de la soja y el potencial antioxidante después de la doble aplicación del bioestimulante probado en una concentración más alta.

Para efectos de la discusión concerniente a la viabilidad económica, se desarrolla a continuación el cuadro comparativo de costos y rentabilidad entre tratamientos, con cifras de costos actualizadas.

**Tabla 6.**

*Cuadro comparativo de costos y rentabilidad entre los tratamientos*

<b>CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS Y RENTABILIDAD ENTRE LOS DOS (2) TRATAMIENTOS</b>			
<b>Tratamiento T0: Con un manejo convencional a base de insumos de síntesis química</b>		<b>Tratamiento T1: Con un manejo convencional más las formulaciones de BluePlanet Labs.</b>	
Rendimiento productivo	2.500 (kg/ha). 2.5 ton/ha.	Rendimiento productivo	3.025 (kg/ha). 3 ton/ha.
Promedio costo total de insumos por hectárea	<b>\$2'023.889</b>	Promedio costo total de insumos por hectárea	<b>\$3'337.152</b>
Promedio costo total por kilogramo	\$1.773	Promedio costo total por kilogramo	\$1.899
Promedio costo total por tonelada	\$1'773.000	Promedio costo total por tonelada	\$1'899.000
Precio promedio de venta	\$2.150 kg	Precio promedio de venta	\$2.150 kg
Promedio costo total por hectárea	<b>\$4'433.129</b>	Promedio costo total por hectárea	<b>\$5'746.392</b>
Ingreso neto/ha	<b>\$ 941.871</b>	<b>Ingreso neto/ha</b>	<b>\$757.358</b>
Rentabilidad/ha	<b>21%</b>	<b>Rentabilidad/ha</b>	<b>13%</b>

Del cuadro comparativo se deduce que a pesar del incremento en el rendimiento productivo como resultado de la aplicación de los bioestimulantes en el tratamiento T:1, no se logró una significativa rentabilidad debido a la alta inversión generada por la aplicación simultánea de insumos de síntesis química y las formulaciones de BluePlanet. Sin embargo, no

se produjeron pérdidas al final del ejercicio, ya que con el incremento en (kg/ha) se subsana en parte el costo de la aplicación del Biotratamiento.

Cabe aclarar nuevamente que el porcentaje de rentabilidad en el tratamiento T:0 fue mayor (21%) en comparación con un (13%) del tratamiento T:1, esto se atribuye a que en el tratamiento T:1 se aplicó de forma simultánea todo el paquete de insumos de síntesis química más las formulaciones biológicas de BluePlanet, lo que incremento considerablemente los costos y redujo por consiguiente el porcentaje de rentabilidad.

## Discusión

A la luz de los resultados de la comparación de promedios de tratamientos obtenidos en la presente investigación a través de la Prueba de Hipótesis - Método de Satterthwaite, que reflejan diferencias estadísticas significativas entre los dos tratamientos, donde en la unidad experimental que tuvo un manejo convencional más las formulaciones de BluePlanet, se presentaron resultados superiores para todas las variables de respuesta, podemos interpretar como evidente el potencial que ofrecen estas nuevas Biotecnologías a base de consorcios de BPCV para mejorar el rendimiento productivo en cultivos de soya.

Recientes investigaciones en nuestro país como la de López Bertomeo, (2023), demostraron que el inoculante biológico ACF SR, que hace parte del portafolio de formulaciones de BluePlanet Labs, aplicado al suelo en forma de drench en el cultivo de frijol logró mejorar ostensiblemente el crecimiento y volumen de la raíz, contribuyendo de esta manera al aumento de la biomasa/área y la producción de las plantas. Este resultado concuerda con lo encontrado por Rubiano Moncada & Ospina Flores, (2019) que le atribuye a los bio inoculantes la producción de fitohormonas de enraizamiento, que motivan la producción de raíces sanas y fuertes, haciendo más saludable a la planta.

Otro estudio del orden nacional también reciente donde se evaluó la eficacia de cuatro bioestimulantes en la brotación y vigor de semilla de plátano dominico hartón en almacigo bajo cubierta plástica, bajo los siguientes tratamientos: Tratamiento 1. Energy Plant; Tratamiento 2. Tecno verde radicular; Tratamiento 3. Ácido fosfórico al 85%; Tratamiento 4. Acuaclean ACF-SF+ y Tratamiento 5 fue el testigo. Esta investigación determinó con sus resultados que el tratamiento 4 correspondiente al producto Aquaclean ACF (-) SF (+), que es una de las formulaciones que integran el paquete tecnológico de BluePlanet Labs, fue el bioestimulante de

mejor eficacia en todos los aspectos evaluados, por lo tanto, es una alternativa factible para mejorar el sistema radicular de las plántulas obtenidas en vivero (Rubiano Moncada & Ospina Flores, 2019).

Los resultados de esta investigación también los reafirman Hassen & Labuschagne, (2010), revelaron que la inoculación individual de bacterias con potencial biofertilizante, estimulan el desarrollo de todos los estratos de la planta. La inoculación individual de cepas nativas de *B. simplex*, *B. cereus* y *Paenibacillus alvei* en trigo, resultó en un incremento significativo tanto en el peso fresco y seco de los brotes y raíces. En la parte aérea, y el peso fresco aumentó entre el 45% y 50% y el peso seco entre 39,7% y 45% respectivamente. De la misma forma, el aumento del peso fresco radical osciló entre el 55% y el 62% y la biomasa seca aumentó entre el 25% y el 49%. Nabeela Asghar, (2012), encontraron que PGPR asociadas a la rizósfera de especies de *Brassica napus* aumentaron en un 58% la longitud de la raíz, 39% de la parte aérea, y 72% del peso seco total.

