

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CHIPILÍN (*Crotalaria longirostrata*); CATARINA, SAN MARCOS.

PROYECTO DE GRADO

LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCÍA

CARNET 24960-15

QUETZALTENANGO, ABRIL DE 2021
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CHIPILÍN (*Crotalaria longirostrata*); CATARINA, SAN MARCOS.

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCÍA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, ABRIL DE 2021
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLÍS, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTHA ROMELIA PÉREZ CONTRERAS DE CHEN
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: MGTR. MYNOR RODOLFO PINTO SOLÍS
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ
SECRETARIO GENERAL: DR. LARRY AMILCAR ANDRADE - ABULARACH

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. MARCO ANTONIO ABAC YAX

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN

MGTR. MARÍA SARAÍ SUNÚN PÉREZ



AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTORA ACADÉMICA: MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN

SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN
UNIVERSITARIA: MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

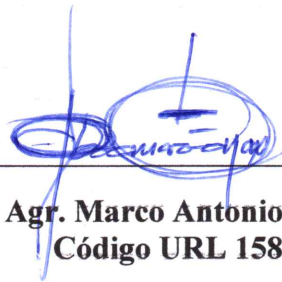
Quetzaltenango 15 de febrero de 2020.

Honorable Consejo de
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el informe final del Trabajo de Proyecto de Grado del estudiante Luis Alberto Aguirre García, que se identifica con carné 2496015, titulado: **“ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CHIPILIN, CATARINA, SAN MARCOS”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la Comisión para su aprobación.

Atentamente



Ing. Agr. Marco Antonio Abac Yax
Código URL 15847



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCÍA, Carnet 24960-15 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0652-2021 de fecha 26 de marzo de 2021, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CHIPILÍN (*Crotalaria longirostrata*); CATARINA, SAN MARCOS.

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 6 días del mes de abril del año 2021.



**MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por permitirme la vida, su gracia y sabiduría para alcanzar un logro mas en mi formación profesional.

Universidad Rafael Landívar y Universidad de San Carlos de Guatemala por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de estudiar y prepararme académicamente.

Mis Catedráticos de URL Quetzaltenango y USAC-CUSAM Extensión Malacatán, que se esforzaron para compartirme sus conocimientos y experiencia profesional, en especial a Ing. Marco Antonio Abac Yax, por el apoyo incondicional en todo momento.

A los maestros de Escuela Oficial Rural Mixta e Instituto de Educación Básica por Cooperativa de mi querida Aldea El Sitio, Catarina, San Marcos.

Mis amigos Eber Orozco y Marlon Tovar por el apoyo y hospitalidad que me brindaron, también a mis compañeros de trabajo, por su amistad y apoyo en todo momento, en especial a quienes formaron parte importante en aportar su experiencia en el campo laboral: Ing. Edgar Veloso Pantaleón, Ing. Gilben Aldemir Escobar, Ing. Fredy Marín Laparra, Ing. Shandir Roberto Rodríguez, Ing. Emilio Piedrasanta.

DEDICATORIA:

- A Dios:** Por la vida, por la salud, por la sabiduría y bendiciones que me ha brindado hasta este momento, a quien rindo la gloria y la honra.
- A mi esposa e hijos:** Keila Rodríguez de Aguirre, por estar incondicionalmente conmigo en todo momento, por tu paciencia, esfuerzo y dedicación; a mis pequeños Paula Nineth, Dania Eluzai y Luis José que con su amor y cariño me dieron animo y fueron pacientes en todo momento.
- A mi hermano:** Mi único hermano, gracias por ser ejemplo, apoyo incondicional en todo momento y por impulsarme a prepararme académicamente.
- A mis padres:** Por su ejemplo, amor, esfuerzo y dedicación para brindarme su apoyo incondicional.
- A mis suegros:** Por el amor y cariño que me han brindado, gracias por todo el apoyo y por estar pendiente de mi familia en todo momento.
- A mis familiares:** Mis abuelos paternos: Manuel Aguirre y Gloria Nineth López (+), mis abuelos maternos: Noé García (+) y Paula Barrios, papá Noé me hubiera gustado tenerlo en este acto especial, gracias por su bendición y sus oraciones; a mis tíos y tías, primos y sobrinos gracias por todo.

