



**CRIA-Oriente**  
**Cadena de Loroco**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRICHODERMA Sp. PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE LOROCO (*Fernaldia pandurata* Woodson) EN LA COMUNIDAD EL SENEGAL, RIO HONDO Y CHISPAN, ESTANZUELA, DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA.”**

**Ing. Agr. Victor Estuardo Villalta García**

**M.Sc. José María Duarte Gutiérrez**

**Bach. Ferdy José Grávez**

Zacapa, Noviembre de 2020



Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

## SIGLAS Y ACRONIMOS

CUNZAC	Centro Universitario de Zacapa
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
ANDEVA	Análisis de Varianza

## INDICE

<b>CONTENDIO</b>	<b>PAG.</b>
Resumen	7
Summary	8
Introducción	9
Marco Teórico	10
Objetivos	20
Hipótesis	20
Metodología	21
Etapas Iniciales	21
Localización	21
Tratamientos	27
Tamaño de la Unidad Experimental	28
Diseño Experimental	29
Manejo del Experimento	29
Resultados y Discusión	33
Análisis económico	35
Conclusiones	38
Recomendaciones	39
Anexos	40
Anexo 1. Ficha técnica de productos orgánicos utilizados	40
Anexo 2. Rendimiento del cultivo de Loroco ( <i>Fernaldia pandurata</i> Woodson), durante los meses de octubre de 2019 a febrero de 2020, en dos localidades del departamento de Zacapa.	45

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>PAG.</b>
1. Lámina de riego para el Loroco.	16
2. Ficha técnica de la localidad El Senegal, municipio de Rio Hondo, Departamento de Zacapa	23
3. Ficha técnica de la localidad Chispan, municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa	25
4. Descripción de tratamientos y dosificaciones utilizados durante la investigación	27
5. Resumen de metodología para el desarrollo de la investigación	31
6. Análisis de varianza del rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la Comunidad El Senegal, Rio Hondo, Zacapa	33
7. Análisis de varianza del rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la Comunidad Chispan, Estanzuela, Zacapa	34
8. Análisis económico de la aplicación de tratamientos para mejorar la productividad en el cultivo de loroco ( <i>Fernaldia pandurata</i> Woodson)	36

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PAG.</b>
1. Plantación de loroco, aldea Chispan, municipio de Estanzuela, departamento De Zacapa.	13
2. Mapa de localidades donde se realizó la investigación del cultivo de loroco en el departamento de Zacapa.	22
3. Localización e identificación de la Unidad El Senegal, Rio Hondo, Zacapa	24
4. Vista del cultivo de loroco, de la unidad El Senegal, Rio Hondo, Zacapa	24
5. Vista del cultivo de loroco, de la localidad Chispan, Estanzuela, Zacapa	26
6. Cultivo de loroco, de la localidad Chispan, Estanzuela, Zacapa	26
7. Distribución del área de cultivo de loroco, de la localidad Chispan, Estanzuela, Zacapa	28
8. Distribución de tratamientos y repeticiones utilizados para la investigación	28
9. Triangulo textural del suelo.	31
10. Rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la comunidad El Senegal, Rio Hondo, Zacapa	33
11. Rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la comunidad Chispan, Estanzuela, Zacapa	34
12. Total de venta por tratamiento expresado en Quetzales por Hectárea promedio por cada corte de flor de Loroco durante el período de octubre de 2019 a febrero de 2020.	37

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRICHODERMA Sp. PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE LOROCO (*Fernaldia pandurata* Woodson) EN LA COMUNIDAD EL SENEGAL, RIO HONDO Y CHISPAN, ESTANZUELA, DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA.”**

Ing. Agr. Victor Estuardo Villalta García  
M.Sc. José María Duarte Gutiérrez  
Bach. Ferdy José Grávez

**RESUMEN**

Durante el periodo de junio de 2019 a febrero de 2020, en el departamento de Zacapa, de la República de Guatemala, se establecieron dos unidades experimentales para establecer el uso combinado de Trichoderma y fertilizantes de origen orgánico, que permitieran identificar su efectividad para incrementar la cantidad en Kg/Ha de la flor de loroco.

Los tratamientos utilizados fueron: 1) Trichoderma + Calcio Plus, 2) Trichoderma + Humega + Calcio Plus, 3) Trichoderma + Fertilizante 5-4-2 + Humega, 4) Testigo. Los productos utilizados fueron adquiridos en casas comerciales presentes en el área, quienes han implementado estos productos en otros cultivos como Café, Cacao, Maiz, mostrando resultados que incrementan la productividad, calidad del cultivo y de la producción .

El tratamiento que presentó mejores resultados fue el tratamiento 1, utilizando la combinación de Trichoderma + Calcio Plus, incrementando la producción del cultivo de la flor de loroco en un 9.31%, con respecto al testigo, siendo la fertilización química de fuentes nitrogenadas y de macroelementos que utiliza el productor según sus conocimientos y experiencia adquirida. En promedio, el tratamiento 1, registro para cada corte en la comunidad El Senegal, Rio Hondo, 816.979 Kgs/Ha y en la comunidad Chispan, Estanzuela, 800.288 Kgs/Ha.

**"EFFECT OF THE APPLICATION OF TRICHODERMA Sp. TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF THE CULTIVATION OF LOROCO (*Fernaldia pandurata* Woodson) IN THE COMMUNITY OF EL SENEGAL, RIO HONDO AND CHISPAN, ESTANZUELA, OF THE DEPARTMENT OF ZACAPA."**

Victor Estuardo Villalta García  
José María Duarte Gutiérrez  
Ferdy José Grávez

**SUMMARY**

During the period from June 2019 to February 2020, in the department of Zacapa, of the Republic of Guatemala, two experimental units were established to establish the combined use of Trichoderma and fertilizers of organic origin, which allowed to identify their effectiveness to increase the Amount in Kg / Ha of loroco flower.

The treatments used were: 1) Trichoderma + Calcium Plus, 2) Trichoderma + Humega + Calcium Plus, 3) Trichoderma + Fertilizer 5-4-2 + Humega, 4) Control. The products used were acquired in commercial houses present in the area, who have implemented these products in other crops such as Coffee, Cocoa, Corn, showing results that increase productivity, crop quality and production.

The treatment that presented the best results was treatment 1, using the combination of Trichoderma + Calcium Plus, increasing the production of the loroco flower culture by 9.31%, with respect to the control, being the chemical fertilization of nitrogen sources and macroelements. used by the producer according to his knowledge and experience. On average, treatment 1, recorded for each cut in the El Senegal community, Rio Hondo, 816,979 Kgs / Ha and in the Chispan community, Estanzuela, 800,288 Kgs / Ha.



## INTRODUCCIÓN

El loroco es una planta comestible de la región Mesoamericana, cultivada aproximadamente a una altura de 1000 msnm. Es cultivado desde Guatemala hasta Costa Rica y algunos estados del sur de México. Regularmente se localiza de forma silvestre y ocasionalmente en pequeñas cantidades en patios de las viviendas de la región para consumo familiar.

El loroco es un cultivo arbustivo, de hábitos trepadores, que necesita la ayuda de tutores para poder crecer y establecerse en un lugar para hacer crecer sus ramas, hojas y frutos con exposición directa al sol. Se describen algunas características de la planta iniciando por su sistema radicular, tallo, hojas, flores, frutos y semillas.

Durante el año 2019 y principios de 2020, se realiza la investigación, para determinar la efectividad de la aplicación de la Trichoderma y fertilizantes de origen orgánico en el cultivo del Loroco, en dos localidades del departamento de Zacapa, localizado en el oriente de la República de Guatemala.

Se instaló dos unidades experimentales, las cuales estaban compuestas de tres tratamientos y cuatro repeticiones. El tratamiento con mejores resultados fue la combinación de Trichoderma y Calcio Plus, incrementando el rendimiento de la producción en comparación con los otros tratamientos de la investigación.

## MARCO TEÓRICO

### TRICHODERMA

Estimulador del crecimiento de las plantas Trichoderma produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemático primarios en las partes jóvenes de estas, acelerando un desarrollo más rápido.

Su efecto ha sido comprobado en clavel, crisantemo, tagetes, petunia, pepino, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, fríjol, pastos y ornamentales. Las semillas de pepino germinan dos días antes que aquellas que no han sido inoculadas con el hongo. La floración de Pervinca rosea, se acelera el número de botones por planta.

En crisantemo incrementa también el número de botones, la altura, el peso de la planta son mayores que aquellas no tratadas. En plantas de fríjol, se estimuló la germinación presentando un aumento en la altura de las plantas entre el 70% y 80%, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente. 4 West Analítica y Servicios S.A. de C.V.

Un ensayo similar realizado sobre pasto estrella demostró que la ganancia en peso seco con algunos aislamientos es cercana al 23%, en longitud de las raíces y de estolones este incremento fue de un 30%. Trichoderma aparece producir los complejos de la enzima que promueven el crecimiento vegetal. Las plantas de semillero tratadas, por ejemplo, saltar-empiezan y se pueden trasplantar los días anterior.

Se ha comprobado que el Trichoderma produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo. Algunas especies de Trichoderma han sido reportadas como estimuladoras de crecimiento en especies tales como clavel, crisantemo, tagetes, petunia, pepino, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, fríjol y pastos ornamentales. Las semillas de pepino germinan dos días antes que aquellas que no van sido inoculadas con el hongo. La floración de Pervinca rosea, se acelera el número de botones por planta. En crisantemo se incrementa también el número de botones, la altura y el peso de plantas son mayores que aquellas no tratadas. Tales respuestas han ocurrido consistentemente a concentraciones de 108 unidades formadoras de colonias por gramo de suelo, estas densidades de población son fácilmente aplicables al suelo en formulaciones, las cuales favorecen a su vez el incremento de la población de Trichoderma en el medio.

Se han realizado algunos estudios preliminares con Trichoderma para la estimulación del crecimiento sobre plantas de fríjol, donde los aislamientos seleccionados estimularon la germinación y presentaron un aumento en la altura de las plantas entre el 70 y 80%, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente, ello supone un incremento en los rendimientos de este cultivo. 5 West Analítica y Servicios S.A. de C.V. Un ensayo similar realizado sobre

pasto Estrella demostró que la ganancia en peso seco con algunos aislamientos es cercana al 23%, en longitud de las raíces y de estolones este incremento fue de un 30%.