Por otro lado, Díaz et al., (2018) Concluyeron que las bacterias que ejercen un efecto positivo sobre el crecimiento o desarrollo de las plantas se conocen de manera global como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (pgpb, por sus siglas en ingles). El efecto positivo de estas bacterias se ha otorgado tradicionalmente a su capacidad para incrementar la disponibilidad de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y para sintetizar hormonas vegetales (ácido indolacético, giberelinas, etc.). No obstante, en años recientes, el papel clave de estos microorganismos en la prevención y el alivio de condiciones de estrés como sequía, salinidad sódica o presencia de metales pesados sugiere que más mecanismos están en juego.

También Rojas-Tapias et al., (2012). Mencionan que las pgpb se refieren a las bacterias de vida libre en el suelo y a las que colonizan la rizósfera o el tejido de las plantas; estas

bacterias, al ser usadas como inoculante biológico, tienen un efecto positivo y medible sobre las plantas. Este efecto puede ser directo, a través del incremento en la disponibilidad de nutrientes o a través de la síntesis de moléculas que influyen benéficamente el desarrollo de la planta, o indirecto, mediante amensalismo o competencia con organismos potencialmente patógenos o mediante la prevención de estreses abióticos.

Según Rodríguez et al., (2019). La extensión de la degradación de los suelos y la consiguiente afectación al bienestar de las personas y al medio físico-natural, alcanza hoy proporciones alarmantes: el 33% del recurso suelo en el mundo se encuentra entre moderado y altamente degradado debido a la erosión, salinización, compactación, acidificación y a la contaminación química. Esta degradación, socava la capacidad productiva de los ecosistemas (López, 2002).

De la anterior afirmación podemos identificar y analizar dos diferentes escenarios, por una lado, tenemos que la alarmante y permanente degradación del recurso suelo originado en gran medida por las malas prácticas de nuestros modelos productivos que van en contra de la vida y del medio ambiente y a favor de los intereses económicos, se convierten en una posible limitante para la expresión del máximo potencial de estos consorcios microbiológicos que brindan la posibilidad de restablecer ambientalmente los sistemas productivos agrícolas de manera sostenible, ya que al ser organismos vivos requieren de unas condiciones adecuadas como por ejemplo buenos índices de materia orgánica, para establecerse y cumplir su función biológica en los ecosistemas.

El segundo escenario, el cual se aborda desde el actual contexto de la crisis mundial por la pérdida de suelo fértil debido a su acelerada degradación y consiguiente pérdida de capacidad productiva para sostener la provisión de alimentos de una población humana mundial cada vez

mayor; partiendo de esta problemática, tecnologías como la de BluePlanet Labs, se convierten en una gran alternativa ambientalmente sostenible.

Finalmente cabe resaltar que como sostiene Torres & Mendoza, (2016). Debido a que una gran mayoría de los fertilizantes de síntesis no son biodegradables, su uso a largo plazo produce la acumulación de sustancias nocivas y la acidificación/salinización del suelo, lo que provoca una disminución de la fertilidad química y biológica de este. De afirmaciones como esta nace la urgente necesidad de reorientar nuestros modelos productivos y de desarrollo hacia el nuevo enfoque mundial de desarrollo sostenible, entendido como un nuevo enfoque productivo que satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

En sintonía con esta nueva y urgente tendencia global, biotecnologías como la de BluePlanet Labs, están a la orden del día para contribuir en el restablecimiento ambiental de sistemas productivos agrícolas y pecuarios degradados.

## Conclusiones

Con la aplicación del Biotratamiento integral de la tecnología de BluePlanet Labs, se alcanzaron mayores rendimientos productivos en el cultivo de soya en las condiciones agroclimáticas y edáficas del valle del Cauca. Se obtuvo un incremento productivo del 21%.

En términos de viabilidad económica se evidencia que al efectuarse la aplicación simultánea de insumos de síntesis química y de insumos Biológicos, sin reducir dosis de agroquímicos de síntesis, los costos de producción se elevan y la rentabilidad obtenida es muy baja.

Un agroecosistema en equilibrio biológico desarrolla la capacidad de resiliencia ante las adversidades bióticas y abióticas, generando así mayores rendimientos, menores costos de producción y, por ende, mayor rentabilidad y competitividad para los agroempresarios(as). Biotecnologías como la de BluePlanet tienen potencial para sustituir gradualmente el uso de agroquímicos de síntesis

Finalmente, es importante mencionar que, para algunos de los productores de soya del departamento, el cultivo no muestra una respuesta significativa a fertilizaciones foliares convencionales. Los resultados de la presente investigación indican que con aplicaciones edáficas y foliares de consorcios microbianos que ejercen funciones como bio-estimular las plantas, la soya responde favorablemente aumentando los rendimientos.