ÍNDICE

RESUMEN	i
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Marco teórico.....	2
1.1.1. Nutrición vegetal	2
1.1.2. Cultivo de Chipilín	13
1.2. Antecedentes.....	22
1.3. Justificación del proyecto	28
1.4. Objetivos del proyecto.....	29
1.4.1. General	29
1.4.2. Específicos.....	29
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	30
2.1. Descripción del proyecto	30
2.1.1. Contexto del proyecto.....	30
2.1.2. Tipo de proyecto.....	31
2.1.3. Tamaño del proyecto	32
2.1.4. Descripción de la localización del proyecto	33
2.1.5. Procedimientos	35
2.2. Indicadores y medios de verificación	39
2.2.1. Indicadores de rendimiento	39
2.2.2. Indicadores de crecimiento vegetativo	40
2.2.3. Indicadores económicos	41
2.3. Metodología de evaluación del proyecto.....	41
2.3.1. Indicadores de resultados	42
2.3.2. Indicadores de gestión	42
2.4. Presupuesto del proyecto	43

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1. Evaluación del proyecto	44
3.1.1. Aspectos técnicos	44
3.1.2. Aspectos económicos	64
3.2. Medios de verificación del proyecto	66
3.3. Análisis de impactos del proyecto	67
3.3.1. Económico	67
3.3.2. Social	68
4. CONCLUSIONES	69
5. RECOMENDACIONES	71
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
7. ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Resultados de rendimiento de biomasa fresca en kg/ha, en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	45
Tabla 2.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable rendimiento de biomasa fresca en kg/ha, obtenidos en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	46
Tabla 3.	<i>Resultados del porcentaje de materia seca en hojas de Chipilín, en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	47
Tabla 4.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable porcentaje de rendimiento de materia seca de hojas de Chipilín, obtenido en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	48
Tabla 5.	<i>Resultados del porcentaje de materia seca en tallos de Chipilín, en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto</i>	

	<i>establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	49
Tabla 6.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable porcentaje de rendimiento de materia seca de tallos de Chipilín, obtenido en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	50
Tabla 7.	<i>Resumen de resultados de rendimiento de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	51
Tabla 8.	<i>Resultados de crecimiento vegetativo para la variable altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	52
Tabla 9.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	53

Tabla 10.	<i>Resultados de crecimiento vegetativo para la variable altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	54
Tabla 11.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	55
Tabla 12.	<i>Resultados de crecimiento vegetativo para la variable diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	57
Tabla 13.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	58
Tabla 14.	<i>Resultados de crecimiento vegetativo para la variable diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en</i>	

	<i>el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	59
Tabla 15.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	60
Tabla 16.	<i>Resultados de crecimiento vegetativo para la variable número de rebrotes por planta de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, posterior al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	62
Tabla 17.	<i>Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo número de rebrotes por planta de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, posterior al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019</i>	63
Tabla 18.	<i>Resumen de resultados de crecimiento vegetativo de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.....</i>	64

Tabla 19.	<i>Rentabilidad neta por medición de producción por kilogramo del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	65
Tabla 20.	<i>Costos de producción por hectárea de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	87
Tabla 21.	<i>Costos de producción por hectárea de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	89

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Parcela bruta, proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019..	33
<i>Figura 2.</i>	Croquis de campo, proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.	33
<i>Figura 3.</i>	Resultados de análisis de suelo antes de ejecutar el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	78
<i>Figura 4.</i>	Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	79
<i>Figura 5.</i>	Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	80
<i>Figura 6.</i>	Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan	

	de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	81
<i>Figura 7.</i>	Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	82
<i>Figura 8.</i>	Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	83
<i>Figura 9.</i>	Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	84
<i>Figura 10.</i>	Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>); Catarina, San Marcos, 2019.....	85

Figura 11. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.....

ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CHIPILÍN (*Crotalaria longirostrata*); CATARINA, SAN MARCOS.

