

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**Proyecto de tesis:**

**Influencia de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN)  
en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica*)  
cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022**

**AGUAYTÍA – PERÚ**

**2022**

## **TÍTULO DEL PROYECTO**

“Influencia de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica*) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022”

## **AUTOR:**

## **RESUMEN:**

Esta investigación aborda el tema de la aplicación de Microorganismos Benéficos Nativos en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica*) cv. Caturra, para determinar la influencia de MBN donde favorecen la descomposición la materia orgánica donde producen humus que secretan elementos y sustancias que benefician a las plantas, también actúan mejorando las propiedades físicas y químicas de los suelos convirtiéndose en suelos sanos con un equilibrio natural. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de los Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica*) cv. Caturra. El diseño experimental es Diseño de Bloques completamente al Azar (BCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas: parámetro morfológico como altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo, número de ramas primaria, número de ramas secundarias, parámetro fisiológico contenido de macronutrientes encontrados en los folíolos nitrógeno (%), fósforo (%) potasio (%)

**Palabras clave:** café, crecimiento, desarrollo, influencia, Microorganismos Benéficos Nativos.

## **ABSTRACT:**

This research addresses the application of Native Beneficial Microorganisms in the growth and development of coffee (*Coffea arabica*) cv. Caturra, to determine the influence of MBN where they favor the decomposition of organic matter where they produce humus that secretes elements and substances that benefit plants, they also act by improving the physical and chemical properties of soils, becoming healthy soils with a natural balance. The objective of the research was to determine the influence of Native Beneficial Microorganisms (MBN) in the growth and development of coffee (*Coffea arabica*) cv. Caturra. The experimental design is a Completely Randomized Block Design (BCA) with 4 treatments and 3 replications. The variables evaluated: morphological parameter such as plant height, number of leaves, stem diameter, number of primary branches, number of secondary branches, physiological parameter content of macronutrients found in the leaflets nitrogen (%), phosphorus (%) potassium (%)

**Keywords:** coffee, growth, development, influence, Native Beneficial Microorganisms.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La demanda del café orgánico a nivel mundial se incrementó considerablemente en los últimos años, por su contenido saludable y el manejo con productos libres de contaminantes, para obtener un producto con estas características, su manejo agronómico, sobre todo la fertilización debe realizarse de manera orgánica, con productos que no contaminen el ecosistema no afecten la calidad del café. Al mismo tiempo para Lara et al., (2017) la aplicación de microorganismos eficientes como un complemento a la fertilización orgánica está dando excelentes resultados, sobre todo en aplicaciones edáficas en suelos con deficiencia de nutrientes o contenidos desequilibrados de estos.

A nivel nacional, el Perú está produciendo 425,000 hectáreas de café orgánico y para el ministro de la producción hay capacidad para poder producir 2,000 000 de hectáreas; se exporta el 80% de 85,000 toneladas de café orgánico producido anualmente para que se consuma en el exterior. Se desea producir 2,000 000 de

hectáreas pero no para que solo sean exportados sino para que la promoción del comercio exterior se asegure en el extranjero de modo que el café orgánico se comercialice y se obtenga oferta de calidad respetando sus atributos. (Pérez y Villafuerte-Solis, 2018)

El Ministerio de Agricultura y Riego informó que nuestro país se ha consolidado como el primer exportador mundial en cafés especiales y el segundo exportador mundial de café orgánico; Junín, Pasco, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Puno y Cusco son las principales regiones productoras. (PÉREZ MERA, 2018).

El suelo es un sistema complejo donde ocurren múltiples procesos físicos, químicos y biológicos generando una alta heterogeneidad de condiciones. En este ambiente dinámico, los microorganismos, en especial los microorganismos benéficos, tienen importantes roles en el mantenimiento de la vida en los ecosistemas. Los microorganismos del suelo participan en múltiples procesos como la formación de agregados, aireación, transformación de la materia orgánica, ciclaje de nutrientes, nutrición vegetal, crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, contribuyen en la sanidad vegetal (control de plagas y enfermedades), en la regulación del clima y la humedad del suelo, ayudan en la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados y muchos de ellos son utilizados como materia prima para la elaboración de productos farmacéuticos. Se considera que los microorganismos benéficos están entre los más importantes proveedores de servicios eco sistémicos (Brady and Weil, 2008; Saccá, et al., 2017).

Entre los microorganismos más prometedores en la agricultura moderna (particularmente en el mantenimiento de la fertilidad y recuperación de suelos degradados) se encuentra un grupo diverso de bacterias conocidas en conjunto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) y el grupo de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Ambos grupos son conocidos por sus efectos como estimuladores del crecimiento y de la salud de las plantas (Desai, et al., 2016; Urgiles-Gómez, et al., 2021). Estas particularidades hacen que tanto las BPCV como los HMA sean considerados herramientas biotecnológicas que en algunos casos son aprovechadas para la conservación de ecosistemas, producción agrícola y silvícola, restauración de suelos degradados y propagación de comunidades vegetales (De Beenhouwer, et al., 2015; Schüßler, et al., 2016; Babushkina, et al., 2017).