## **Recomendaciones**

Nuevas investigaciones basadas en el potencial que tiene el Biotratamiento integral de BluePlanet Labs, como única fuente para promover la nutrición vegetal y ser soporte para el manejo fitosanitario y la regulación de especies de arvenses en una unidad experimental para el cultivo de soya, son necesarias.

## Referencias bibliográficas

- Agronegocios. (2023, abril 17). *Durante 2022, fueron importadas más de 6,1 millones de toneladas de maíz amarillo*. AGRONEGOCIOS.  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/durante-2022-fueron-importadas-mas-de-6-1-millones-de-toneladas-de-maiz-amarillo-3594410>
- Agrosavia. (2005). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*.  
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12276>
- Andrade, C., & Fabricio, I. (2017). *Determinación de la concentración y tipo de agroquímicos presentes en los productos hortícolas, en la parroquia San Joaquín*.
- Batista, B. D., Lacava, P. T., Ferrari, A., Teixeira-Silva, N. S., Bonatelli, M. L., Tsui, S., Mondin, M., Kitajima, E. W., Pereira, J. O., Azevedo, J. L., & Quecine, M. C. (2018). Detección de rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas de múltiples rasgos de origen tropical y evaluación de la capacidad de colonización del maíz y la soja. *Microbiological Research*, 206, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.09.007>
- Bioibérica. (2018, enero 23). *Bioibérica Nutrición Animal presente en EuroTier 2018, la feria líder mundial de producción animal*. Bioiberica.  
<https://www.bioiberica.com/es/medios/noticia/animal-nutrition/bioiberica-nutricion-animal-presente-eurotier-2018-feria-lider-mundial-produccion-animal>
- Bobillo, G. A., & Tarditi, M. (2017). *Soja: Acción de Ac. fúlvicos y bioestimulantes sobre condiciones de estrés abiótico y componentes primarias del rendimiento*.  
<https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/1422>

- Boroukhovitch, M. (1992). *Conceptos generales sobre aplicación de plaguicidas y precauciones en su manejo*.  
[https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=author\\_see&id=11656](https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=11656)
- Caicedo-Guerrero, S., Tibocho-Ardila, Y., Campuzano-Duque, L. F., Flórez-Gómez, D. L., & Arguelles-Cardenas, J. (2020). Desempeño productivo de siete genotipos de soja en suelos ácidos de la Orinoquía colombiana<sup>1</sup>. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 59-68.
- Cardozo, S., & Guido Ronaldo. (2020). *Influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (Glycine max (L.) Merrill)* [Master thesis, FCA-UNA].  
<http://repositorio.conacyt.gov.py/handle/20.500.14066/3553>
- DANE. (2015). *DANE - Proyecciones de población*.  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: Contexto y consecuencias ecológicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.*, 27.
- Diario Occidente. (2024). *Cali sin riesgo de racionamiento de agua por la fuerte ola de calor*.  
<https://m.occidente.co/wp-content/uploads/2024/04/diario-pdf-9-de-abril-de-2024.pdf>
- Díaz Franco, A., Magallanes Estala, A., Aguado Santacruz, A., & Hernández Mendoza, J. L. (2015). Respuesta de la soja a inoculantes microbianos en el norte de Tamaulipas, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(2), 227-238.
- Díaz, S. P., Molina, D. C. M., & Tapias, D. F. R. (2018). *Bacterias promotoras del crecimiento vegetal: Filogenia, microbioma, y perspectivas*.
- Etesami, H., & Maheshwari, D. K. (2018). Uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) con múltiples rasgos promotores del crecimiento vegetal en la agricultura

- bajo estrés: Mecanismos de acción y perspectivas futuras. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156, 225-246. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.013>
- Fadiji, A. E., & Babalola, O. O. (2020). Elucidating Mechanisms of Endophytes Used in Plant Protection and Other Bioactivities With Multifunctional Prospects. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00467>
- FAO. (2023). *El índice de precios de los alimentos de la FAO aumenta en marzo*. <https://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/fr/c/1680390/>
- FENALCE. (2021, octubre 18). *Estadísticas—Fenalce*. <https://fenalce.co/estadisticas/>
- GCMA. (2022). *Grupo Consultor de Mercados Agrícolas*. GCMA. <https://gcma.com.mx/>
- Gobernación del Valle, G. del. (2018). *Mapas y territorios*. Gobernación del valle. <https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/60137/mapas-y-territorios/>
- Hassen, A., & Labuschagne, N. (2010). Root colonization and growth enhancement in wheat and tomato by rhizobacteria isolated from the rhizoplane of grasses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26, 1837-1846. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0365-z>
- Lopez Bertomeo, E. (2023). *Innovación e investigación para la inclusión educativa en distintos contextos formativos*. Madrid: Pirámide, 414 páginas, ISBN-978-84-368-4640-9. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 31, Article 31. <https://doi.org/10.18172/con.5514>
- López, R. (2002). *Degradación del Suelo, causas, procesos, evaluación e investigación*.
- Lugares que Ver. (2023). *Cartago*. lugaresquever.com. <https://lugaresquever.com/wiki/cartago>
- Méndez, V., & Gliessman, S. (2002). Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico Latinoamericano (An interdisciplinary