La cepa T34 actúa como promotor del crecimiento, ya que al ser aplicado en semillas de pimiento incrementa su biomasa 2.5 veces y aplicado en semillas de tomate, la incrementa 2 veces, siempre en condiciones de invernadero comercial. 4. Protección a semillas contra hongos patógenos Varias especies de hongos patógenos atacan las semillas con relativa facilidad, especialmente bulbos y cormos, provocando pérdidas significativas y hasta totales de sus cualidades botánicas y productivas.

Cepas de *Trichoderma* son capaces de colonizar la superficie de la raíz y de la rizósfera a partir de la semilla tratada, protegiendo a las mismas de enfermedades fúngicas. Así las semillas reciben una cobertura protectora cuyo efecto se muestra cuando la misma es plantada en el sustrato correspondiente. De esta forma *Trichoderma* garantiza la próxima cosecha.

## **Generalidades del cultivo de loroco**

### **Origen del loroco**

El loroco es una planta comestible de la región Mesoamericana, cultivada aproximadamente a una altura de 1000 msnm. Es cultivado desde Guatemala hasta Costa Rica y algunos estados del sur de México. Regularmente se localiza de forma silvestre y ocasionalmente en pequeñas cantidades en patios de las viviendas de la región para consumo familiar.

En Guatemala, el cultivo se distribuye principalmente en las zonas semiáridas del oriente, conformado por los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Izabal y Jutiapa. Este desarrollo ha sido de forma silvestre (Cabrera 2010). Es una especie en vías de domesticación ya que a la fecha aún se encuentra mucha variabilidad entre plantas de cultivo y no se han logrado desarrollar variedades (Martínez 2002).

### **Importancia del Loroco en la región Oriente de Guatemala**

El loroco es un cultivo no tradicional que ha cobrado importancia económica en los últimos años en Guatemala. El cultivo posee gran demanda en el mercado nacional e internacional desde la década de los años 90, demostrando ser una buena alternativa para generar ingresos, particularmente en unidades campesinas de escasos recursos, donde la mano de obra familiar puede atender este cultivo en la huerta casera.

Girón, citado por (Palencia 2003), verificó la diversidad genética de tres poblaciones silvestres de loroco presentes en el departamento de El Progreso dentro de la zona de vida Bosque seco Subtropical, a una altitud de 750 msnm. El investigador observó que no existían diferencias entre diferentes poblaciones estudiadas, sin embargo, si existe alta variabilidad entre los individuos estudiados principalmente a nivel de inflorescencias por planta y número de flores por inflorescencia.

Actualmente se encuentran plantaciones comerciales en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa (Teo 2015). Según el INTECAP, citado por (Teo 2015), su cultivo a nivel comercial es relativamente nuevo en relación a otros.

Recientemente, se han observado a productores que en forma individual han producido loroco para la venta en fresco en los mercados de las cabeceras departamentales y algunas municipales de la región oriente de Guatemala, siendo uno de los mercados principales el de la cabecera departamental de Chiquimula, la venta es realizada al consumidor final en bolsas de plástico por libras, las cuales carecen de información de la procedencia, la calidad y cantidad del producto.

La flor del loroco, es utilizada en la gastronomía local para condimentar diferentes tipos de comidas en plato fuerte o en meriendas de recetas conocidas y divulgadas culturalmente, haciendo de esta planta una de las más conocidas para mejorar el sazón de la cocina de la región oriental de Guatemala.

Recientemente, el loroco ha sido catalogado como cultivo nostálgico, consumido por guatemaltecos que viven en otros países, principalmente en los Estados Unidos de América, solicitando el envío de la flor de loroco en comidas congeladas, así como en pequeñas cantidades en fresco empacadas para ser agregadas como condimento a los alimentos preparados a diario, por lo que ha cobrado importancia económica para la región.

### **Características botánicas**

El loroco es un cultivo arbustivo, de hábitos trepadores, que necesita la ayuda de tutores para poder crecer y establecerse en un lugar para hacer crecer sus ramas, hojas y frutos con exposición directa al sol. Se describen algunas características de la planta iniciando por su sistema radicular, tallo, hojas, flores, frutos y semillas.



Figura 1 Plantación de loroco, aldea Chispan, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa. V. Villalta. 2017

❖ Raíz:

La raíz de loroco es fibrosa y posee sustancias con ciertas características alcaloides conocidas como Lorocina y Loroquina, posee principios activos que influyen en la presión arterial. (OIRSA 2002)

❖ Tallo:

Es una enredadera delgada (tipo liana), débil y pubescente, con una base leñosa persistente, pero con ramas que mueren después que termina su floración en condiciones silvestres o cuando no existe riego, pero permanece verde cuando se usa riego en época seca (CENTA 1993)

❖ Hojas:

Son oblongas, elípticas, opuestas, bastante acuminadas, con los bordes externos un poco ondulados. Con dimensiones de 4 a 12 cm de largo y de 1.5 a 12 de ancho. (De Rosa 1992).

❖ Flor:

Es la parte aprovechable en la alimentación humana, su consumo es variado, incluso en forma de té, el cual se obtiene al disecarse. La inflorescencia se da en racimos y cada uno de ellos posee de 10 a 32 flores dando un promedio de 25 por racimo. La época en que la planta produce flores es de mayo a noviembre, aunque si existe riego produce flores durante 10 meses al año. Se puede colectar de 30 a 40 racimos por planta cada 3 días en su época de mayor floración. Cada racimo pesa aproximadamente un gramo (Osorio 2002).

❖ **Fruto:**

La infrutescencia es compuesta por uno, dos o más folículos, que está adheridos a un pedúnculo. Este folículo puede tener diferentes formas: cilíndrico, alargado recto o curvado hacia dentro; estos pueden alcanzar una longitud hasta de 34 cm y entre 5 y 6 mm de diámetro.

Cuando el fruto está tierno es de color verde y cambia a café oscuro al madurar. Dentro de cada folículo pueden hallarse entre 25 y 150 semillas, dependiendo de su longitud. Su obtención es fácil debido a que la flor es cosechada constantemente para su consumo (Osorio 2002).

❖ **Semilla:**

La semilla de loroco tiene una longitud de 1.4 a 1.6 cm y un diámetro entre 2 y 3 mm, con gran cantidad de vilanos (pelos algodonosos) en el extremo, que facilita su dispersión por el viento, este tarda en germinar es de 10 a 15 días, aunque en zonas con temperaturas mayores de 30°C, puede bajar de 5 a 8 días (Osorio 2002).

La semilla posee una gran viabilidad y el porcentaje de germinación puede llegar a un 90%; pasado seis meses, este porcentaje puede perderse casi en su totalidad. Es necesario que al recolectar las semillas, se mantengan en refrigeración, en frascos de vidrio para mantener su viabilidad. (Osorio 2002).

### **Factores endógenos y exógenos de la investigación**

❖ **Suelo:**

Se adapta a diversos tipos de suelo desde francos a franco arcillosos, con pH de 5.5 a 7.00 (Parada et al 2002). Los suelos con problema de drenaje, el desarrollo fisiológico de la planta se ve afectado por falta de oxígeno en el suelo, lo que favorece el desarrollo de enfermedades radiculares, ocasionando el amarillamiento y caída de las hojas (CENTA 1993).

Los principales suelos utilizados por los agricultores de la región son los suelos derivados de deposiciones coluvio aluviales, que favorecen la diversidad de materiales y una forma sencilla de disponibilidad de nutrientes para las plantaciones de loroco establecidas en la región.

❖ **Altitud:**

Se ha observado que el loroco puede cultivarse en un rango amplio de altitud, desde los 30 hasta 1000 msnm; con alturas mayores a 1000 metros la plana tiende a reducir su producción. (OIRSA 2002).

Las plantaciones establecidas en la región de Zacapa y Chiquimula, se encuentran en un rango de altura entre los 200 a los 450 metros sobre el nivel del mar.

❖ **Temperatura:**

El rango de temperatura ideal para el loroco es de 20 a 32°C, temperaturas mayores o menores a estos rangos provocan estrés a la planta lo cual afecta su producción de flores (De rosa 1992).

En la región los climas se encuentran contemplados en la región de Cálido Semiseco, con temperaturas en el rango de los 22 a los 35°C.

❖ **Precipitación:**

En Guatemala, específicamente en el oriente, en los departamentos de Zacapa y Chiquimula, el loroco es considerado una planta resistente a la sequía y cultivado en áreas donde las precipitaciones son escasas y mal distribuidas, las que se dan en un rango de 500 a 1800 mm, anuales. (Osorio 2002).

En la región se considera que las precipitaciones pluviales han rebasado la media histórica que estaba contemplada entre los 300 – 600 milímetros anuales de lluvia. Dado que en los últimos años, la frecuencia de precipitación aumentó y la frecuencia e intensidad de la misma es mayor, conociéndose que en un solo día existen lluvias superiores a los 50 centímetros diarios.

La combinación de estos tres factores, determinaran la presencia o ausencia de las plagas y enfermedades del cultivo, propiciando con ello un plan de manejo para el control de los mismos.

### **Estrés hídrico o sequía de planta**

Consultando en fuentes de la web, la página agrohuerto.com, en forma resumida considera que el estrés hídrico se produce cuando nuestras plantas **no tienen agua suficiente**. Por ello, responden **deteniendo su crecimiento y las células pierden agua y turgencia** (se vuelven más débiles). Este tipo de estrés se considera que es el más importante ya que ocasiona **grandes pérdidas agrícolas**.

La planta puede considerarse como un sistema de transporte del agua entre el suelo y la atmósfera. Se habla de un circuito SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA.

Las principales causas del déficit hídrico son:

- Escasa pluviometría.
- Baja capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.
- Fuerte demanda evaporativa de la atmósfera.

Entre los síntomas más importantes que ocasiona el déficit hídrico se encuentran:

- Disminución del crecimiento.
- Falta de turgencia en la planta (estructura muy débil).
- Las hojas se secan y pueden llegar a caerse.
- Crecimiento de las raíces en busca de agua en capas más profundas.