RESUMEN

El proyecto de establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín se ejecutó con el objetivo de establecer la viabilidad del plan de fertilización, utilizando el tratamiento de 100 kg/ha de nitrógeno, 125 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio, bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de Catarina, San Marcos, comparado con un tratamiento testigo. La metodología utilizada para el análisis de datos fue la comparación de muestras independientes y un análisis de distribución de T de Student al 5% de error. La evaluación del proyecto se realizó a través de la medición de indicadores de rendimiento, indicadores de crecimiento vegetativo e indicadores económicos. Los resultados obtenidos fueron a favor de la parcela con tratamiento comparado con el testigo, en donde se puede observar una diferencia promedio de 2,739 kg/ha de biomasa fresca, 0.5% de materia seca en hojas y un 1.86% de materia seca en tallos; en la parcela con tratamiento también se observaron plantas con mayor altura y mayor diámetro de tallo. El análisis estadístico de los resultados demuestra que el tratamiento evaluado no presenta diferencia para las variables del indicador de rendimiento; en el indicador de crecimiento vegetativo hubo diferencia estadística en las variables altura de planta y diámetro de tallos en ambos cortes, no así para la variable número de brotes por planta, a través del análisis económico se pudo determinar que al comercializar la producción de ambos cortes de la parcela donde se aplicó el tratamiento existe mayor utilidad neta y mayor rentabilidad comparado con el testigo.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con un gran potencial de recursos naturales, que, a su vez, muchos de ellos contribuyen a brindar alimento a las familias y en otros casos representa la fuente de ingresos económicos a nivel familiar. En la costa sur del país, específicamente en el municipio de Catarina ubicado en la región de la costa del departamento de San Marcos, se cultivan muchas plantas que se comercializan en los mercados locales y son llevados a la mesa de las familias para el consumo alimenticio, actividad que es muy común para aquellos agricultores que se dedican a la siembra y comercialización de los productos obtenidos de la agricultura. El Chipilín es uno de los cultivos importantes dentro de las hierbas que se consumen como alimento, y que representan altos valores nutricionales; se cultiva en pequeñas parcelas, destinadas para el autoconsumo y para la venta en los mercados locales de Catarina San Marcos.

Hoy en día son muchos los problemas que afectan la agricultura, por efectos del cambio climático y aquellos efectos causados por la intervención del hombre en la naturaleza, estos efectos negativos han causado que muchos de los suelos de uso agrícola pierdan fertilidad, ocasionando que aquellos cultivos nativos como el Chipilín, tengan baja productividad y dejen de cultivarse por falta de criterio técnico de los agricultores, quienes desconocen un plan de fertilización adecuado que evite el uso excesivo de fertilizantes que causan una degradación de los suelos. Para lograr que este problema deje de afectar a los agricultores del municipio de Catarina, se desarrolló un proyecto en el cual se pretende elaborar un plan de fertilización, que ayude al desarrollo del follaje en las plantas, y aumente la productividad del cultivo de Chipilín, basado en la experiencia de Hernández (1997), en donde evaluó el rendimiento de materia seca del cultivo de Chipilín por efecto de nitrógeno, fósforo y potasio, aplicando 125 kg/ha de fósforo, 100 kg/ha potasio y 100 kg/ha de nitrógeno.

El proyecto se realizó con el establecimiento de dos parcelas las cuales fueron sometidas al análisis estadístico de prueba de medias de muestras independientes al cinco por ciento de error. Como resultado en este proyecto, se obtuvo principalmente un aumento del rendimiento de biomasa fresca y materia seca del cultivo de Chipilín a través de la implementación de un plan de fertilización adecuado para el cultivo, también mediante la adaptación de la nueva tecnología se promueve la disponibilidad de alimento y generación de ingresos económicos por medio de la comercialización de los excedentes.

1.1. Marco teórico

1.1.1. Nutrición vegetal

Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales de su crecimiento y desarrollo. La práctica de fertilización solo es uno de los factores que contribuye al aumento de la producción, pero está íntimamente ligada a los demás. La fertilización será eficiente si se evalúan los distintos factores correlativos. Respecto al cultivo, las variedades tienen comportamientos productivos según las dosis empleadas (Rodríguez, 1982; citado por Ochoa, 2016).

Las respuestas del cultivo a la fertilización dependen del estado o nivel de fertilidad del suelo (estado físico - químico) que se conoce a partir de los distintos análisis. Los objetivos de la fertilización se pueden determinar desde el punto de vista del cultivo en sí y desde una perspectiva económica. Tomando como base su crecimiento y su desarrollo normal, la fertilización respecto al cultivo tiende a aumentar la producción general, la calidad del producto y la precocidad del cultivo. Estos efectos están relacionados entre sí y además vinculados al aspecto económico. Los objetivos

económicos se pueden sintetizar en: reducción de costos; aumento del beneficio por unidad de superficie y por unidad de fertilizante aplicado (Rodríguez, 1982; citado por Ochoa, 2016).