Bajo este contexto expresado en los párrafos anteriores nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Cuál es la influencia de los Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica*) cv Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022?

## **I. JUSTIFICACIÓN**

El propósito de la siguiente investigación pretende aportar información de la utilización de MBN de un método sostenible y sustentable de manera que lleve un buen desarrollo y crecimiento, y de esa manera disminuir al máximo el uso de productos químicos. Esta investigación tiene una gran importancia ya que por este medio se pretende contribuir con los productores del cultivo de café, por lo que es necesario realizar una investigación que determine qué porcentaje será el apropiado en la zona de Padre Abad.

En la agricultura orgánica se trata de utilizar al máximo los recursos naturales dentro de un sistema de producción, dándole prioridad a la fertilidad del suelo, la actividad de macro y micro nutrientes al mismo tiempo a disminuir el uso de los recursos no renovables y a la no utilización de productos químicos para proteger la flora y fauna y la salud humana. De esta manera la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. (Chacon, 2011)

El presente investigación se realizó con el fin de contribuir una alternativa que ayuda a cuidar el medio ambiente y para obtener la producción orgánica. Con la aplicación de Microorganismos Benéficos Nativos se obtiene grandes ventajas ya que mejora las propiedades físicas y químicas del suelo.

## **II. HIPÓTESIS**

### **3.1. Hipótesis general.**

Los Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de café (*Coffea arabica*) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022.

### **3.2. Hipótesis específico.**

Existe una relación directamente proporcional entre las concentraciones de microorganismos benéficos nativos y los parámetros morfológicos de café (*Coffea arabica*) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022.

Existe una relación directamente proporcional entre las concentraciones de microorganismos benéficos nativos y los parámetros fisiológicos de café (*Coffea arabica*) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022.

## **III. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General:**

Determinar la influencia de los Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica*) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022.

### **4.2. Objetivos Específicos:**

Evaluar la influencia de tres concentraciones de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en los parámetros morfológicos del café (*Coffea arabica*) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022.

Evaluar la influencia de tres concentraciones de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en los parámetros fisiológicos de café (*Coffea arabica*) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022.

## **IV. ANTECEDENTES**

Evaluar comportamiento agronómico de cinco variedades de café (*Coffea arábica* L.), sometido a diferentes aplicaciones foliares de biofertilizante es una investigación que se realizó en la Hda. Zoila Luz (ESPE), km 24 vía Santo Domingo - Quevedo, (UTM 0632237 -9956679) a 611 msnm., temperatura 24,4 °C, HR 89

%. Consistió en evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.) tanto en vivero como en campo abierto, en la cual se aplicó dos dosis de biofertilizante, la una de 0,5 lt/20 lt de agua y de 1 lt/20 lt de agua, a través de la altura, diámetro de tallo, presencia de plagas y enfermedades en el cultivo. Los resultados obtenidos mostraron que la mayor altura y diámetro entre las variedades durante la fase de vivero la obtuvo la variedad castilla con 34,85 cm de altura y 1,85 mm de diámetro. Durante la fase de campo destaca la altura de la variedad bourbon con 46,77 cm y diámetro de 1,04 mm, la variedad castilla tuvo el mayor diámetro de 101,95 mm. Lo que indica que la variedad Bourbon tiene la mejor adaptación en campo en la zona que fue plantada (Villacis & Aguilar, 2016).

Peñañiel y Donoso (2004), realizaron una investigación donde evaluaron diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435", obteniendo las siguientes conclusiones: De las cuatro dosis de EM y un testigo evaluadas, se puede concluir en base al rendimiento en kg.planta<sup>-1</sup> que no hubo diferencias estadísticas entre estos tratamientos y el testigo, a pesar que el tratamiento 4 logró el mejor peso en la 1era cosecha con un peso promedio de 321,1 g. Con respecto a los variables días a la 5 y 7 cosecha se puede determinar que el tratamiento 3 con 68,93 días y el tratamiento 2 con 78,33 días respectivamente, obtuvieron una mayor precocidad para estas variables. El tratamiento 1 se colocó en primer lugar con respecto al número de flores del 1 racimo floral y número de frutos por racimos con un promedio de 1,133 cada uno.

Chappa y Ávila (2014), realizaron una investigación en la que evaluaron diferentes dosis de materia orgánica con microorganismos benéficos en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.), en la provincia de Lamas. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento T4 (0,4 t.ha<sup>-1</sup> de Ferti EM, obtuvo el mayor promedio de rendimiento con 18 3999,98 kg.ha<sup>-1</sup> y beneficio costo con 1,58. Los mismos autores concluyen que el incremento de las dosis de microorganismos benéficos, repercutieron directamente en el incremento del rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> y por ende en el incremento de la rentabilidad del cultivo de rabanito.

## **V. MARCO TEÓRICO**

### **2.1.1. Origen y distribución del café**

El café es originario de Etiopía y Sudan, entre los años 1600 y 1700 los Holandeses y Portugueses trasladaron a regiones de Asia y África, años más tarde en 1727 trasladaron de Sumatra a Brasil, luego a Perú, y Paraguay (Alvarado y Rojas, 1994).