Moreno (2009) en su trabajo “Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico” indica que el estrés por déficit hídrico o por sequía se produce en las plantas en respuesta a un ambiente escaso en agua, en donde la tasa de transpiración excede a la toma de agua. Además, Moreno (2009) cita a (Levitt, 1980) que han indicado que el déficit hídrico no sólo ocurre cuando hay

poca agua en el ambiente, sino también por bajas temperaturas y por una elevada salinidad del suelo. Estas condiciones, capaces de inducir una disminución del agua disponible del citoplasma de las células, también se conocen como estrés osmótico.

También cita a (Nilsen y Orcutt, 1996) que indica que de acuerdo con los requerimientos de agua, las plantas pueden ser consideradas como hidrófitas si están adaptadas a vivir total o parcialmente sumergidas en el agua (en general no toleran potenciales hídricos más negativos de -5 a -10 bares); como mesófitas si están adaptadas a un aporte moderado de agua (en general no toleran potenciales hídricos más negativos de -20 bares) y como xerófitas si están adaptadas a ambientes áridos (en general no toleran potenciales hídricos más negativos de -40 bares).

Según la Guía técnica del cultivo de loroco elaborado por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal de El Salvador elaborado en el año 2002, establece que el loroco se caracteriza por ser una planta tolerante a períodos relativamente largos de estrés hídrico. El riego por goteo se perfila como la alternativa técnica más apropiada, cuando se dispone de capital inicial de inversión, porque permite realizar un mejor uso del agua, aplicación de fertilizantes y un mejor control de malezas al crear un bulbo de humedecimiento en la zona de raíces, sin dejar de mencionar el incremento en la productividad del cultivo.

La lámina, frecuencia y tiempo de riego deberán calcularse con base en el tipo de riego, condiciones de suelo, clima y etapa de crecimiento de la planta en la zona de producción. Se establecieron unas propuestas de riego del cultivo, tomando en consideración valores promedios de las características físicas del suelo, cultivo y clima. Además toma en cuenta el uso de riego por gravedad, que es el más utilizado por los productores de loroco en El Salvador. (Tabla 1)

Textura del suelo	m.s.n.m.	Lámina (cm)				Frecuencia (días)				Tiempo (horas)			
		Mes (época seca)				Mes (época seca)				Mes (época seca)			
Fina	0-300	5.2	10	10	10	7	10	10	10	7	9	9	9
Media	0-300	4.7	9.4	9.4	9.4	6	10	10	10	5	7	7	7
Gruesa	0-300	3	6	6	6	4	7	7	7	3	5	5	5
Fina	300-800	5.2	10	10	10	9	15	15	16	7	9	9	9
Media	300-800	4.7	9.4	9.4	9.4	8	15	15	15	5	7	7	7
Gruesa	300-800	3	6	6	6	5	10	10	10	3	5	5	5
Fina	800-más	5.2	10	10	10	10	18	18	18	7	9	9	9
Media	800-más	4.7	9.4	9.4	9.4	9	15	15	15	5	7	7	7
Gruesa	800-más	3	6	6	6	6	10	10	10	3	5	5	5

Tabla 1: Lámina de riego para el loroco. Fuente: Guía técnica del cultivo de loroco, CENTA (2002) cita a De Rosa 1999, Pag. 29



## Información de Trichoderma

### Efectos positivos en las plantas

- **Efectos sobre el crecimiento de las plantas:** el sistema de hifas de **Trichoderma spp.** coloniza las raíces de la planta elevando considerablemente la capacidad de exploración del suelo y, por ello, la captación de nutrientes y de agua por las raíces. Esto puede traducirse en un incremento del volumen radicular y en el aumento del vigor y la productividad de la planta, además de otorgar tolerancia a estreses tanto abióticos como bióticos.
- **Resistencia inducida:** al colonizar las raíces, inducen o elicitan en las plantas mecanismos de defensa (fisiológicos y bioquímicos) contra una amplia gama de microorganismos patógenos de numerosas especies de plantas.

### Efectos en la rizósfera:

- **Efectos sobre el crecimiento de las plantas:** el sistema de hifas de *Trichoderma spp.* coloniza las raíces de la planta elevando considerablemente la capacidad de exploración del suelo y, por ello, la captación de nutrientes y de agua por las raíces. Esto puede traducirse en un incremento del volumen radicular y en el aumento del vigor y la productividad de la planta, además de otorgar tolerancia a estreses tanto abióticos como bióticos.
- **Resistencia inducida:** al colonizar las raíces, inducen o elicitan en las plantas mecanismos de defensa (fisiológicos y bioquímicos) contra una amplia gama de microorganismos patógenos de numerosas especies de plantas.
- **Solubilización de nutrientes en el suelo:** por ejemplo, aquellos que son escasamente solubles o insolubles, como el zinc y el fósforo.
- **Mineralización de la materia orgánica:** por su capacidad de utilizar diversas fuentes de carbono para su desarrollo, dejan numerosos nutrientes a disposición de las raíces.
- **Eliminación o inactivación de compuestos tóxicos de la zona radicular:** *Trichoderma spp.* tiene la capacidad de degradar o inactivar ciertos metabolitos tóxicos excretados por patógenos.

### Generalidades de los organismos benéficos de origen natural -EM-

Es un producto biológico en el que coexisten varios tipos de microorganismos benéficos que no han sido modificados genéticamente, ni sintetizados químicamente.

Los microorganismos benéficos de origen natural presentes en el EM<sup>TM</sup> pertenecen a 3 grupos principales: bacterias ácido-lácticas (usadas comúnmente en la elaboración de yogurt, quesos, etc.), levaduras (usadas en la industria de panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias fototróficas ó fotosintéticas (presentes comúnmente en diversos ecosistemas).

Los Microorganismos Eficaces (EM™ , por sus siglas en inglés) se encuentran en un medio líquido con un pH no mayor de 3,5.

## **BASE DE LA TECNOLOGIA EM**

Los microorganismos benéficos contenidos en el EM™ están dispuestos en un medio líquido donde se desarrollan de manera sinérgica y complementaria.

Los microorganismos que forman el EM™ desempeñan individualmente funciones esenciales. Sin embargo, el éxito de la Tecnología EM™ radica en la coexistencia de éstos en el mismo medio, la cual promueve mayores beneficios que los producidos por los mismos de forma independiente.

La comunidad simbiótica de microorganismos creada en el EM™ no tiene un efecto aislado, ya que cuando se desarrollan colectivamente, los microorganismos nativos del medio empiezan a trabajar de la misma manera que los Microorganismos Eficaces™.

Al entrar en contacto con la materia orgánica, los Microorganismos Eficaces™ secretan sustancias benéficas como enzimas, ácidos orgánicos, y antioxidantes, cambian la micro y macro flora del medio y mejoran el equilibrio natural. De ésta manera, los microorganismos patógenos causantes de enfermedades son inhibidos por competencia microbiana.

En la agricultura el EM™ como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, e incrementando la producción de los cultivos. Además, promueve una agricultura y medio ambiente más sostenibles a través de la conservación de los recursos naturales.

En semillero aumenta la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico. Aumenta el vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal incrementa las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

En las plantas genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que puede 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. Promueve la floración, fructificación y maduración, por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos los efectos de los microorganismos, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades.

**Entre sus efectos destacan:**

En las condiciones físicas del suelo: Mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. Disminuye la frecuencia de riego, ya que incrementa la capacidad de los suelos para absorber el agua de lluvia, evitando a su vez la erosión por arrastre de partículas.

En las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar el efecto de la utilización de Trichoderma en combinación con fertilizante químico, orgánico y EM para mejorar la productividad del cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson) utilizando productos orgánicos comerciales.

### **Específicos**

Determinar el efecto de Trichoderma en combinación con fertilizante químico, orgánico o EM sobre el número de racimos florales por planta, el tamaño de las flores y el rendimiento de flores comerciales.

Determinar la opción económicamente viable, a través de la realización de un Análisis Económico de Costos Variables.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de Trichoderma en combinación con fertilizante químico, orgánico o EM incrementa el número de racimos florales por planta, el tamaño de las flores y el rendimiento de flores comerciales.

## METODOLOGÍA

Para el correcto desarrollo de esta investigación se realizará en dos áreas de agricultores del departamento de Zacapa, en localidades donde el cultivo de loroco se encuentre en etapa productiva y el productor tiene experiencia en el manejo agronómico del cultivo.

El manejo agronómico del cultivo se ha desarrollado, basado en la experiencia y la formación entre agricultores y presencia de extensionistas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, quienes forman en la etapa de producción y cosecha a los agricultores.

Se realizará el manejo agronómico de la forma tradicional en el área donde se realizará la investigación y se tomarán como base el testigo local manejado de la forma tradicional y luego tres tratamientos propuestos para esta investigación los cuales serán: 1) Trichoderma + fertilizante químico, 2) Trichoderma + fertilizante orgánico y 3) Trichoderma más producto EM (hongos, bacterias y levadura).

Etapa inicial:

Se identificarán a productores que tengan condiciones mínimas para el establecimiento de la investigación, los requerimientos son los siguientes:

- Certeza y propiedad de la plantación para establecer una relación directa con el productor.
- Áreas de producción que cuenten con riego, de preferencia por goteo.
- Que el cultivo de loroco se encuentre en fase de producción.

Se identificarán y caracterizarán las condiciones actuales de producción de loroco con base a la guía estructurada detallada en el Anexo I, donde se resaltan los parámetros que influyen en desarrollo del cultivo, entre ellos el suelo, altura, temperatura, humedad y problemas de plagas y enfermedades.

Se realizará un muestreo de suelos para cumplir dos finalidades, la primera es caracterizar el comportamiento textural de estos suelos para determinar el comportamiento de la absorción de nutrientes de los cultivos basado en el método de Boyoucos acompañado con un ensayo de infiltración por el método de Porchet (Anexo 3) y como un segundo criterio, el análisis de nutrientes actuales del cultivo de loroco para comprender, las condiciones actuales en las que se desarrolla el cultivo.

### Localización

Las dos localidades, destinadas para esta investigación están ubicadas en las comunidades: Senegal, del municipio de Rio Hondo, Chispan del municipio de Estanzuela ambos del departamento de Zacapa (ver ilustración 1).



**FIGURA 2. MAPA DE LAS LOCALIDADES DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN DEL CULTIVO DE LOROCCO EN EL DEPARTAMENTO DE ZACAPA.**

A continuación, se detalla la ficha técnica de cada una de las localidades, las cuales sirven de resumen para establecer las características de los factores formadores del suelo que predomina en cada localidad. Se hace una descripción con variables del suelo, debido a que en cada una de las localidades se realizó una calicata, donde se describieron los diferentes tipos de horizontes, clase textural, entre otros parámetros.