- approach for research in agroecology and rural development in the Latin American tropics). *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 64, 5-16.
- Muñoz, S. G., General, D., & Rijsberman, F. (2016). *Crecimiento Verde, Para Colombia*.
- Nabeela Asghar. (2012). The impact of government spending on poverty reduction: Evidence from Pakistan 1972 to 2008. *African Journal Of Business Management*, 6(3).  
<https://doi.org/10.5897/AJBM11.922>
- OCDE, ONUDI, & CNF. (2015). *Monitoreo del Crecimiento Verde en la región de América Latina y el Caribe (ALC): Progreso y Desafíos*.  
[https://www.oecd.org/greengrowth/Booklet\\_Spanish\\_LAT2015.pdf](https://www.oecd.org/greengrowth/Booklet_Spanish_LAT2015.pdf)
- PIÑARES MURILLO, E. F. (2016). *Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de glycine max l. Merr. Var. Nacional, en la zona de satipo – Perú*.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4023/Pi%C3%B1ares%20Murillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramakrishna, C., Kujawski, M., Chu, H., Li, L., Mazmanian, S. K., & Cantin, E. M. (2019). Bacteroides fragilis polysaccharide A induces IL-10 secreting B and T cells that prevent viral encephalitis. *Nature Communications*, 10(1), 2153. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09884-6>
- Riccioppo, D. R. D. (2011). *Agroquímicos: Sus efectos en la población -Medidas de prevención*.
- Rodríguez, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: Una realidad oculta*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7d70ca8d-7503-4839-8d6b-8250e9add8ac/content>
- Rojas-Tapias, D., Moreno-Galván, A., Pardo-Díaz, S., Obando, M., Rivera, D., & Bonilla, R. (2012). Efecto de la inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal

- (PGPB) sobre la mejora del estrés salino en maíz (*Zea mays*). *Applied Soil Ecology*, 61, 264-272. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.01.006>
- Romero Pereira, M. C., & Higinio Pulido, A. M. (2021, junio 1). *Energías renovables no convencionales para satisfacer la demanda energética: Análisis de tendencias entre 1990 y 2018*. | *Revista EIA* | EBSCOhost. <https://doi.org/10.24050/reia.v18i36.1513>
- Rubiano Moncada, J., & Ospina Flores, J. A. (2019). *Evaluación de bio-estimulantes en la propagación intensiva de semilla Plátano Dominic Hartón en almacigo bajo cubierta plástica*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/26655>
- Rubio, L. A., & Molina, E. (2016). Las leguminosas en alimentación animal. *Arbor*, 192(779), Article 779. <https://doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3005>
- Rueda-Agudelo, S. L., & Giraldo-Mejía, Á. M. (2018). Energía metabolizable del grano de soya integral en pollos de engorde. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2018.12.1.7>
- Torres, D., & Mendoza, B. (2016). *Riesgos de salinización y sodificación por el uso de abonos orgánicos en la depresión de Quíbor-Venezuela*.
- Universidad de Granada. (2019). *Nutrición microbiana*. <https://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/11nutrientes.htm>
- Valencia r, R., & Ligarreto M, G. a. (2010). *Mejoramiento genético de la soya (Glycine max [L.] Merrill) para su cultivo en la altillanura colombiana: Una visión conceptual prospectiva*. *Agronomía Colombiana*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-99652010000200004&lng=es&nrm=is&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-99652010000200004&lng=es&nrm=is&tlng=es)

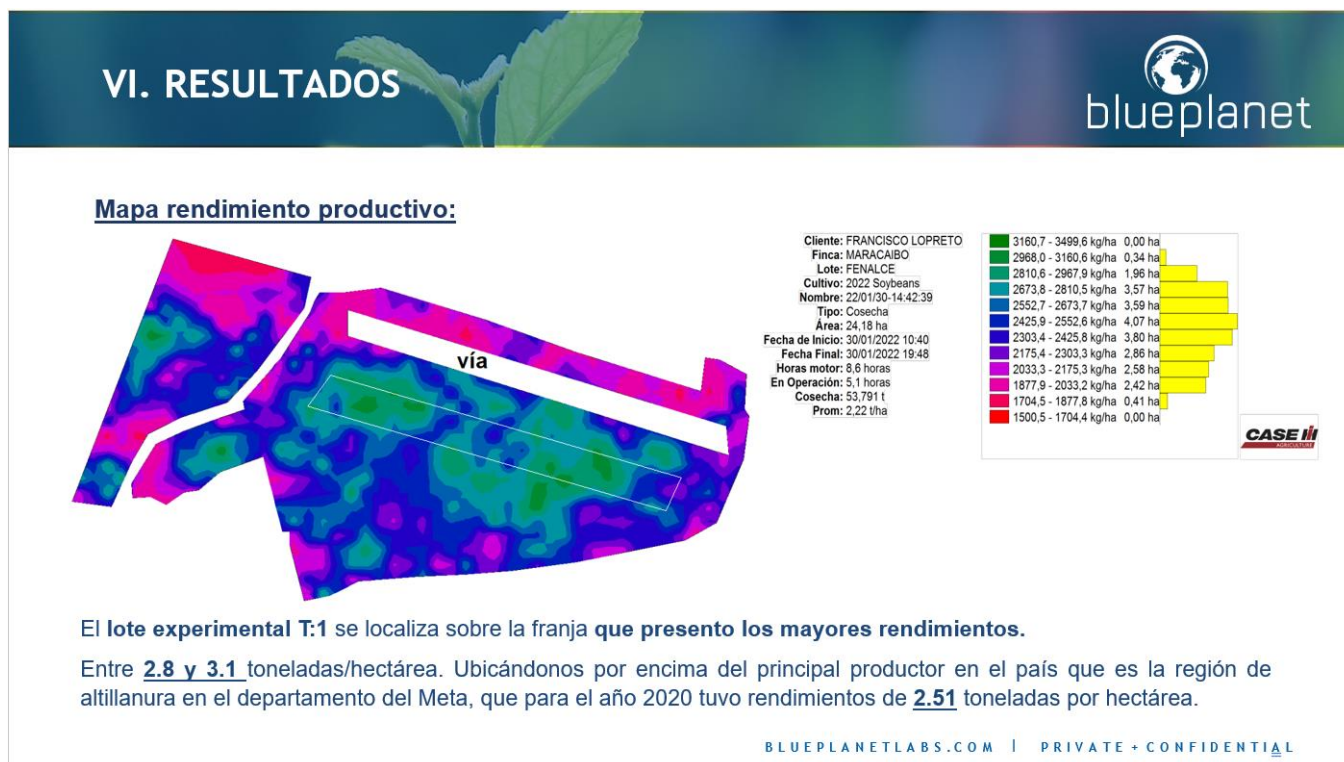
Vallejo Cabrera, F. A., & Estrada Salazar, E. I. (2002). *Mejoramiento genético de plantas*.

Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52016>

## Apéndices

### Apéndice A

#### Mapa rendimiento productivo



*Nota:* retomado de Blueplanet Labs, (2022).

## Apéndice B

Composición formulaciones de los productos de Blueplanet Labs utilizados en el ensayo

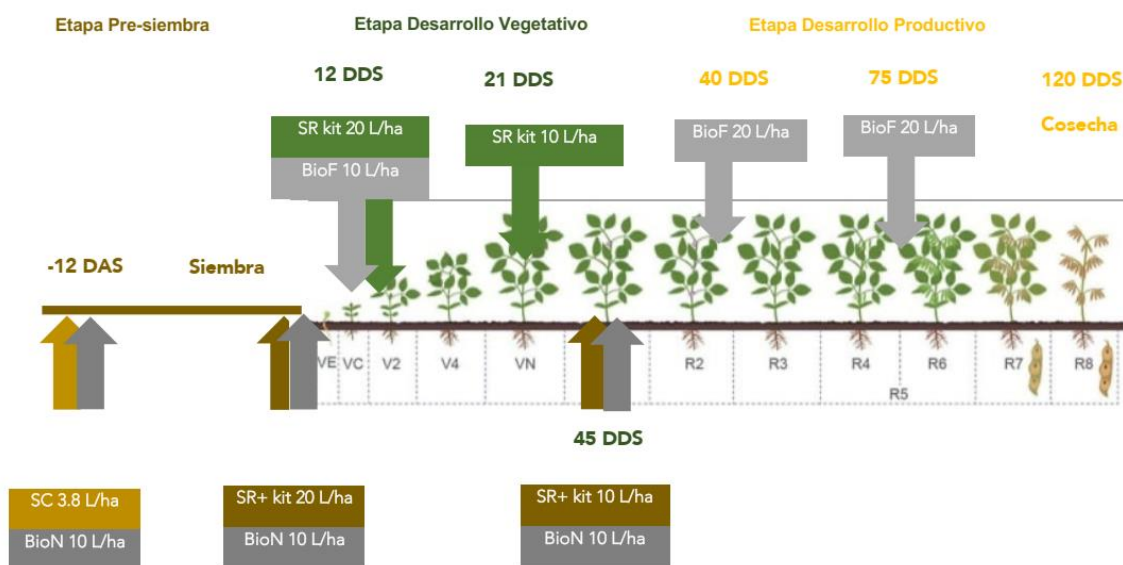


	FORMULACIÓN	COMPONENTES						
		R. palustris	N. europaea	N. winogradskyi	B. subtilis	B. amyloliquefaciens	B. Licheniformis	Á. Húmicos
1	SR	x	x	x	x	x	x	
2	SR Plus	x			x	x	x	x
3	Chitatrol BioN Líq.	x	x	x	x	x	x	
4	Chitatrol BioF Líq.	x	x	x	x	x	x	
5	Chitatrol BioF Sol.				x	x	x	
6	Chitatrol BioN Sol.				x	x	x	
7	SR Kit	x	x	x	x	x	x	
8	SR Plus Kit				x	x	x	x
9	420	x	x	x	x	x	x	

Nota: retomado de Blueplanet Labs, (2022).

## Apéndice C

Plan de aplicaciones según fenología del cultivo



Nota: retomado de Blueplanet Labs, (2022).