### **2.1.2. Cultivo de café en el Perú.**

En el Perú, el café es uno de los principales productos agrícolas de exportación, generando aproximadamente el 30% de las divisas del sector agropecuario. El 95 % de la producción nacional cafetalera es destinado a los mercados externos. El café se cultiva en los valles interandinos de la selva alta, donde predominan los cultivares arábigos (Típica 70%, Caturra 20% y otras como Borbón y Pache 10%). El 90% de las plantas de café se cultivan bajo sombra, 75% de la producción se concentra por encima de los 1200 msnm, con un rendimiento promedio de 14 qq/ha (Márquez et al, 2014).

### **2.1.3. Clasificación taxonómica**

El café es una planta arbustiva perenne que se da en el trópico del planeta, la taxonomía del cafeto puede considerarse de la siguiente manera (Alvarado y Rojas 2007).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotiledónea

Orden: Rubiales

Familia: Rubiáceas

Género: Coffea

Especie: Arábica

Nombre Científico: *C. arabica* L.

### **2.1.4. Morfología del café**

El café pertenece a la familia de las Rubiáceas y al género Coffea. Existen numerosas especies de cafeto y diferentes variedades de cada especie. Las especies más importantes comercialmente pertenecientes al género Coffea, son conocidas como *Coffea arabica* Linneo (conocida como Arábica o Arábiga) y *Coffea canephora* Pierre Ex Froehner (conocida como Robusta) (De La Cruz, 2015).



Comúnmente se cultivan en las regiones tropicales y ecuatoriales. La época de floración es al comienzo de la temporada de lluvias; sus flores son blancas y perfumadas. Después de ocho o nueve meses aparecen los frutos que son bayas rojas, brillantes y carnosas que asemejan a las cerezas. Con cada lluvia florecen, razón por la cual se pueden encontrar flores, frutos verdes y frutos maduros simultáneamente, por lo que se debe tener mucho cuidado al recoger los frutos (Lino, 2020).

#### **2.1.4.1. Raíz.**

Es un órgano de mucha importancia; a través de ella la planta toma el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento y producción. En la raíz se acumulan sustancias que más tarde van a alimentar las hojas y los frutos, y que hacen que el árbol permanezca anclado y en su sitio (Vanegas, 2016).

Los cafetos tienen varios tipos de raíces, la pivotante es la raíz central en una planta adulta llega a medir de 50 a 60 cm. Las raicillas son originadas de las raíces laterales, un 80 por ciento se hallan a 30 centímetros de profundidad y 2 a 2,5 metros a la redonda a partir del tronco (Flores, 1983).

#### **2.1.4.2. Tallo**

La planta del cafeto está compuesta generalmente de un solo tallo o eje central que presenta dos tipos de crecimiento: uno que hace crecer la planta de forma vertical y otro en forma horizontal. El tallo central se desarrolla por una zona de crecimiento en el ápice del tallo y en el mismo se forman nudos y entrenudos (Agrotendencia, 2018).

El cafeto presenta un tallo leñoso y erecto, de longitud variable, por lo general está compuesto de un solo tallo o eje central. Éste presenta dos tipos de crecimiento: el primero donde arbusto crece verticalmente y el otro en forma horizontal o lateral. Una planta joven comienza a emitir ramas laterales después de los primeros 9 a 11 nudos, donde solo brotan hojas, estas ramas se originan de yemas formadas en las axilas superiores de las hojas (Valarezo, 2020).

#### **2.1.4.3. Ramas**

Las ramas laterales primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas en el tallo central. Estas ramas se alargan continuamente y son producidas a medida que el eje central se alarga y madura. El crecimiento de éstas y la emisión de nuevas

laterales en forma opuesta y decusada van dando lugar a una planta de forma cónica. Las ramas primarias plagiotrópicas dan origen a otras ramas que se conocen como secundarias y terciarias. En estas ramas se producen hojas, flores y frutos. A excepción de algunas especies, en el tronco o tallo del C. arábica normalmente se producen sólo yemas vegetativas, nunca flores ni fruto (Moreno, 2018).

Las ramas primarias no se pueden renovar. Al perderse una rama primaria, el cafeto pierde una zona muy importante para la producción de frutos. En el cafeto la cosecha se produce casi en su totalidad en las ramas nuevas. A mayor número de ramas nuevas, mayor será la cosecha futura (Vanegas, 2016).

#### **2.1.4.4. Hojas.**

La lámina de la hoja mide entre 12 y 14 centímetros de largo por 5 a 12 centímetros de ancho, su forma varía de elíptica a lanceolada. El tamaño de la hoja varía no solamente entre especies y variedades, sino que también muestra diferencias en entornos de sombra regulada y expuesto a pleno sol, en cultivar pacas el promedio de área foliar por hoja resultaron ser de 48,02 y 38,33 cm<sup>2</sup> respectivamente (Flores, 1983).