El rendimiento de un cultivo aumenta a medida que aumenta el fertilizante aplicado, pero después de llegar a cierta cantidad, los rendimientos decrecen. La práctica de fertilización representa un alto porcentaje de los costos totales de producción, por lo que es importante conocer los factores que influyen en la respuesta del cultivo a la 4ta. aplicación de los fertilizantes, para poder determinar las cantidades adecuadas que deben ser aplicadas, a fin de obtener el mayor beneficio económico. Un agricultor debe aplicar fertilizante hasta el punto en que la última unidad aplicada sea justamente la cantidad suficiente para producir un incremento en la producción que pueda compensar el costo adicional ocasionado por la compra de ésta última unidad de fertilizante (Fagaria y Balagar, 1997; citado por Ochoa, 2016).

La cantidad de nutrientes que se debe aplicar a un cultivo depende no solamente del contenido de nutrientes en el suelo, sino también del nivel relativo de otros insumos utilizados en la producción, tales como: riego, herbicidas y fungicidas; insumos que son utilizados en niveles inferiores al óptimo necesario y que impiden el efecto completo de otros insumos son llamados factores limitantes. Los agricultores utilizan fertilizantes porque a través de ellos pueden mejorar sus ingresos. Las relaciones entre la capacidad de los cultivos de responder a la aplicación de fertilizantes, el contenido de nutrientes en el suelo, la presencia o no de factores limitantes y los precios de mercado, evidencian las dificultades intrínsecas en la determinación de las cantidades óptimas de fertilizantes a ser utilizadas en cada caso. Debido a esto, las cantidades de fertilizante a ser aplicadas son a menudo estimadas con base en observaciones de campo y experiencia previas y constituyen lo que se conoce generalmente como recomendaciones de fertilización (Herrera, Martínez y Gonzáles, 2006; citado por Ochoa, 2016).

Elementos mayores y menores. El uso de fertilizantes minerales no fue muy conocido en la antigüedad, pero Teofrasto y Plinio mencionan al nitrato de potasio (KNO_3), como muy útil para fertilizar las plantas. Esto también se menciona en la Biblia en el libro de Lucas (Cepeda, 2010).

La fertilización es sumamente importante en el manejo de un cultivo, puesto que es la forma como se proporciona la cantidad de nutrientes que la planta necesita para desarrollarse y producir. Es necesario tener en cuenta, que existe una cantidad de nutrientes en el suelo accesible para la planta, los cuales se reportan en el análisis de suelo, este es el punto de partida para deducir la cantidad de nutrientes que se aplicará por fertilización (Vanegas, 2002; citado por Ochoa, 2016).

Macronutrientes. Los macronutrientes son los elementos que se necesitan en grandes cantidades, y tienen que ser aplicados si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Uno de los factores por los cuales los suelos pueden llegar a ser deficientes en uno de estos elementos es por la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades mejoradas de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales (FAO & IFA, 2002).

Según FAO & IFA (2002), los macronutrientes están divididos en nutrientes primarios y nutrientes secundarios. Dentro del grupo de los macronutrientes o nutrientes primarios necesarios para el crecimiento de las plantas se encuentran clasificados los nutrientes primarios los cuales son: nitrógeno, fósforo y potasio.

El nitrógeno (N). Es el motor del crecimiento de la planta y suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Este elemento es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente

esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO & IFA, 2002).

El fósforo (P). Suple de 0.1 a 0.4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO & IFA, 2002).

El potasio (K). Suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO & IFA, 2002).

Los nutrientes secundarios son magnesio, azufre y calcio. Las plantas también los absorben de forma muy considerable.

El magnesio (Mg). Es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimicas relacionadas a la transferencia de energía de la planta (FAO & IFA, 2002).

El azufre (S). Es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas suple del 0.2 al 0.3 (0.05 a 0.5) por ciento

del extracto seco. Por ello es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada (FAO & IFA, 2002).

El calcio (Ca). Es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación del Ca es usualmente el encalado, es decir, reducir la acidez del suelo (FAO & IFA, 2002).