<b>Localización Geográfica</b>	Departamento	Zacapa
	Municipio	Rio Hondo
	Aldea	El Senegal
	Coordenadas Geográficas	-89.566946; 15.033469. Datum WGS1984
<b>Propietario</b>		Agustin Vargas, propietario.
<b>Posición Geomorfológica</b>	Paisaje	Montaña
	Tipo de Relieve	Abanico
	Forma del Terreno	Plano inclinado
<b>Material Parental</b>		Rocas metamórficas sin dividir. Filitas, esquistos cloríticos, granitíferos, esquistos y gneises de cuarzo, mica y feldespato, mármol y migmatitas.
<b>Altitud</b>		326 msnm
<b>Relieve</b>	Clase	Moderadamente inclinado
	Rango de Pendiente	12-25 %
<b>Aspectos climáticos</b>	Clima Ambiental	Cálido semiseco
	Precipitación Promedio Anual	600-800
	Temperatura Promedio Anual	28°C
<b>Clima Edáfico</b>	Regimen de humedad	Ustico
	Regimen de temperatura	Isotérmico
<b>Drenaje</b>	Interno	Lento
	Externo	Rapido
	Natural	Bien Drenado
<b>Erosión</b>	Clase	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
<b>Pedregosidad Superficial</b>	Tipo	Muy Pedregoso
	Clase	Abundante
<b>Nivel Freático</b>	Clase	No Evidente
	Profundidad	
<b>Inundaciones y encharcamientos</b>	Clase	No hay
	Duración	
<b>Profundidad Efectiva</b>	Clase	Media

	Profundidad	50-75
	Limitante	Pedregosidad en el perfil
<b>Uso</b>	Actual	Agricultura
	Nombre del cultivo	Loroco
	Limitante de uso	Pedregosidad interna y superficial
	Vegetación Natural	Cacaguananse, Yaje.

**Tabla 2. Ficha técnica de la localidad El Senegal, municipio de Rio Hondo, departamento de Zacapa.**



Figura 3. Localización e identificación de la unidad El Senegal, Rio Hondo, Zacapa



Figura 4. Vista del cultivo de loroco, de la unidad El Senegal, Rio Hondo, Zacapa



<b>Localización Geográfica</b>	Departamento	Zacapa
	Municipio	Estanzuela
	Aldea	Chispan
	Coordenadas Geográficas	-89.633368; 15.044372. Datum WGS1984
<b>Propietario</b>		Gustavo Arreaza Vargas, propietario.
<b>Posición Geomorfológica</b>	Paisaje	Valle
	Tipo de Relieve	Plano
	Forma del Terreno	Terraza Antigua
<b>Material Parental</b>		Depósitos aluviales del rio motagua y rio grande
<b>Altitud</b>		161 msnm
<b>Relieve</b>	Clase	Plano
	Rango de Pendiente	0-3%
<b>Aspectos climáticos</b>	Clima Ambiental	Cálido semiseco
	Precipitación Promedio Anual	500-800
	Temperatura Promedio Anual	28°C
<b>Clima Edáfico</b>	Regimen de humedad	Ustico
	Regimen de temperatura	Isotérmico
<b>Drenaje</b>	Interno	Rapido
	Externo	Rapido
	Natural	Bien Drenado
<b>Erosión</b>	Clase	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
<b>Pedregosidad Superficial</b>	Tipo	No hay
	Clase	
<b>Nivel Freático</b>	Clase	No Evidente
	Profundidad	
<b>Inundaciones y encharcamientos</b>	Clase	No hay
	Duración	
<b>Profundidad Efectiva</b>	Clase	Muy Profundo
	Profundidad	Mayor a 150 cms

	Limitante	Ninguna
<b>Uso</b>	Actual	Agricultura
	Nombre del cultivo	Loroco
	Limitante de uso	Ninguna
	Vegetación Natural	Tuno, yaje

**Tabla 3. Ficha técnica de la localidad Chispan, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa.**



Figura 5. Vista del cultivo de loroco, de la localidad Chispan, Estanzuela, Zacapa



Figura 6. Cultivo de loroco, de la localidad Chispan, Estanzuela, Zacapa

## Tratamientos

Los productos a utilizar fueron adquiridos de la marca BIOFLORA, quienes han presentado buenos resultados en el manejo de plantaciones de cultivos de consumo nacional y de exportación, tales como el Cacao, Café, Peces, Maiz, Frijol, hortalizas varias. Por lo que se describe a continuación el tratamiento que se realizó con los productos recomendados, así como la dosis, periodicidad y método de aplicación.

Tratamiento	Producto	Dosis	Método de aplicación	Frecuencia de aplicación
1	Trichoderma	9 copas por bomba	A la base del tallo	15 días
	Calcio plus	4 copas por bomba	Foliar	15 días
2	Humega	9 copas por bomba	A la base del tallo	15 días
	Trichoderma	9 copas por bomba	A la base del tallo	15 días
	Calcio plus	4 copas por bomba	A la base del tallo	15 días
3	Trichoderma	6 copas por bomba	A la base del tallo	15 días
	Fertilizante 5-4-2	9 copas por bomba	A la base del tallo	15 días
	Humega	9 copas por bomba	A la base del tallo	15 días
4	Fertilización realizada por el productor basada en fertilizantes de macroelementos		A la base del tallo	2-3 veces al año

**Tabla 4. Descripción de tratamientos y dosificaciones utilizados durante la investigación.**

## Tamaño de la Unidad Experimental

Se establecieron cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de dieciséis parcelas brutas de 5 metros lineales por 1.5 metros de distancia, en cada localidad, para un total de 90 m<sup>2</sup>.



Figura 7. Distribución del área de cultivo de loroco, de la localidad Chispan, Estanzuela, Zacapa

Esquema de la distribución de tratamientos y repeticiones en las unidades experimentales del estudio.

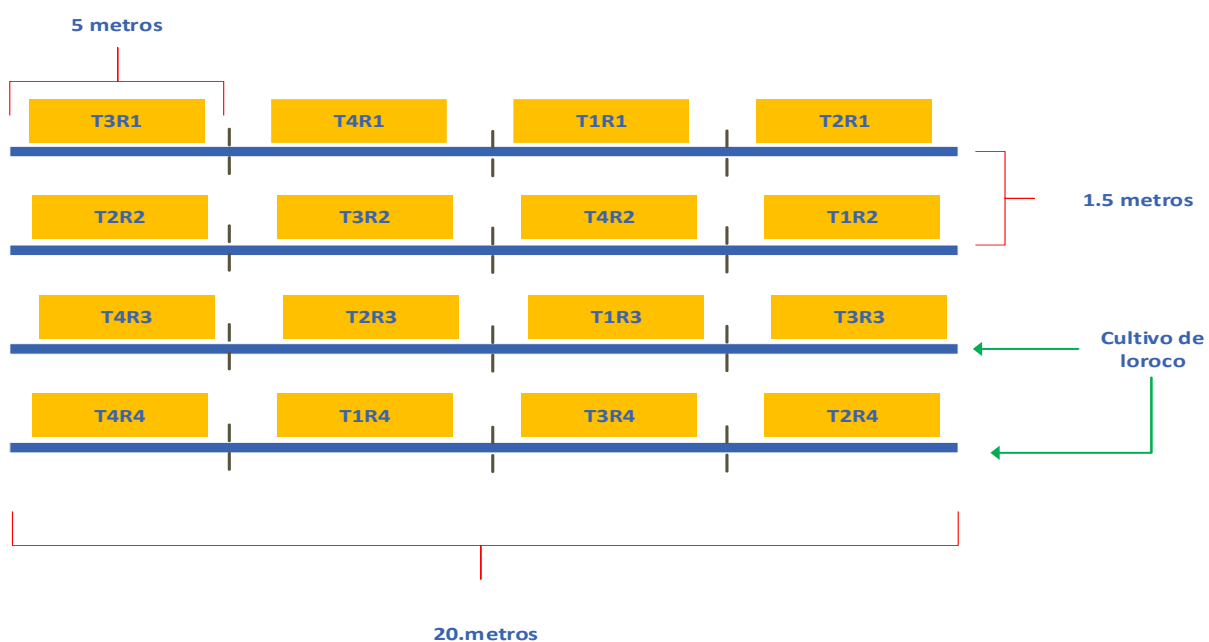


Figura 8. Distribución de tratamientos y repeticiones utilizados para la investigación.

Fuente: Villalta, 2020.

## Diseño Experimental

Para el desarrollo de la investigación se utilizará un Diseño Completamente al Azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos.

En este tipo de diseño están incluidos los principios de repetición y de aleatorización, se utiliza cuando no hay necesidad del control local, debido a que el ambiente experimental y las condiciones de manejo son homogéneos y los tratamientos se asignan a las unidades experimentales mediante una aleatorización completa, sin ninguna restricción.

## Modelo Estadístico

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

### donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = media general de la variable de respuesta

$T_i$  = efecto del  $i$  - ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

$\epsilon_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

## VARIABLES DE RESPUESTA

Rendimiento en Kilogramos por Hectárea de la flor del loroco.

## Manejo del Experimento

Preparación del terreno:

Se realizarán visitas preliminares a cada una de las unidades experimentales, para establecer el área que se iba a utilizar para realizar la aplicación de los productos, determinando los bloques y las repeticiones en cada uno de los cultivos. Los propietarios de cada una de las áreas, establecieron cuál era la mejor, tomando en cuenta que la cosecha se realizaría con base en la

demanda de mercado y sería vendido para sufragar los gastos del mantenimiento de la unidad productiva.

La aplicación de Trichoderma se realizó en forma líquida a razón de 50cc por planta y el fertilizante químico a razón de 50 g por planta.

Para el fertilizante foliar se utilizaron los productos Humega (líquido), EM (líquido) y Organic Dry Crumble (líquido).

Las dosis de los productos fueron calibradas y compartidas según los requerimientos nutricionales de la planta y la disponibilidad de nutrientes del suelo, según el análisis de elementos realizado en el laboratorio de suelos.

La aplicación de los productos se realizó cada quince días, a partir del mes de junio y la última aplicación se realizó en el mes de enero de 2020.