En las hojas del cafeto “se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento y desarrollos vegetativo y reproductivo, éstos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración” (Arcila, Farfá, Moreno, Salazar e Hincapié, 2007, p.34)

#### **2.1.4.5. Flores.**

Los órganos florales se forman a partir de las yemas axilares que se encuentran en cada rama, cada axila cuenta con 3 a 4 inflorecencias de los cuales dan origen de 4 – 5 flores produciendo en total entre 12 – 16 botones por axila, todas estas flores se unen a través de un pedicelo. Las flores del café posee un ovario ínfero biloculado (Arcila et al., 2007)

#### **2.1.4.6. Fruto.**

El fruto en variedades comerciales tiende a presentar en forma de drupa aplanada ligeramente, cuyo eje longitudinal puede variar entre 12 y 19 mm y de ancho de 8 a 14 mm, con espesor de 7 a 10 mm (Alvarado, 2007). El exocarpio es conocido como la pulpa de la cereza y puede contener entre 42.3 % del peso en base

húmedo, asimismo, el color del fruto maduro va desde amarillo, rojo, rojo intenso y algunos casos violetas, esto dependerá mucho de la variedad o material genético en estudio o grado de madurez (Arcila, 2007)

#### **2.1.4.7. Semilla**

Se compone de dos partes: Almendra y Pergamino: La Almendra es dura y de color verdoso, está cubierta de una película plateada cuando está seca, y del embrión que es una planta muy pequeña que está dentro de la almendra y se alimenta de ella en los primeros meses de desarrollo de la planta. La parte roja o amarilla del fruto maduro se conoce con el nombre de pulpa (Vanegas, 2016). Protegiendo la semilla, hay una cubierta llamada pergamino que está cubierta de una sustancia azucarada que es el “mucílago” o “baba”. Al café seco se le denomina pergamino.

#### **2.1.5. Requerimientos edafoclimaticas.**

El crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo del café, están relacionados con factores medioambientales y edáficos de las zonas cafetaleras tales como: ubicación del predio (altitud, latitud), clima (temperatura, luz, humedad, precipitación) y tipo de suelos (características físicas y químicas) (Acebedo, 2016). Suelo: Los tipos de suelos adecuados para el cultivo de café son de textura franca, con buena fertilidad, drenaje y aireación; de pH ácida a ligeramente ácido, buena profundidad efectiva y adecuado contenido de materia orgánico (Bravo, 2016).

##### **2.1.5.1. Altitud.**

Altura apropiada para la producción del café es de entre 900 a 1600 metros sobre el nivel del mar. Si se cultiva el café a menor altura, los costos de producción aumentan, ya que se reduce la calidad de los granos de café. En cambio, si se cultiva a mayor altura de la aconsejada, se produce un menor crecimiento de las plantas (Anchundia, 2014).

##### **2.1.5.2. Temperatura.**

Va desde los 17 a 26°C. La temperatura es muy importante porque si es menor a 16 grados se pueden quemar los brotes, y si la temperatura sobrepasa los 27 grados hay más riesgo de deshidratación de la planta con reducción de la fotosíntesis (Ecofran, 2015, p. 6).

### **2.1.5.3. Humedad.**

Es también muy importante y va de la mano de las precipitaciones. Si la humedad relativa es mayor a 90.0% hay riesgo de que la planta se enferme con hongos.

### **2.1.5.4. Lluvias.**

Si es excesiva puede ser perjudicial. Por ello, el rango establecido de precipitaciones necesarias para la producción de café es de, entre 1,000 a 3,000 milímetros/año. Si llueve más se producen hongos, y si reciben menos lluvias la producción disminuye, porque se reduce el crecimiento de las plantas de café (Chahuapoma, 2017).

### **2.1.6. Requerimientos nutricionales**

Las plantas de café necesitan al menos 16 elementos nutritivos llamados elementos esenciales; tres de ellos, el carbón, el hidrogeno y el oxígeno, la planta los extrae del agua y del aire; los trece restantes se extraen del suelo a través del sistema radical, los que pueden ser absorbidos también por vía foliar. El criterio utilizado es el nivel de extracción que hace la planta de estos elementos. Esto no quiere decir que algunos sean más importantes que otros (Mosquera & Santos, 2010).

### **2.1.7. Suelo.**

Los mejores suelos para cultivar café son los llamados francos (AGROBANCO, 2018). Los suelos arenosos son de permeabilidad alta y los arcillosos, de baja permeabilidad. Los mejores suelos para el café son los francos, en los cuales la permeabilidad es moderada (LOLI, 2012).

COLONIA (2012) manifiesta que la materia orgánica (MO) incrementa la fertilidad de los suelos ya que incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico, mejora la estructura y provee un medio para el desarrollo de microorganismos. El porcentaje óptimo de MO para el cafeto está entre el 2,1 a 5,7%, los valores menores a 2,1% indican suelos bajos en MO, mientras que un valor arriba de 5,7 % indica exceso (PROCAFE, 2008).

### **2.1.8. Análisis foliar.**

El análisis foliar permite:

Verificar los síntomas visibles de deficiencias nutricionales.