Micronutrientes. Dentro de los micronutrientes se encuentran el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha siguiente (FAO & IFA, 2002).

Algunos nutrientes benéficos importantes para algunas plantas son el sodio (Na), por ejemplo, para la remolacha azucarera, y el silicio (Si), por ejemplo, para los cereales, fortaleciendo su tallo para evitar su vuelco. El cobalto (Co), es importante en el proceso de fijación de N de las leguminosas (FAO & IFA, 2002).

Fertilidad de suelos. La primera vez que se habló de fertilidad de suelos fue en lo que hoy es Iraq, antiguo territorio del Imperio Persa. En la Mesopotamia, unos 2,500 años antes de Cristo, aparecieron escrituras que hablaban de la fertilidad del suelo indicando que había suelos en los cuales se podía obtener 86 veces más rendimientos que en otros, lo que significaba que por cada unidad sembrada en un suelo se cosechaban 86, mientras que en otros no (Cepeda, 2010).

Muchos escritores antiguos creían que la fertilidad de un suelo podía determinarse por su color. La idea general era, que si un suelo era de color negro era muy bueno y si era de color claro era malo. Sin embargo, Columela (escritor romano sobre asuntos agrícolas del primer siglo), desafió esa teoría indicando que muchos suelos de Libia eran de color claro y de gran fertilidad (Cepeda, 2010).

Importancia de los fertilizantes en las plantas. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (FAO & IFA, 2002).

El fertilizante o abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal (Periódico Prensa Libre, 2014a).

El importante incremento de la población mundial en los últimos años viene exigiendo un constante reto a la agricultura para proporcionar un mayor número de alimentos, tanto en cantidad como en calidad. Desde el inicio del siglo XIX, la población mundial se ha incrementado un 550 por cien, habiendo pasado de 1,000 millones a 6,500 millones en la actualidad, con unas previsiones de que se alcancen entre nueve y diez millones de habitantes en el año 2050 (Anffe, 2008).

A la hora de plantear la fertilización de una explotación es necesario establecer el balance adecuado de nutrientes, analizando las necesidades de la planta, las características del suelo, los restos de la cosecha anterior, el pastoreo, las condiciones agro-climáticas, materia orgánica

disponible, deposiciones atmosféricas, etc. Y todo ello para obtener como resultado una dosis óptima de fertilizante mineral que asegure una buena evolución del cultivo. Esta dosis óptima debe asegurar que la planta se nutra adecuadamente, por lo que no habría excesos ni deficiencias de nutrientes en el cultivo y, consecuentemente, se eviten pérdidas por lixiviación y escorrentía (Anffe, 2008).

Fertilizantes. Cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O), puede ser llamado fertilizante. Fertilizantes fabricados industrialmente son llamados fertilizantes minerales (FAO & IFA, 2002).

La presentación de los fertilizantes minerales es muy variada. Dependiendo del proceso de fabricación, las partículas de los fertilizantes minerales pueden ser de muy diferentes tamaños y formas: gránulos, píldoras, «perlados», cristales, polvo de grano grueso / compactado o fino. La mayoría de los fertilizantes es provista en forma sólida. Los fertilizantes líquidos y de suspensión son importantes principalmente en América del Norte (FAO & IFA, 2002).

Además de su contenido nutritivo específico, la calidad física de un fertilizante es determinada por el rango del tamaño de sus partículas (productos tamizados), su densidad / dureza, su resistencia a la humedad y al daño físico, y su libertad de apelmazarse – los fertilizantes de alta calidad gozan de un tratamiento especial de la superficie / recubrimiento. Respecto al transporte, almacenamiento y aplicación en el campo, la densidad / peso específico de un fertilizante es también importante. Normalmente la urea tiene un volumen más grande por unidad de peso que la mayoría de los otros fertilizantes (FAO & IFA, 2002).

Tipos de fertilizantes. Los fertilizantes que contienen sólo un nutriente primario son denominados fertilizantes simples. Aquellos conteniendo dos o tres nutrientes primarios son

llamados fertilizantes multinutrientes, algunas veces también fertilizantes binarios (dos nutrientes) o ternarios (tres nutrientes) (FAO & IFA, 2002).