## Apéndice D

*Cuadros comparativos variables de respuesta*

### Cuadro comparativo variable de respuesta – vainas/planta

<b>Tratamiento T1: Lote Experimental (5 hectáreas). Con un manejo convencional más las formulaciones de BluePlanet Labs.</b>					
<b>Variable de respuesta – Vainas/planta</b>					
		<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>
Planta	1	35 v	22 v	43 v	30 v
Planta	2	57 v	46 v	23 v	34 v
Planta	3	38 v	30 v	32 v	34 v
Planta	4	35 v	15 v	23 v	15 v
Planta	5	55 v	29 v	39 v	26 v
Planta	6	34 v	27 v	31 v	48 v
Planta	7	49 v	24 v	38 v	68 v
Planta	8	70 v	19 v	26 v	16 v
Planta	9	60 v	43 v	35 v	41 v
Planta	10	69 v	41 v	24 v	35 v
Planta	11	89 v	22 v	28 v	33 v
Planta	12	37 v	27 v	20 v	50 v
<b>Subtotal:</b>		<b>628</b>	<b>345</b>	<b>362</b>	<b>430</b>
<b>Total/vainas</b>		<b>1,765</b>			
<b>Promedio/vainas por planta</b>		<b><u>36.8 Vainas</u></b>			
<b>Tratamiento T0: Lote Testigo (5 hectáreas). Con un manejo convencional con todo el paquete de agroquímicos de origen sintético que normalmente se maneja en la unidad productiva para el cultivo de soya.</b>					
<b>Variable de respuesta – Vainas/planta</b>					
		<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>
Planta	1				
Planta	2	34 v	30 v	33 v	44 v
Planta	3	32 v	28 v	35 v	25 v
Planta	4	22 v	28 v	32 v	30 v
Planta	5	31 v	20 v	23 v	33 v
Planta	6	46 v	27 v	38 v	19 v
Planta	7	35 v	22 v	30 v	23 v
Planta	8	45 v	24 v	28 v	20 v
Planta	9	36 v	17 v	38 v	48 v
Planta	10	28 v	23 v	26 v	27 v

Planta	11	59 v	23 v	45 v	24 v
Planta	12	34 v	14 v	26 v	27 v
<b>Subtotal:</b>		<b>431</b>	<b>273</b>	<b>393</b>	<b>358</b>
<b>Total/vainas</b>		<b>1,455</b>			
<b>Promedio/vainas por planta</b>		<b>30.3 Vainas</b>			

Fuente: Elaboración propia, 2022

Cuadro comparativo variable de respuesta – Peso vainas/planta

<b>Tratamiento T1: Lote Experimental (5 hectáreas). Con un manejo convencional más las formulaciones de BluePlanet Labs.</b>					
<b>Variable de respuesta – Peso vainas/planta</b>					
		<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>
Planta	1	27 g	18 g	23 g	22 g
Planta	2	37 g	44 g	14 g	27 g
Planta	3	28 g	22 g	15 g	25 g
Planta	4	31 g	11 g	17 g	13 g
Planta	5	43 g	19 g	22 g	19 g
Planta	6	30 g	20 g	18 g	31 g
Planta	7	35 g	15 g	25 g	42 g
Planta	8	59 g	10 g	22 g	11 g
Planta	9	36 g	39 g	30 g	28 g
Planta	10	47 g	29 g	15 g	23 g
Planta	11	66 g	16 g	21 g	18 g
Planta	12	23 g	25 g	13 g	20 g
<b>Subtotal:</b>		<b>462</b>	<b>268</b>	<b>235</b>	<b>279</b>
<b>Total:</b>		<b>1,244 gramos</b>			
<b>Tratamiento T0: Lote Testigo (5 hectáreas). Con un manejo convencional con todo el paquete de agroquímicos de origen sintético que normalmente se maneja en la unidad productiva para el cultivo de soya.</b>					
<b>Variable de respuesta – Peso vainas/planta</b>					
		<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>
Planta	1	40 g	18 g	20 g	21 g
Planta	2	20 g	19 g	20 g	16 g
Planta	3	14 g	14 g	31 g	14 g
Planta	4	14 g	11 g	20 g	17 g
Planta	5	34 g	13 g	29 g	8 g
Planta	6	28 g	14 g	24 g	10 g
Planta	7	33 g	14 g	19 g	9 g
Planta	8	22 g	12 g	21 g	25 g

Planta	9	20 g	14 g	16 g	14 g
Planta	10	27 g	17 g	34 g	11 g
Planta	11	18 g	6 g	21 g	14 g
Planta	12	15 g	8 g	34 g	21 g
<b>Subtotal:</b>		<b>285 g</b>	<b>160 g</b>	<b>289 g</b>	<b>180 g</b>
<b>Total:</b>		<b>914 gramos</b>			

Fuente: Elaboración propia, 2022

Cuadro comparativo variable de respuesta – Peso semillas/planta

<b>Tratamiento T1: Lote Experimental (5 hectáreas). Con un manejo convencional más las formulaciones de BluePlanet Labs.</b>					
<b>Variable de respuesta – Peso semillas/planta</b>					
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
Planta	1	21 g	13 g	16 g	15 g
Planta	2	28 g	25 g	10 g	18 g
Planta	3	22 g	17 g	10 g	18 g
Planta	4	24 g	8 g	11 g	9 g
Planta	5	33 g	14 g	15 g	13 g
Planta	6	22 g	15 g	12 g	23 g
Planta	7	27 g	10 g	18 g	31 g
Planta	8	43 g	8 g	13 g	7 g
Planta	9	28 g	26 g	21 g	21 g
Planta	10	37 g	21 g	10 g	16 g
Planta	11	50 g	11 g	14 g	15 g
Planta	12	17 g	12 g	10 g	14 g
<b>Subtotal:</b>		<b>352</b>	<b>180</b>	<b>160</b>	<b>200</b>
<b>Total:</b>		<b>892 gramos</b>			
<b>Tratamiento T0: Lote Testigo (5 hectáreas). Con un manejo convencional con todo el paquete de agroquímicos de origen sintético que normalmente se maneja en la unidad productiva para el cultivo de soya.</b>					
<b>Variable de respuesta – Peso semillas/planta</b>					
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
Planta	1	25 g	13 g	16 g	16 g
Planta	2	14 g	13 g	14 g	11 g
Planta	3	9 g	11 g	22 g	10 g
Planta	4	10 g	7 g	15 g	13 g
Planta	5	23 g	10 g	22 g	7 g
Planta	6	20 g	10 g	19 g	8 g
Planta	7	22 g	10 g	15 g	7 g