Identificar la escasez de los nutrientes antes de que aparezcan los síntomas de deficiencia.

Ayudar a determinar la capacidad relativa del suelo para proporcionar los nutrientes.

Cuantificar el efecto del suministro del nutriente en su concentración en la planta. Estudiar la relación entre el estado del nutriente de la planta y el rendimiento del cultivo (Havlin et al., 2014)

#### **2.1.9. Microorganismos eficientes.**

Los microorganismos eficaces (EM) fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Se encuentra conformando esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores (Rodríguez, 2009).

Por otro lado Piedrabuena (2003), también indica que los EM son una combinación de microorganismos beneficiosos que descomponen la materia orgánica donde producen humus que secretan elementos y sustancias que benefician a las plantas, estas sustancias pueden ser: vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y principalmente sustancias con propiedades antioxidantes. Los EM también actúan mejorando las propiedades físicas y químicas de los suelos convirtiéndose en un excelente producto para suelos degradados y compactados, así de esa manera los suelos que presentaban patógenos causantes de enfermedades pueden convertirse en suelos sanos con un equilibrio natural.

De acuerdo al modo de acción de los microorganismos eficientes.

Hurtado (2001), menciona que los microorganismos eficaces tienen acción tomando las sustancias secretadas por otros microorganismos para alimentarse y que esto les sirva en su desarrollo y crecimiento en su entorno. También las plantas secretan sustancias que sirven de alimento a los microorganismos y que a su vez estos lo utilizan para producir: aminoácidos, vitaminas, ácidos nucleicos, hormonas y sustancias con propiedades bioactivas. Así mismo el IDIAF (2009), menciona que los efectos antioxidantes de estos microorganismos tienen lugar directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo el equilibrio de NPK y CN. Este proceso generado incrementa el humus en el suelo, proveyendo condiciones adecuadas para una buena producción.

Los microorganismos, son aplicados en procesos como el compostaje, donde la materia orgánica es utilizada como nutriente para su desarrollo, produciendo una mineralización hasta moléculas orgánicas e inorgánicas más simples, dando paso al proceso de humificación donde se producen nuevas macromoléculas a partir de moléculas más sencillas. En este proceso como producto final se obtiene: calor, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y compuestos húmicos (Escobar, Mora, y Romero, 2012).

Específicamente dentro de los tipos de microorganismos que componen los EM se tiene:

#### **2.1.9.1. Bacterias ácido lácticas.**

Las bacterias tienden a producir ácido láctico que se derivan de los azúcares y carbohidratos que son sintetizados de forma química por un tipo de bacterias llamadas fototróficas y también por algunas levaduras. El ácido láctico esteriliza varios componentes, incrementa la descomposición de la materia orgánica y actúa como antagonista con los patógenos. Las bacterias también aumentan las producciones a oxígeno y lignina durante la descomposición de la materia orgánica conformada por restos vegetales y animales (Biosca 2001).

#### **2.1.9.2. Bacterias fotosintéticas.**

Son bacterias autótrofas que utilizan la luz del sol y el calor del suelo como fuente de energía para producir sustancias beneficiosas, este tipo de bacterias pueden mantenerse por sí sola puesto que ellas mismas producen sus alimentos. Los componentes que son sintetizados por estas bacterias son: ácidos nucleicos, aminoácidos, azúcares y sustancias bioactivas, facilitando el desarrollo de las plantas. Aquellos metabolitos que se producen por estas bacterias son el elemento nutricional de las plantas que las absorben, y su vez también actúan como medio para incrementar la población futura de microorganismos beneficios (Biosca 2001).

#### **2.1.9.3. Levaduras.**

Esta clase de microorganismos sintetizan sustancias útiles para el crecimiento y desarrollo de las plantas los cuales las secretan bacterias que hacen fotosíntesis, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, son producidas por las levaduras, y estas promueven la división celular activa importante para incrementar los beneficios. Las secreciones de las levaduras

son utilizadas por los demás microorganismos benéficos como bacterias ácido láctico y actinomicetos (Biosca 2001)

#### **2.1.9.4. Hongos.**

Los hongos como *Aspergillus* son microorganismos que actúan descomponiendo más rápido la materia orgánica con el fin de producir principalmente alcohol, esteres y algunas sustancias antagónicas para algunos patógenos. Este proceso produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales (APNAN 2003).

#### **2.1.9.5. Actinomicetos.**

Los actinomicetos son microorganismos que actúan como antagonistas de muchos patógenos que afectan a las plantas debido a que producen sustancias antibióticas. A su vez estos benefician el crecimiento y actividad del *Azotobacter* y de las micorrizas que generan grandes beneficios al suelo (APNAN 2003).

#### **2.1.10. Aplicaciones de Microorganismos Eficientes en cultivos permanentes.**

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físicoquímicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible (APNAN, 1995).