### **Etapas de toma de datos de producción:**

Según la planificación de la recolección de los datos de la producción, se realizó en conjunto con el propietario, de las 03:00 a 6:00 a.m, debido a que es el momento justo cuando se aprovecha mejor la temperatura y se evita que la flor de loroco se marchite y baje la calidad y deseabilidad en el mercado.

Se programaron en ocasiones cortes cada semana, dependiendo de la demanda del mercado, sin embargo la mayor parte del tiempo de investigación, se realizó la toma de datos con periodicidad de cada dos semanas.

En cada corte, se utilizó una balanza electrónica calibrada para dar los pesos en gramos, debido a que en la mayoría de casos, cada una de las repeticiones, era mayor a una libra. Además en cada una de las mediciones de datos, se tomaron algunas variables extras como el peso de 25 flores, el resultado fue en gramos, así como el peso de una flor, la cual era en promedio en el tratamiento 1, de 3 a 5 gramos.

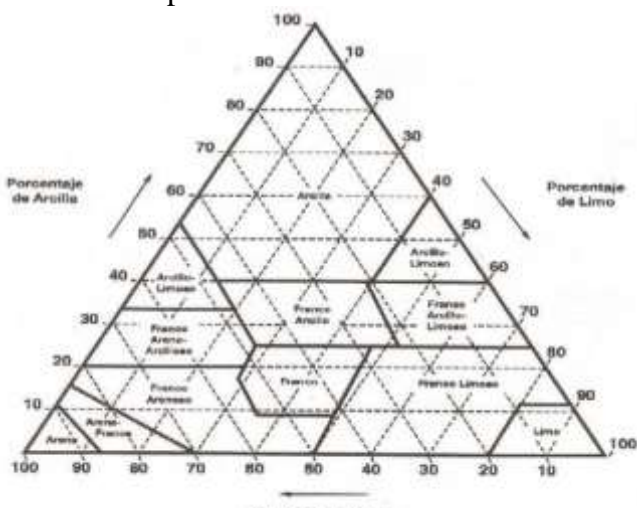
La información consolidada se presenta en el Anexo II de este documento, con el corte periódico de las flores, se determinó que la producción decrece a partir del mes de diciembre, llegando la misma hasta ser cerca del 5% del máximo alcanzado durante el mes de octubre.

### **Etapas de gabinete y procesamiento de datos:**

Se analizaron las variables que contribuyeron al rendimiento de la plantación y se realizó el análisis comparativo con el manejo agronómico y fertilización tradicional que realiza el productor. Esto con el fin de proponer los factores exógenos y endógenos más favorables para mejorar la productividad del cultivo de Loroco.

La información estadística fue analizada en una base de datos utilizando el programa InfoStat para determinar la calidad de la información y su relación con las distintas variables propuestas para la presente investigación.

**TABLA 5. RESUMEN DE METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Variable	Metodología
Suelos	<p><i>Análisis de suelos.</i></p> <p>Para realizar el análisis de suelos, se realizó una calicata en cada una de las áreas de investigación, con profundidad de 2.00 metros en el área de Chispan, Estanzuela y de 0.50 metros en Senegal, Rio Hondo, debido a la presencia de pedregosidad en el perfil del suelo, para identificar los diferentes perfiles de suelo, caracterizando las variables físicas de campo como pedregosidad, drenaje, textura al tacto, color. Estas variables nos ayudaron a identificar el perfil modal</p>
	<p><i>Análisis textural por el método de boyocus</i></p> <p>La textura de determinaro en campo por el método del tacto y se realizó un muestreo de suelos, enviado al laboratorio y analizando la textura por el método de boyocus que determina la proporción de tres tamaños de partículas de suelo: arena (las más grandes), limo (partículas de tamaño medio) y arcilla (las más finas); se determina por medio del triángulo textural (Figura 1). El tamaño de las partículas incide directamente en las características químicas, en la capacidad de retención de humedad y en la aireación del suelo.</p> <p>Los resultados obtenidos, se clasificaron con base en el denominado triángulo textural, el cual de acuerdo a la distribución de los 3 tipos principales de partículas (arena, limo y arcilla), asigna las categorías de textura correspondientes al suelo analizado.</p> 
	Medición de pH

	Se determinará el porcentaje de Hidrógeno por medio del sensor digital del laboratorio para determinar el grado de alcalinidad o acidez, del suelo.
	Medición de humedad local La medición de humedad, será determinada por medio de entrevista al propietario y observación de campo de la unidad experimental.
	Medición de nutrientes, elementos mayores (N-P-K) y elementos menores (Ca-Mg-Mn) Se realizará en el laboratorio del Centro Universitario de Oriente CUNORI.
<b>Altitud</b>	<i>Medición de altura</i> Se realizó utilizando un GPS navegador para determinar la exactitud en coordenadas X,Y y luego se determinó la altura precisa utilizando la capa de Modelo de Elevación Digital con resolución de 20 metros, para precisar la altura de la misma.
<b>Temperatura</b>	<i>Temperatura</i> Se determina mediante informes proporcionados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH, de Guatemala.
<b>Precipitación</b>	<i>Precipitación</i> Se determinó mediante la medición realizada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH, de Guatemala.
<b>Riego</b>	Riego por goteo. Se establecerá según la tabla de tratamientos la cantidad de agua disponible para la planta a fin de establecer la relación con el rendimiento de cada una de las parcelas y tratamientos.
<b>Aplicación de organismos efectivos en los tratamientos</b>	La cantidad de microorganismos que se inocularon al suelo, fueron en dosis de 0.5 lts por cada 50 galones, aplicados de forma tronqueada a cada planta a razón de 50 cc por cada una de ellas, en con una periodicidad de 15 días.
<b>Aplicación de fertilizante foliar en los tratamientos</b>	Los diferentes fertilizantes foliares fueron aplicados en dosis de 200 cc por bomba de 16 litros y la cual será aplicada directamente al follaje de la planta, con el cuidado de realizar la aplicación directamente al follaje de las plantas del tratamiento que se programe.
<b>Monitoreo de plagas y enfermedades</b>	En cada visita realizada a la parcela, se realizó un monitoreo para determinar la presencia y daños ocasionados por las plagas y enfermedades, las cuales fueron determinadas en campo, con ayuda de los conocimientos técnicos del profesional, proporcionando al agricultor, las recomendaciones para el manejo adecuado y evitar posibles daños a la plantación.

Fuente: elaboración propia



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos sobre el rendimiento del cultivo de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, el periodo de cosecha comprendió del mes de junio de 2019 y el último corte se registró el 1 de febrero de 2020.

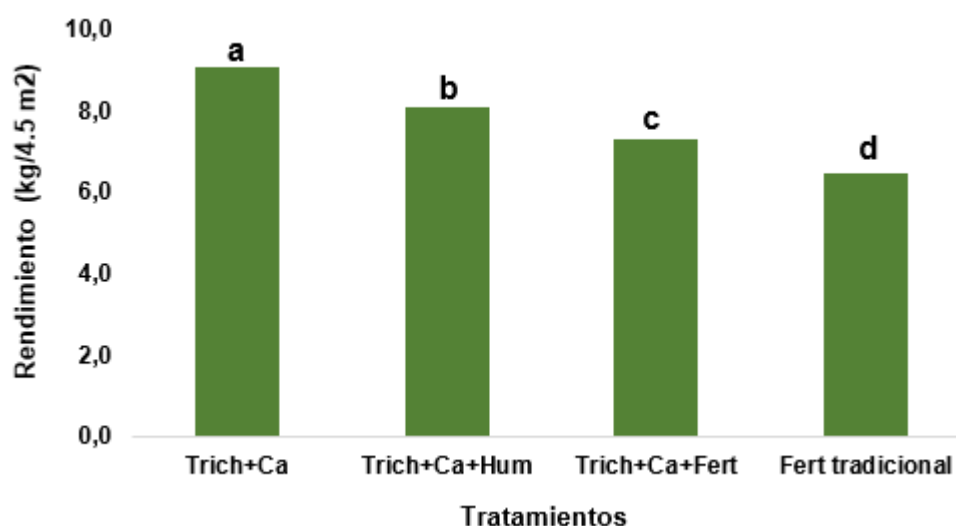
### Rendimiento comunidad Senegal

**Tabla 6.**

*Análisis de varianza del rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la comunidad de Senegal. Rio Hondo, Zacapa*

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>	Fc > Ft
Bloques	4	3889743.09	972435.8	4.9	3.26	5.41	ns
Tratamientos	3	18322547	6107515.7	30.5	3.49	5.95	**
Error	12	2403959.77	200330.0				
Total	19	24616249.9	1295592.1				
% C.V.	5.80						

ns: diferencias no significativas, \*\*: diferencias altamente significativas.



*Figura 10.* Rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la comunidad de Senegal, Rio Hondo, Zacapa.

En análisis de varianza de la tabla 6, indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, observando en la figura 10 que la prueba de medias de LSD de Fisher muestra que el tratamiento conformado por *Trichoderma* más Calcio, reportó el mayor rendimiento entre los tratamientos evaluados, cuantificando un total de 9 kg en 4.5 m<sup>2</sup>, durante el período completo de la investigación.

## Rendimiento comunidad Chispan

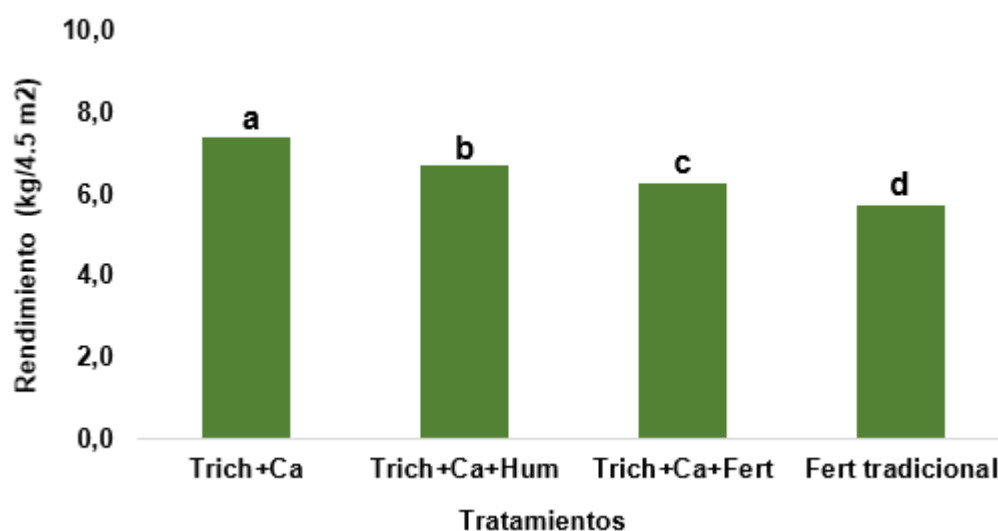
Se presenta el análisis de los resultados de rendimiento de loroco de la comunidad Chispan, el cultivo fue manejado con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, el periodo de cosecha comprendió de junio a enero. Los resultados se describen a continuación de la manera siguiente.