Planta	8	16 g	9 g	16 g	19 g
Planta	9	14 g	10 g	12 g	11 g
Planta	10	20 g	13 g	24 g	8 g
Planta	11	13 g	4 g	16 g	11 g
Planta	12	11 g	5 g	25 g	16 g
<b>Subtotal:</b>		<b>197 g</b>	<b>115 g</b>	<b>216 g</b>	<b>137 g</b>
<b>Total:</b>		<b><u>665 gramos</u></b>			

Fuente: Elaboración propia, 2022

Cuadro comparativo variable de respuesta – Especies de arvenses/metro cuadrado

<b>Tratamiento T1: Lote Experimental (5 hectáreas). Con un manejo convencional más las formulaciones de BluePlanet Labs.</b>					
<b>Variable de respuesta - Especies de arvenses/metro cuadrado</b>					
	<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>	<b>Total</b>
<b>Conteo/especies</b>	18	8	12	26	<b>64 plantas</b>
<b>Peso (g)</b>	49	50	103	148	<b>350 gramos</b>
<b>Tratamiento T0: Lote Testigo (5 hectáreas). Con un manejo convencional con todo el paquete de agroquímicos de origen sintético que normalmente se maneja en la unidad productiva para el cultivo de soya.</b>					
<b>Variable de respuesta - Especies de arvenses/metro cuadrado</b>					
	<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>	<b>Total</b>
<b>Conteo/especies</b>	25	36	40	33	<b>134 plantas</b>
<b>Peso (g)</b>					<b>1.146 gramos</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022

## Apéndice E

### Resumen Analítico Especializado RAE

<b>RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO</b>	
1. Título.	Evaluación del bio-tratamiento integral de la empresa Blueplanet labs, en el mejoramiento del rendimiento productivo en un cultivo de

	soya – <i>Glycine max</i> (L) Merr, en una localidad del departamento del Valle del Cauca, Colombia.
2. Autor:	Julián Andrés González Toro, estudiante del programa de Agronomía de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Colombia
3. Edición	
4. Fecha	13 de mayo de 2024
5. Palabras Claves,	Bio-tratamiento Integral, Humificación de biomasa, Biorremediación del suelo, Bioestimulación fisiológica, Supresión fitosanitaria, Desarrollo sostenible; Crecimiento verde.
6. Descripción.	Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Agrónomo.
7. Fuentes.	
8. Contenidos.	La soya ( <i>Glycine max</i> (L) Merr) especie perteneciente a la familia de las leguminosas cuenta con una gran y destacada importancia a nivel global por sus múltiples usos especialmente en la industria alimentaria tanto para consumo animal como humano, nuestro gran interés por esta especie radica en su alto contenido de proteína y la calidad de su aceite (el grano seco contiene en promedio un 40% de proteína y un 20% de aceite). Su enorme contribución a la industria además de su enorme valor natural y nutracéutico, la posicionan como la oleaginosa de mayor importancia en el mundo (Rubio & Molina, 2016).

En Colombia, la soya es una materia prima proteica utilizada en la fabricación de alimentos balanceados, especialmente para la cadena productiva avícola y porcícola, además de otros usos alternos como la elaboración de ensilajes en la cadena productiva cárnica y láctea y, es un alimento rico en aminoácidos esenciales, con beneficios muy importantes para la nutrición y salud de los seres humanos Rueda-Agudelo & Giraldo-Mejía (2018). Otro valor adicional de la soya radica en su condición de cultivo obligado de rotación dentro de los diversos sistemas regionales de producción: maíz/soya en el Valle del Cauca, arroz/soya en los Llanos Orientales o sorgo/soya y Tolima y Valle del Cauca” (Valencia r & Ligarreto M, 2010).

En la actualidad, la crisis mundial de alimentos generada entre otras causas por los altos costos de producción, los impactos negativos del cambio climático, la pérdida de suelo fértil, el deterioro de los agroecosistemas por el uso indiscriminado de agrotóxicos, el aumento de la población y los conflictos políticos mundiales, además de la creciente demanda de materias primas como la soya y el auge de los biocombustibles crean un escenario favorable para la producción de esta leguminosa en Colombia, siempre y cuando reorientemos nuestro modelo productivo hacia una agricultura sostenible que tenga como uno de sus pilares fundamentales el uso