Los microorganismos eficaces tienen un papel importante en el incremento de la productividad de los cultivos. Este incremento puede darse por la presencia de materia orgánica de manera permanente en el suelo la misma que retiene el agua y provee de nutrientes a las plantas, estando estos elementos más disponibles. La velocidad y la germinación de las semillas aumentan por su efecto hormonal casi similar al ácido giberelico, que aumenta el vigor y diámetro en los tallos y raíces, desde que germinan hasta el crecimiento de las plantas (Silva 2009)

Silva (2009), menciona que los microorganismos eficientes generan un ambiente de protección contra patógenos perjudiciales, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en

zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **7.1. Lugar de Estudio.**

El trabajo de investigación se realizará en la parcela demostrativa de INIA (IPEN), ubicado en el C.P. de PREVISTO cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Longitud: 75° 44' 54.49"W

Latitud: 9° 4' 16.354"S

Altitud: 656 m.s.n.m.

El presente trabajo tendrá una duración de 06 meses, iniciándose en el mes de setiembre del 2022 y finalizando en el mes de marzo del 2023. Durante la ejecución del experimento se realizará labores culturales en cuanto al control de malezas y el control de plagas y enfermedades, para esto último se instalarán trampas amarillas, con la finalidad de poder monitorear insectos perjudiciales para el cultivo del café en fase de desarrollo.

La investigación será de tipo experimental, observacional, de campo, comparativa, con la finalidad de probar la hipótesis planteada.

### **7.2. Población y tamaño de muestra.**

#### **Población.**

La población estará compuesta de 1008 plantas en campo definitivo de 9 meses de edad.

#### **Muestra**

La muestra está separadas en 3 boques con 4 tratamientos. Para la evaluación de los tratamientos, se tomará una muestra de cinco (5) plantas por tratamiento, en las cuales se medirán los parámetros (morfológicos y fisiológicos) planteados para la variable dependiente.

### **7.3. Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.**



### a) Diseño de muestreo

En el presente proyecto se aplicará el diseño Bloques completamente al Azar (BCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Modelo matemático  $Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Cualquier observación en estudio

$U$  = Media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento en estudio.

$B_j$  = efecto de la j-esima repetición

$E_{ij}$  = Error o residuo experimental

Cuadro de análisis de varianza (ANVA)

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	
Repeticiones	$3 - 1 =$	2
Tratamientos	$4 - 1 =$	3
Error	$(3 - 1) (4 - 1) = 6$	
Total	$(3) (4) - 1 =$	11

### b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

#### Variable independiente: Concentraciones de MBN

La aplicación de microorganismos benéficos nativos se realizará por método de aspersión, utilizando una bomba de mochila, en la raíz de las plantas.

La aspersión se realizará en plantones de 9 meses de edad cada 30 días. Por cada planta se aplicará 100 ml de la concentración de MBA correspondiente, de acuerdo al detalle siguiente:

T1 = Testigo

T2 = 25 % de Microorganismos Benéficos Nativos.

T3 = 50 % de Microorganismos Benéficos Nativos.

T4 = 100 % de Microorganismos Benéficos Nativos.

**Variable dependiente: Crecimiento y desarrollo**

Parámetros morfológicos (*Coffea arabica*) cv. Caturra

- **Altura de la planta (APH).** Se medirá la altura comprendida desde el cuello hasta el ápice de la yema terminal, empleando una escala decimal. Para esta variable se tomarán en cuenta las plantas con altura uniforme para evitar errores en el promedio general entre evaluaciones. El registro se anotará en la libreta de campo. Esta evaluación se realizará cada 30 días.

- **Numero de hojas (NH).** Se contará el número de hojas por planta cada 30 días, y el registro se anotará en la libreta de campo. -

**Diámetro de tallo (DT).** Se medirá el diámetro del tallo utilizando un calibrador de Vernier, a partir de los 2 cm del cuello y cada 30 días hasta 180 días después del establecimiento. El registro se anotará en la libreta de campo.

- **Número de ramas primarias (RP).** Las ramas primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas en el tallo central. La evaluación se realizará mediante el conteo de ramas primarias bien desarrolladas cada 30 días, y el registro se anotará en la libreta de campo.

- **Número de ramas secundarias (RS).** Las ramas primarias dan origen a otras ramas que son las secundarias. La evaluación se realizará mediante el conteo de ramas secundarias bien desarrolladas cada 30 días, y el registro se anotará en la libreta de campo.

Parámetros fisiológicos (*Coffea arabica*)

Contenido (%) de macronutrientes (NPK) encontrados en el follaje. La evaluación de los folíolos se realizará en dos fases: en la primera fase la toma de muestra y en la segunda el análisis foliar.

El análisis del tejido foliar, para medir el contenido de NPK (%) se realizará de acuerdo a la metodología siguiente:

<b>Análisis de tejido foliar.</b>	
Análisis	Metodología
N	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT -2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). Ítem 7.1.7, AS-07. 2000
P	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT -2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). Ítem 7.1.10, AS-07. 2000
K	Método de Mehlich. Lectura en Espectrofotómetro de absorción atómico.