**Tabla 7.**

*Análisis de varianza del rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la comunidad de Chispan.*

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>	Fc > Ft
Bloques	4	216949	54237	0.2	3.26	5.41	ns
Tratamientos	3	7512063	2504021	7.3	3.49	5.95	**
Error	12	4123571	343631				
Total	19	11852583	623820				
% C.V.	8.99						

ns: diferencias no significativas, \*\*: diferencias altamente significativas.



*Figura 11.* Rendimiento de loroco con diferentes tratamientos de nutrición vegetal, en la comunidad de Chispan, Estanzuela, Zacapa.

En la tabla 7 se observa el análisis de varianza del rendimiento del cultivo de loroco donde se determinó que existen diferencias significativas diferentes los tratamientos evaluados. Con base a la figura 11 se identificó que la prueba de medias de LSD de Fisher mostró que el tratamiento de *Trichoderma* más Calcio, obtuvo el mayor rendimiento, reportando un total de 7.5 kg en 4.5 m<sup>2</sup> superando a los demás tratamientos.

### **Discusión de los resultados:**

La utilización de fertilizantes de origen orgánico, combinado con Trichoderma, incrementó la producción de la flor del cultivo de Loroco, estableciendo que con ello se producirá una mejora sustancial en el mediano plazo en la calidad del suelo en su capa arable, debido a que la actividad de los microorganismos incrementan la cantidad de espacios porosos del suelo, logrando mejorar el intercambio gaseoso y disminuyendo la posibilidad de encharcamiento por exceso de precipitación pluvial.

La presencia e inoculación de Trichoderma en las áreas que fueron fertilizadas, facilita la absorción de nutrientes para la planta, fortaleciendo sus capacidades de contrarrestar plagas y enfermedades que puedan afectar el crecimiento de la planta, en áreas donde se producen nuevas flores, las cuales son aprovechadas para la comercialización en los mercados locales.

Durante el desarrollo de la investigación se tenía contemplado realizar cosechas con periodicidad de cada siete días, sin embargo, el comportamiento del mercado y las condiciones del productor, establecieron la necesidad de realizar cortes con periodicidad de quince días. Adicionalmente se estableció que inicialmente la etapa de investigación se realizaría del mes de junio a noviembre, sin embargo, se hizo necesario ampliar el período de corte al mes de febrero del siguiente año, debido a que se observó una disminución significativa de más del 70% en las dos unidades experimentales, lo cual incentivó la investigación a documentar esa reducción significativa.

La información detallada de los rendimientos por cada uno de los tratamientos en cada localidad, se detalla en el Anexo II, donde se constata el mayor rendimiento del cultivo de loroco, del mes de octubre a diciembre y luego su decrecimiento a partir del mes de diciembre hasta el mes de febrero cuando se registró el último corte. Durante esta etapa el productor de la localidad El Senegal, manifestó que realiza una poda al cultivo, para renovar la plantación y estar preparado en el mes de marzo para iniciar nuevamente con la venta del producto en fresco a los mercados de Zacapa, Chiquimula y otros municipios localizados a un radio máximo de 50 kilómetros de la plantación.

### **Análisis económico**

Para determinar el tratamiento más rentable, que ofrezca los mejores rendimientos y el menor costo, se consideraron factores promedio, análisis que consideró valores promedio por año de los costos de insumos para la fertilización del cultivo de Loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson). Se consideró el valor promedio más bajo de venta del cultivo de loroco el cual es de Q.33.07. Los precios de los productos aplicados en cada tratamiento, fueron los que el proveedor facilitó al momento de realizar la compra, sin embargo, manifestó que el precio se mantenía por todo el año.

El cálculo de los costos económicos se realizaron a partir de considerar la cantidad de producto aplicado, según los tratamientos descritos anteriormente y estableciendo que a cada bomba de mochila, con capacidad de 16 litros de producto, se le aplicó el producto en medidas de copas

la cual tiene una capacidad de 25 centímetros cúbicos, con lo cual se estableció que a cada planta se le aplicaron en promedio 50 centímetros cúbicos en cada aplicación. La información expresada corresponde al promedio de rendimiento en Kg/Ha promedio de cada corte en cada localidad donde fue establecido el experimento. El detalle de la aplicación por producto se describe en la tabla No. 8

Tratamiento	Producto	Litros por Ha	Costo Total	Costo por Ha	Precio Promedio del Kg en Quetzales	El Senegal, Rio Hondo		Chispan, Estanzuela	
						Rendimiento Kg/Ha	Venta Q/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Venta Q/Ha
1	Trichoderma	5.859	Q 351.56	Q 546.88	Q 33.07	817	Q27,016.68	800	Q 26,464.74
	Calcio Plus	2.604	Q 195.31						
2	Trichoderma	5.859	Q 351.56	Q 957.03		690	Q27,016.68	756	Q 24,995.11
	Calcio Plus	2.604	Q 195.31						
	Humega	5.859	Q 410.16						
3	Trichoderma	3.906	Q 234.38	Q1,025.39		715	Q23,634.00	774	Q 25,581.07
	Bioflora 5-4-2	5.859	Q 380.86						
	Humega	5.859	Q 410.16						

**Tabla 8. Análisis económico de la aplicación de tratamientos para mejorar la productividad en el cultivo de Loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson).**

Según el análisis realizado, se considera que el valor de costos expresado en el tratamiento 1 Trichoderma + Calcio Plus, estableció un costo por tratamiento de Q.546.88, los cuales consideran la cantidad de producto aplicado. La información de valores de venta expresados en Quetzales por Hectárea, se presentan, considerando que el rendimiento del tratamiento 1 presenta los valores más altos en cuanto a la productividad, ya que es el costo más bajo en cuanto a la aplicación de fertilizantes y el mayor rendimiento el cual alcanzó los Q.27,016.68 en la localidad de El Senegal. Los resultados de precio de venta, se presentan de forma detallada en la figura 10.

Los costos de la aplicación de fertilizante pueden variar, dependiendo de la metodología de manejo agronómico del cultivo, debido a que si se hace de forma tradicional con bombas de mochila y personal que realice esa tarea, incrementa el costo de la aplicación del fertilizante. Sin embargo si el productor en su área de producción cuenta con riego por goteo, puede reducir considerablemente los costos debido a que debería realizar la mezcla adecuada y asegurarse que el sistema de riego cuente con un mantenimiento adecuado en la aplicabilidad homogénea a toda la plantación.

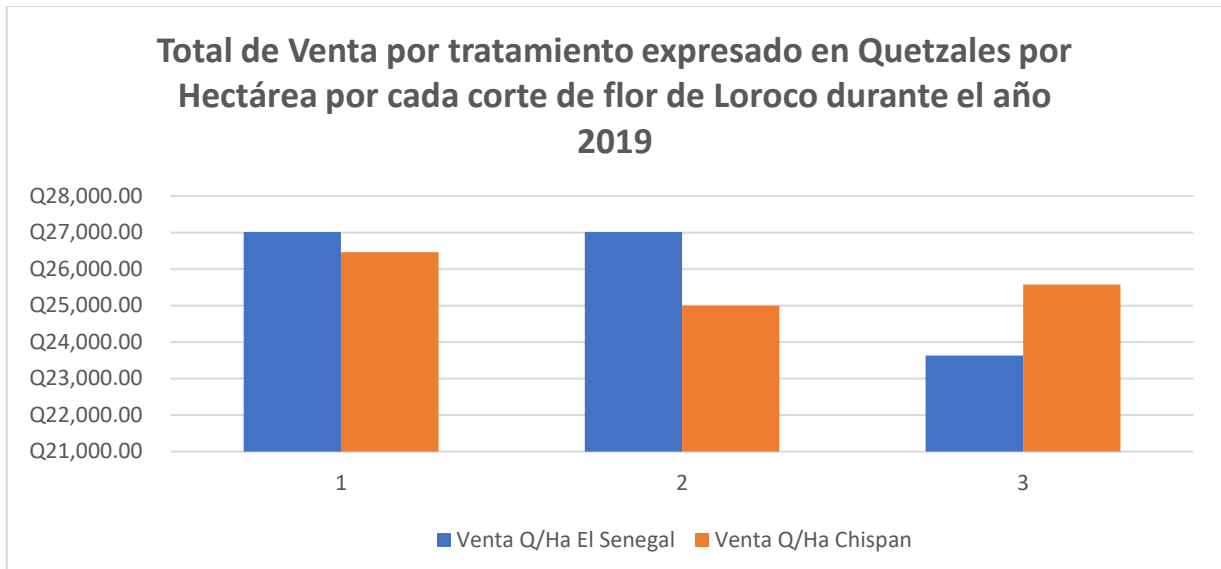


Figura 12. Total de venta por tratamiento expresado en Quetzales por Hectárea promedio por cada corte de flor de Loroco durante el período de octubre de 2019 a febrero de 2020.

## CONCLUSIONES

La utilización de Trichoderma y EM, en combinación con fertilizante de origen orgánico, incrementó la productividad del cultivo de Loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson), en dos localidades del departamento de Zacapa, ofreciendo una alternativa a los productores para mejorar la productividad y calidad de la flor del Loroco.

La aplicación de Trichoderma, mejora la cantidad de producción del cultivo de loroco, determinando que las flores que fueron tratadas con Trichoderma y Calcio Plus, incrementaron 1 gramo de peso, con respecto a las flores del testigo absoluto. Con el incremento del peso por flor, se espera que el productor pueda incrementar también las ventas por Kilogramo vendido en el mercado, que es comprado por libra y no por volumen.