	<p>de nuevos paquetes biotecnológicos amigables con el planeta y todos sus seres vivos.</p> <p>De acuerdo con la plataforma de estadísticas de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya (FENALCE, 2021), Colombia importó de Estados Unidos el 79,7% de la soya y el 97% del maíz amarillo. Debido a factores como la devaluación del peso y la crisis global de la logística y el transporte, al país le están saliendo altamente costosas estas compras.</p> <p>El modelo de agricultura convencional caracterizado por una alta dependencia y un uso irresponsable de enormes cantidades de agroquímicos de origen sintético y de productos derivados de los hidrocarburos, además de las malas prácticas agropecuarias que durante siglos han predominado y van totalmente en contra de los principios naturales y la conservación de la estructura y función de los distintos ecosistemas, han generado efectos devastadores y en muchos casos irreversibles en los sistemas naturales de nuestro planeta, convirtiéndose así en un modelo productivo insostenible y asesino, que día a día avanza de manera implacable colocando en riesgo de extinción a la mayoría de especies que habitan el planeta incluyendo la nuestra.</p>
--	--

	<p>“El enfoque de Crecimiento Verde (CV) ha sido adoptado recientemente por Colombia como uno de los pilares para estructurar su desarrollo socioeconómico” (Muñoz et al., 2016). Busca “fomentar el crecimiento económico y el desarrollo al tiempo que se garantiza que los activos naturales continúen proporcionando los recursos y servicios ambientales que hacen posible el bienestar humano.</p> <p>Otra definición es la del banco mundial que lo describe como el crecimiento que es eficiente en su uso de los recursos naturales, limpio en el sentido que minimiza la contaminación y los impactos ambientales, y resiliente en la medida que da cuenta de los riesgos naturales y el papel de la gestión ambiental y del capital natural en la prevención de desastres físicos.”</p> <p>Tomando en cuenta lo anterior y en concordancia con la imperiosa tendencia mundial hacia el enfoque de desarrollo sostenible, validamos la importancia de la creación y aplicación de nuevas tecnologías innovadoras y sostenibles ambiental, social y económicamente, que garanticen la base de los recursos naturales necesarios para el sano desarrollo de la sociedad actual y de las futuras generaciones, es aquí donde productos como los bioinsumos elaborados por la empresa BluePlanet Labs, cobran gran valor a la</p>
--	---

	<p>hora de proveer los insumos requeridos para la transición de una agricultura convencional a una agricultura ecológica.</p> <p>Se entiende por bio-tratamiento integral en agricultura, al conjunto de métodos que utilizan las actividades naturales de plantas o microorganismos para reestablecer ambientalmente los sistemas productivos agrícolas. Formulaciones biológicas que cumplen funciones como: Humificación de biomasa – Biorremediación del suelo – Bioestimulación fisiológica – Supresión fitosanitaria, hacen parte del paquete biotecnológico de insumos agrícolas que la empresa BluePlanet Labs ofrece como bio-tratamiento integral para una producción agrícola sostenible ambiental y económicamente. Se evaluó la eficacia de esta innovadora biotecnología, calculando su impacto en el rendimiento productivo de un cultivo de soya, localizado en el municipio de Cartago, corregimiento Zaragoza, en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, a una altitud de 923 m.s.n.m., para este estudio se utilizó una parcela de producción de soya comercial con un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos, correspondientes a tratamiento T0: (5 hectáreas), bajo un manejo convencional, y tratamiento T1: (5 hectáreas), bajo un manejo convencional más las formulaciones Bioestimulantes de BluePlanet Labs. Pese al incremento en el rendimiento productivo (21%) como resultado de la aplicación de</p>
--	--

	<p>los bioestimulantes en el tratamiento T:1, no se logró una significativa rentabilidad debido a la alta inversión generada por la aplicación simultanea de insumos de síntesis química y las formulaciones de BluePlanet. Nuevas investigaciones basadas en un manejo sostenible que contemple la sustitución total o parcial del uso de agroquímicos por insumos biológicos son necesarias.</p>
9. Metodología.	Proyecto de investigación
10. Conclusiones.	<p>Con la aplicación del Biotratamiento integral de la tecnología de BluePlanet Labs, se alcanzaron mayores rendimientos productivos en el cultivo de soya en las condiciones agroclimáticas y edáficas del valle del cauca. Se obtuvo un incremento productivo del 21%.</p> <p>En términos de viabilidad económica se evidencia que al efectuarse la aplicación simultanea de insumos de síntesis química y de insumos Biológicos, sin reducir dosis de agroquímicos de síntesis, los costos de producción se elevan y la rentabilidad obtenida es muy baja.</p> <p>Un agroecosistema en equilibrio biológico desarrolla la capacidad de resiliencia ante las adversidades bióticas y abióticas, generando así mayores rendimientos, menores costos de producción y, por ende, mayor rentabilidad y competitividad para los agroempresarios(as).</p>

	<p>Bioteconologías como la de BluePlanet tienen potencial para sustituir gradualmente el uso de agroquímicos de síntesis</p> <p>Finalmente, es importante mencionar que, para algunos de los productores de soya del departamento, el cultivo no muestra una respuesta significativa a fertilizaciones foliares convencionales. Los resultados de la presente investigación indican que con aplicaciones edáficas y foliares de consorcios microbianos que ejercen funciones como bio-estimular las plantas, la soya responde favorablemente aumentando los rendimientos.</p>
11. Autor del RAE.	<p>Julián Andrés González Toro, estudiante del programa de Agronomía de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Colombia</p>