### **Técnica del muestreo**

El muestreo de hojas para el análisis del contenido (%) de NPK se realizará de la manera siguiente:

### **Muestreo de Hojas**

- Para la evaluación del análisis foliar se sacarán 30 hojas maduras de parte media de las plantas.
- Recolectar las hojas en zig zag de las plantas representativas (plantas que se evaluará)
- Evitar hojas viejas, rotas, contaminadas con heces de aves.
- Lavar las hojas después de recolectar, para remover la tierra o nutrientes foliares que se le aplicó anteriormente para evitar que se modifique el resultado.
- Las hojas limpias secar en sombra antes de enviar para evitar la contaminación por hongos.
- Identificar las muestras para su envío.

**c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico**

**Variable independiente: Concentraciones de MBN**

<b>Nº</b>	<b>concentración MBN %</b>
<b>1</b>	0 %
<b>2</b>	25%
<b>3</b>	50%
<b>4</b>	100%

**Variable dependiente: Crecimiento y desarrollo**

Parámetros morfológicos (Coffea arabica) cv. Caturra

- Altura de la planta.
- Numero de hojas.
- Diámetro del tallo.
- Número de ramas primarias.
- Número de ramas secundarias.

Parámetros fisiológicos (Coffea arabica) cv. Caturra

Contenido de macronutrientes encontrados en el follaje.

- Nitrógeno (%)
- Fósforo (%)
- Potasio (%)

**d) Aplicación de prueba estadística inferencial.**

Una vez obtenidos los datos de cada variable dependiente se introducirán estos al programa SAS versión 8.0 previamente instalado en la laptop, la cual nos brindara de una manera más rápida los cálculos estadísticos y los resultados de nuestro cuadro de varianza y las posteriores pruebas de Tukey.

#### 7.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

Evaluación de crecimiento de las plantas de café al 0% (testigo), 25% de MBN, 50% de MBN y 100% de MBN. 5 plantas por cada tratamiento. Para la obtención de los datos se tendrá 4 registros de la siguiente manera.

Nº de plantas	Evaluación de crecimiento de las plantas de café al 0% (testigo)				
	Altura de la planta.	Numero de hojas.	Diámetro del tallo.	Cantidad de ramas primarias.	Cantidad de ramas secundarias.
1					
2					
3					
4					
5					

#### VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Meses 2022 - 2023					
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Presentación del perfil de tesis	X					
Aplicación de MBN Y Evaluación en campo	X	X	X	X	X	X
Visita de Jurado			X			
Elaboración de informe						X
Sustentación de tesis						X

## IX. PRESUPUESTO

N°	Descripción	Unidad de	Costo	Cantidad	Costo Total (S/.)
		medida	Unitario (S/.)		
1	Microorganismos Benéficos Nativos	Litros	3	100	S/. 300.00
2	Cilindro	Unidad	150	1	S/. 150.00
3	Mochila de fumigar	unidad	380	1	S/. 380.00
4	Tazas medidoras	Unidad	5	2	S/. 10.00
5	Machete	Unidad	15	2	S/. 30.00
6	Baldes	Unidad	8	2	S/. 16.00
7	Lima de afilar	Unidad	10	1	S/. 10.00
8	Regla graduada	Unidad	5	1	S/. 5.00
9	Vernier de 10 cm	Unidad	120	1	S/. 120.00
10	GPS.	Unidad	30	1	S/. 30.00
11	Análisis foliar	Unidad	150	2	S/. 300.00
12	Banner	Unidad	150	1	S/. 150.00
13	Contrato de jornales	Jornal	40	6	S/. 240.00
14	Transporte	Soles	10	8	S/. 80.00
	<b>TOTAL</b>				S/ 1,821.00

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Arista P. 2017. Niveles de dolomita y de microorganismos eficientes en pastos cultivados asociados, en suelos ácidos de Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú. 115 p.
2. Ayala, N y Valdiviezo, S. 2022. “efecto de la aplicación de microorganismos eficientes como complemento a la fertilización orgánica en el cultivo de café (*Coffea arabica*).” Tesis Ingeniera Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador 78 p.
3. Albarracín, L. 2020. Evaluación de biofertilizantes líquidos en el desarrollo vegetativo del cultivo de café (*Coffea arabica*). Tesis Ingeniera Agrónoma Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná – Ecuador. 54 p.