El tratamiento No. 1 presenta el costo por Ha, menor el cual es de Q.546.88 comparado con el costo del tratamiento No. 2 Q.957.03 y el costo del tratamiento No. 3 de Q.1025.39

## RECOMENDACIONES

Utilizar la combinación de Trichoderma, con fertilizantes ricos en micronutrientes, en especial el Calcio, debido a que incrementa la productividad de la plantación, sin que su utilización, represente un incremento sustancial en los costos de producción.

Distribuir a los productores del área sepas de Trichoderma, para que la reproduzcan en sus áreas de cultivo y las inoculen en sus áreas de producción, para adoptar medidas agronómicas adecuadas al medio ambiente

Es necesario incentivar al productor para que diversifique las áreas del cultivo de loroco, para reducir considerablemente la presencia de plagas, siendo la más importante los áfidos, que puedan afectar el cultivo, reduciendo el rendimiento y calidad de la flor de loroco.

Se recomienda dar continuidad a la presente investigación, utilizando como medio de evaluación la Trichoderma, iniciando desde el mes de enero, en una plantación podada, concluyendo el mes de diciembre. El tratamiento se aplicará con 15 días de periodicidad, en el mes tercero de su aplicación, tomar muestras de raíces, para determinar si la Trichoderma está inoculada. Las dosis recomendadas para realizar la aplicación serán de 100 cc de Trichoderma y 200 cc de Calcio Plus por bomba de 16 litros.

Debido a la cultura de realizar una poda general a la plantación en diferentes épocas del año, se recomienda que los productores apliquen las dosis recomendadas de Trichoderma combinado con fertilizantes ricos en fosforo y nitrógeno, para favorecer el crecimiento de nuevas guías en la planta, acelerando con ello el crecimiento del material vegetativo nuevo e iniciar con la producción de loroco antes que los demás productores de la zona.

En cuanto a costo de producto y aplicabilidad, se considera que el tratamiento No. 1 Trichoderma + Calcio Plus, presenta el menor valor, siendo de Q.546.88, por lo que se recomienda para su aplicación por Hectárea, a razón de 5.859 Litros de Trichoderma, combinado con 2.604 litros de Calcio Plus, aplicados con una periodicidad de 15 días, a razón de 50 centímetros cúbicos por planta, aplicado directamente a la base del tallo.

## ANEXOS

### ANEXO I – FICHA TECNICA DE PRODUCTOS ORGANICOS UTILIZADOS

#### **Trichoderma**

Trichoderma spp. son hongos que están presentes en casi todos los suelos y otros hábitats diversos. En el suelo, frecuentemente son los hongos cultivables más prevalentes.

Las especies de Trichoderma se encuentran frecuentemente aisladas de los bosques o suelos agrícolas en todas las latitudes. Trichoderma es un género de hongos que está presente en todos los suelos, donde son los hongos cultivables más prevalentes. Muchas especies en este género pueden caracterizarse como simbioses avirulentos de plantas oportunistas.

Trichoderma se encuentran entre los hongos saprófitos más comunes. Están dentro de la subdivisión Deuteromycotina, que representa a los hongos que carecen o tienen un estado sexual desconocido (aunque muchos trichoderma se consideran asexuales).

Además, es parte de la clase de formulario hyphomycetes. Son conocidos como los primeros invasores de las raíces y ocupan rápidamente un nicho ecológico en las raíces. Debido a su capacidad para utilizar sustratos, no dependen completamente de la planta en su ciclo de vida. También se consideran ascomicetos celulolíticos y entre los organismos responsables de la destrucción de los tejidos celulósicos.

En realidad, hay varias docenas de especies de Trichoderma, la mayoría de las cuales son bastante difíciles de distinguir unas de otras.

#### **Promoción del crecimiento de las plantas**

Durante muchos años, se ha conocido la capacidad de estos hongos para aumentar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo, especialmente, su capacidad para causar la producción de raíces más robustas. Los mecanismos para estas habilidades recién se están conociendo.

Es probable que algunas de estas habilidades sean bastante profundas. Recientemente, hemos encontrado que una cepa aumenta el número de raíces incluso profundas (hasta un metro por debajo de la superficie del suelo). Estas raíces profundas hacen que los cultivos, como el maíz, y las plantas ornamentales, como el césped, se vuelvan más resistentes a la sequía.



Quizás aún más importante, la investigación reciente indica que el maíz cuyas raíces están colonizadas por la cepa T-22 de *Trichoderma* requiere aproximadamente un 40% menos de fertilizante nitrogenado que el maíz cuyas raíces carecen del hongo.

## **MICROORGANISMOS EFICACES**

EM™ es un producto biológico en el que coexisten varios tipos de microorganismos benéficos que no han sido modificados genéticamente, ni sintetizados químicamente.

Los microorganismos benéficos de origen natural presentes en el EM™ pertenecen a 3 grupos principales: bacterias ácido-lácticas (usadas comúnmente en la elaboración de yogurt, quesos, etc.), levaduras (usadas en la industria de panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias fototróficas ó fotosintéticas (presentes comúnmente en diversos ecosistemas).

Los Microorganismos Eficaces (EM™ , por sus siglas en inglés) se encuentran en un medio líquido con un pH no mayor de 3,5.

## **BASE DE LA TECNOLOGIA EM**

Los microorganismos benéficos contenidos en el EM™ están dispuestos en un medio líquido donde se desarrollan de manera sinérgica y complementaria.

Los microorganismos que forman el EM™ desempeñan individualmente funciones esenciales. Sin embargo, el éxito de la Tecnología EM™ radica en la coexistencia de éstos en el mismo medio, la cual promueve mayores beneficios que los producidos por los mismos de forma independiente.

La comunidad simbiótica de microorganismos creada en el EM™ no tiene un efecto aislado, ya que cuando se desarrollan colectivamente, los microorganismos nativos del medio empiezan a trabajar de la misma manera que los Microorganismos Eficaces™.

Al entrar en contacto con la materia orgánica, los Microorganismos Eficaces™ secretan sustancias benéficas como enzimas, ácidos orgánicos, y antioxidantes, cambian la micro y macro flora del medio y mejoran el equilibrio natural. De ésta manera, los microorganismos patógenos causantes de enfermedades son inhibidos por competencia microbiana.

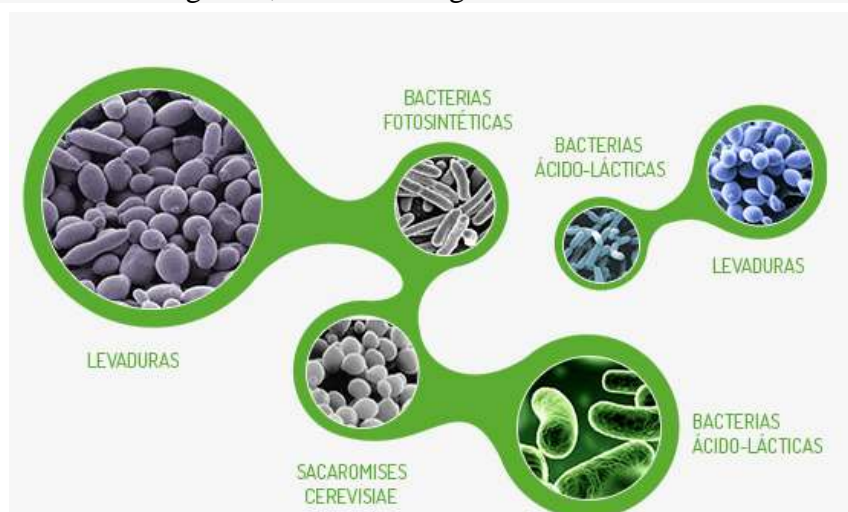


ILUSTRACIÓN 1 MICROORGANISMOS PRESENTES EN EM

**Usos del EM™**

- APLICACIONES EN AGRICULTURA**  
 El EM™ como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, e incrementando la producción de los cultivos. Además, promueve una... [Ver más](#)
- APLICACIONES EN ACUICULTURA**  
 El EM™ es usado con éxito en la producción de camarones en muchos países del mundo. Los microorganismos presentes en el EM™ desplazan patógenos... [Ver más](#)
- APLICACIONES EN PRODUCCIÓN ANIMAL**  
 El EM™ es una gran herramienta para las unidades de producción animal debido a sus efectos como probiótico, antigénico y limpiador natural. El EM™ se utiliza... [Ver más](#)
- APLICACIONES EN LA INDUSTRIA**  
 El EM™ tiene una amplia gama de aplicaciones en el área industrial que van desde el tratamiento de efluentes hasta el aprovechamiento final de los... [Ver más](#)
- PREPARACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS**  
 La creciente demanda de alimentos frescos y sanos para el consumo humano y de sistemas productivos más amigables con el medio ambiente, ha ocasionado la... [Ver más](#)
- APLICACIONES EN LA VIDA DIARIA**  
 El EM™ tiene una amplia gama de aplicaciones cotidianas que van desde la elaboración de abonos orgánicos hasta la eliminación del malos olores. Debido a... [Ver más](#)
- APLICACIONES EN EL MEDIO AMBIENTE**  
 En el tratamiento de aguas contaminadas. Los microorganismos presentes en el EM™ a través de un proceso de fermentación aceleran la descomposición natural de los compuestos... [Ver más](#)
- OTRAS APLICACIONES**  
 EMRQ, en conjunto con instituciones de investigación afiladas y empresas asociadas en todo el mundo, trabajan continuamente buscando el desarrollo de productos secundarios basados en... [Ver más](#)

## APLICACIONES EN AGRICULTURA

El EM<sup>TM</sup> como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, e incrementando la producción de los cultivos. Además, promueve una agricultura y medio ambiente más sostenibles a través de la conservación de los recursos naturales.

Entre los efectos del EM<sup>TM</sup> en el desarrollo de los cultivos se encuentran:

### EN SEMILLEROS

Aumenta la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.

Aumenta el vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incrementa las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

### EN LAS PLANTAS

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que puede 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. Promueve la floración, fructificación y maduración, por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

### EN LOS SUELOS

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades.

Entre sus efectos destacan:

En las condiciones físicas del suelo: Mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. Disminuye la frecuencia de riego, ya que incrementa la capacidad de los suelos para absorber el agua de lluvia, evitando a su vez la erosión por arrastre de partículas.