4. Carranza N., Rejano C. 2020. Mecanismo de inmovilización de metales pesados en suelos agrícolas mediante enmiendas orgánicas (Compost y Biochar) y Microorganismos Benéficos (MOBs). Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental. Universidad Peruana Unión Lima, Perú.
5. Cabrera, G. 2019. Efecto de abonos orgánicos mejorados en la producción de *Coffea arabica* L. variedad Costa Rica 95 en Satipo. Título Ingeniero en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo – Perú. 76 p.
6. Cosme R. 2022. “caracterización morfo-agronómica de cinco variedades de café (*coffea arabica* L.), distrito de Daniel alomía Robles, Huánuco”, tesis Maestro en Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú. 2022 138 p.
7. Chávez N. 2018. Efecto de microorganismos eficientes en la disponibilidad de fósforo y rendimiento del cacao a 560 msnm - Kimbiri – Cusco Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú. 63p.
8. Chumpitaz A. 2019. Producción y exportación del café orgánico de la Cooperativa Bosque del Altomayo de San Martín al mercado de Estados Unidos, año 2019. Tesis Licenciada en Negocios Internacionales. Universidad Cesar Vallejo. Lima – Perú 51p.
9. Flores, H. 2020. “Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes nativos en el rendimiento de la caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader), región Ucayali – Perú” Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali Pucallpa- Perú. 54 p.
10. Marca C. 2017. Efecto a la aplicación de microorganismos eficientes (EM-1) con diferentes frecuencias en el rendimiento de aji amarillo (*capsicum baccatum*) var. Pacae en el CEA III Pichones. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Jorge Basadre Grohamann- Tacna 94 p.
11. Milla-Pino, Manuel Emilio, Oliva-Cruz, Segundo Manuel, Leiva-Espinoza, Santos Triunfo, Collazos-Silva, Roicer, Gamarra-Torres, Oscar Andrés, Barrena-Gurbillón, Miguel Ángel, & Maicelo-Quintana, Jorge Luis. 2019. Características morfológicas de variedades de café cultivadas en condiciones de sombra. Acta Agronómica, 68 (4), 271-277.

12. Mesa M. 2019 “factores que inciden en las características físicas y organolépticas del café fuera de grado comparada al café especial” título Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú 115 p.
13. Ñaupari E. 2015. Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME) en cultivo de *Zea mays* L. (Maíz amarillo duro) en la zona de Satipo. Tesis Ingeniero en ciencias agrarias. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo – Perú. 63 p.
14. Pérez C. 2018 “Proceso de certificación de café (*coffea arabica* L.) Orgánico en el Perú”. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 63p.
15. Perceros F. 2020. Efecto del compost de pulpa de café en la producción de plantones de *Coffea arabica* L. variedad catuai en Satipo. Tesis Ingeniero en ciencias agrarias. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo – Perú.
16. Suarez L. 2022. Análisis del desarrollo morfológico y agronómico de plántulas de *Coffea arabica* L. cv Catuaí en condiciones de vivero con diferentes sustratos y bioestimulantes Jipijapa tesis de ingeniero agropecuario. Universidad estatal del sur de Manabí– Manabí – Ecuador. 113 p.
17. Saldeghian, s. 2020. Análisis foliar: Una guía para evaluar el estado nutricional del café. Avances Técnicos Cenicafe 515. Colombia, 4 p.
18. Vargas, K. 2020. Respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar. Título Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná- Ecuador. 104 p.
19. Zapata, D, 2020. Análisis y determinación de los costos de producción y la rentabilidad de los cafés especiales con certificación orgánica y sin certificación en la provincia de Jaén, tesis Contador Público Universidad de Piura. Cajamarca, Perú. 88 p.
20. Zegarra A. 2021. Aceleración del periodo de germinación y crecimiento de café (*coffea arábica* L.), de las variedades caturra y bourbon, Putina Punco 2020. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.

## **XI. ANEXO.**

Matriz de consistencia.



## Influencia de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en el crecimiento y desarrollo del café caturra (*Coffea arabica*) en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>METODO DE INVESTIGACION:</b>	<b>POBLACION:</b>
¿Cómo influyen los Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en el crecimiento y desarrollo de del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022?	Determinar la influencia de los Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en el crecimiento y desarrollo del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022	Los Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variedad de café Caturra</li> <li>- Concentraciones de MBN: 25% 50% 100%</li> </ul>	Hipotético deductivo.	La población está constituida por el total de 1008 plantas.
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECÍFICAS.</b>	<b>DEPENDIENTE.</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b>	<b>MUESTRA:</b>
¿Cuál es la influencia de las concentraciones de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en los parámetros morfológicos del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022?	Evaluar la influencia de 3 concentraciones de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en los parámetros morfológicos del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022	Existe una relación directamente proporcional entre las concentraciones de microorganismos benéficos nativos y los parámetros morfológicos del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022	<b>Parámetros morfológicos (<i>Coffea arabica</i>)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura de la planta.</li> <li>- Numero de hojas</li> <li>- Diámetro del tallo.</li> <li>- Cantidad de ramas primarias.</li> <li>- Cantidad de ramas secundarias.</li> </ul>	Experimental, observacional, comparativa.	3 boques con 4 tratamientos. Para la evaluación de los tratamientos, se tomará una muestra de cinco (5) plantas por tratamiento,
¿Cuál es la influencia de las concentraciones de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en los parámetros fisiológicos del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022?	Evaluar la influencia de 3 concentraciones de Microorganismos Benéficos Nativos (MBN) en los parámetros fisiológicos del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022	Existe una relación directamente proporcional entre las concentraciones de microorganismos benéficos nativos y los parámetros fisiológicos del café ( <i>Coffea arabica</i> ) cv. Caturra en la provincia de Padre Abad, Ucayali-2022	<b>Parámetros fisiológicos (<i>Coffea arabica</i>)</b> <p>Contenido de macronutrientes encontrados en el follaje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nitrógeno (%)</li> <li>• Fósforo (%)</li> <li>• Potasio (%)</li> </ul>		