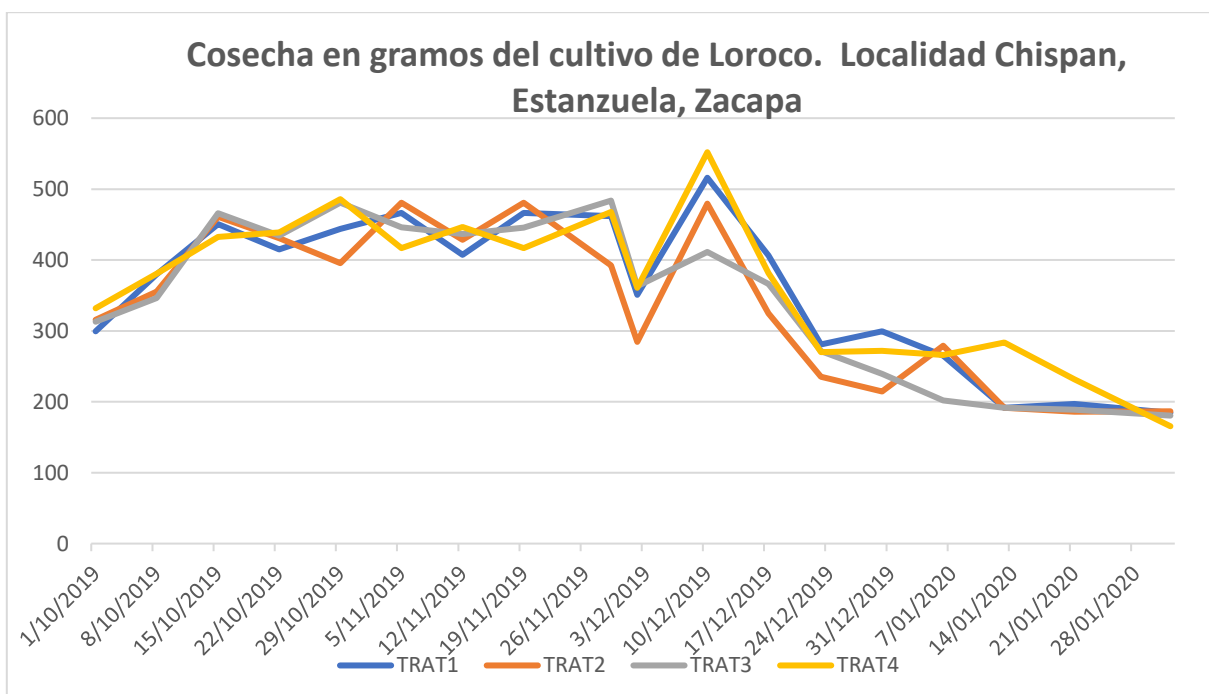
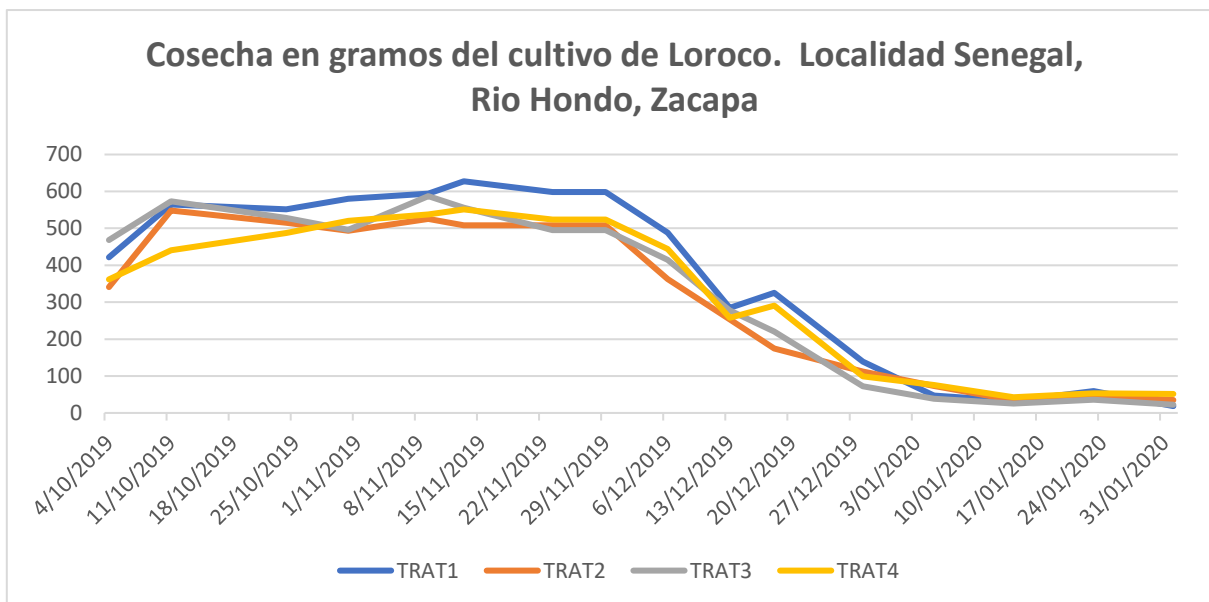
En las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad

microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

Producto	Descripción	Contenido	Uso	Dosis
Humega	Estimula la absorción de micronutrientes. Mejora las condiciones de suelo (suelos más fértiles, relación carbono/nitrógeno). Liberan los fertilizantes químicos de los suelos mineralizados. Atrapan las sales del suelo (evitan toxicidad). Evita lixiviación y evaporación de fertilizantes. Inicia la vida microbiana del suelo. Está comprobado que el mayor captador de carbono es el suelo y no el bosque.	Acido Húmico derivado de leonardita 4%	Puede utilizarse solo o con fertilizantes y nutrimentos convencionales. Agitar antes de usarse. El producto no es peligroso. Utilice al menos 10 días después de fumigación de suelo. Aspersión, gotero o pivote.	20 a 120 litros por Ha, a través del sistema de irrigación
Bioflora 6- 0 - 0 + 8% Ca	Corrige deficiencias de Ca en cualquier tipo de cultivo. Producto bio orgánico quelatado con hidrocarburos naturales. Es rápidamente asimilado a través del sistema radicular, tallo y células en las hojas. La estructura única de carbonos y ácidos orgánicos ayuda a: a) Incrementar capacidad fotosintética y síntesis de clorofila, b) Incrementa permeabilidad en las membranas, c) incrementar resistencia a estrés climatológico por exceso de altas y bajas temperaturas, d) fortalece las paredes celulares, e) estimula la división celular y metabolismo, f) reduce proceso de senescencia o vejez de cultivo.	Nitrógeno Total (N) 6.00%. Nitrógeno de Nitatos 6.00% Calcio soluble 8.00%		Arboles, dos galones total durante la temporada de cultivo. Cultivos en hilera: Un galón total durante la temporada de cultivo.
Bioflora 5 - 4- 2	Incrementa la actividad fotosintética. Desarrollo vegetativa y vigor de la planta. Mejor vida de anaquel (post-cosecha). Incrementa del sistema radicular. Activa el sistema inmunológico de la planta. Mayor proteína en pastos.			

**Anexo II. Rendimiento del cultivo de Loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson), durante los meses de octubre de 2019 a febrero de 2020, en dos localidades del departamento de Zacapa.**



### Detalle de la cantidad de gramos cosechados por tratamiento de la localidad El Senegal, Rio Hondo, Zacapa

TRATAMIENTO	4/10/2019	11/10/2019	24/10/2019	31/10/2019	9/11/2019	13/11/2019	23/11/2019	29/11/2019	6/12/2019	13/12/2019	18/12/2019	28/12/2019	5/01/2020	14/01/2020	23/01/2020	1/02/2020
TRAT1	421.75	564.75	551.25	580.5	594.25	627.5	598.75	598.75	488.25	284.25	325.25	139.25	47	32	59.5	18.5
TRAT2	341.25	548.25	514.75	493.5	525.75	508.25	508.5	508.5	363	253.75	174.75	112.25	72.75	34.25	48.75	35.25
TRAT3	468.25	573	528	496.25	587.25	556.25	495	495	415	278	220.5	72	38.75	25.5	36	22.25
TRAT4	361.75	440.5	487.5	520.5	537.75	551.25	524.25	524.25	444.25	258	290.75	99.25	75.5	42.5	53.5	51

# Cortes	16
Máximo	627.5 grs
Fecha	13/11/2019
mínimo	18.5 grs
fecha	1/02/2020

### Detalle de la cantidad de gramos cosechados por tratamiento de la localidad Chispan, Estanzuela, Zacapa

Tratamiento	1/10/2019	8/10/2019	15/10/2019	22/10/2019	29/10/2019	5/11/2019	12/11/2019	19/11/2019	29/11/2019	2/12/2019	10/12/2019	17/12/2019	23/12/2019	30/12/2019	6/01/2020	13/01/2020	21/01/2020	1/02/2020
TRAT1	299.5	379.5	450.75	415	444	466.5	407.25	466.5	462	350.75	516	406.5	280.75	299.5	265	191.3375	197	184.5
TRAT2	315.75	355.5	460.75	430.75	395.5	480.75	428.5	480.75	392.5	284.5	479.25	324.5	235.5	214.5	279.25	191.3625	186	186.75
TRAT3	313	346.25	465.75	434.25	480.75	446	436.5	445.75	483.75	363.25	411.25	366	271.25	239.5	201.75	191.3875	189	180.5
TRAT4	332	380.75	432.5	438.75	485.75	416.75	446.5	416.75	467.75	360.75	552	381.5	270.25	271.75	266	283.5	231.75	165.5

# Cortes	18
Máximo	552 grs
Fecha	10/12/2019
mínimo	165.5 grs
fecha	1/02/2020

El comportamiento de la cantidad de gramos cosechada en cada localidad tiene ciertas diferencias, las cuales se establecen en la cantidad de gramos máxima y mínima que se obtienen, sin embargo, se establece que el rendimiento alcanza su máximo punto durante el mes de noviembre en Senegal y durante el mes de diciembre en Chispan. A partir del mes de diciembre el rendimiento del cultivo decrece considerablemente, llegando a cosechar solamente el 3% de su punto máximo obtenido en los meses con mayor producción.