Fertilizantes simples. Algunos de los fertilizantes simples más utilizados (así como regionalmente importantes) son los siguientes: Urea con 46 por ciento de N, es la mayor fuente de nitrógeno en el mundo debido a su alta concentración y a su precio normalmente atractivo por unidad de N. Sin embargo, su aplicación requiere excepcionalmente buenas prácticas agrícolas para evitar, en particular, las pérdidas por evaporación de amoníaco en el aire. La urea debería ser aplicada sólo cuando sea posible incorporarla inmediatamente en el suelo después de esparcida o cuándo la lluvia se espera en pocas horas después de la aplicación (FAO & IFA, 2002).

Sulfato amónico, con el 21 por ciento de N (en forma de amoníaco), no es tan concentrado como la urea. Sin embargo, contiene, además del N, el 23 por ciento de azufre, un nutriente que es de creciente importancia. Se usa preferentemente en cultivos irrigados y donde el azufre debe ser aplicado. Lo mismo es cierto para el *nitrosulfato amónico* con el 26 por ciento de N (alrededor de 2/3 como amoníaco y 1/3 como nitrato) y del 13 al 15 por ciento de azufre (FAO & IFA, 2002).

Nitrato amónico cálcico, con por encima del 27 por ciento de N (partes iguales de N como amoníaco y como nitrato), es un fertilizante preferido para los cultivos en las regiones semiáridas de los subtrópicos (FAO & IFA, 2002).

Superfosfato simple, con el 16 al 20 por ciento de P_2O_5 contiene adicionalmente 12 por ciento de azufre y más del 20 por ciento de calcio (CaO) (FAO & IFA, 2002).

Superfosfato triple, con una concentración del 46 por ciento de P_2O_5 no contiene ni azufre y menos calcio. Ambos tipos de fertilizantes fosfatados contienen el fosfato soluble en agua, en una forma disponible para las plantas. Una cantidad sustancial de fosfato es aplicada en forma de

fertilizantes NP (nitrofosfato, fosfato monoamónico (MAP) y fosfato diamónico (DAP)) y de fertilizantes NPK (FAO & IFA, 2002).

Cloruro potásico, con hasta 60 por ciento de K_2O , es el fertilizante potásico simple líder usado en la mayoría de los cultivos. En cultivos sensibles al cloro o en los cuales el azufre se necesita, se usa el *sulfato potásico* con el 50 por ciento de K_2O y 18 por ciento de azufre. Sin embargo, como con los fertilizantes fosfatados, una gran parte de K_2O es aplicada en la forma de fertilizantes NPK y PK (FAO & IFA, 2002).

Fertilizantes multinutrientes. Un gran número de fertilizantes multinutrientes es ofrecido en el mercado mundial. Las ventajas más notables de los fertilizantes multinutrientes para el agricultor son: facilidad de manipulación, transporte y almacenamiento, fácil aplicación, alto contenido de nutrientes, distribución uniforme de nutrientes en el campo, fertilización equilibrada, es decir nitrógeno, fosfato y potasio, disponibles juntos desde el inicio y de acuerdo con los requerimientos de las plantas y elevada eficiencia del fertilizante (FAO & IFA, 2002).

Fertilizantes complejos, fabricados a través de procesos que incluyen una reacción química entre los componentes que contienen los nutrientes primarios (cada gránulo contiene la fórmula declarada de nutrientes) (FAO & IFA, 2002).

Fertilizantes compuestos, fertilizantes simples granulados o intermedios, los gránulos contienen los nutrientes en diferentes proporciones (FAO & IFA, 2002).

Fertilizantes mixtos o mezclados, mezclas simples mecánicas de los fertilizantes simples (la mezcla puede no ser homogénea si no se tiene cuidado) (FAO & IFA, 2002).

Uso eficiente de los fertilizantes. En general, en los años 60 y 70, ante la demanda mundial de alimentos, fue espectacular el aumento del uso de los fertilizantes nitrogenados, tanto en zonas en las que la agricultura estaba desarrollada como en zonas agrícolas en desarrollo. Este incremento

en el uso de fertilizantes en estas décadas se relaciona con el bajo coste de los fertilizantes en comparación con los beneficios económicos obtenidos. Sólo las restricciones ambientales, debido a la contaminación de las aguas con nitratos, vendrán en la última década del siglo XX a limitar el uso de los abonos nitrogenados (IDAE, 2007).

Ya en el siglo XXI con el cambio climático y las políticas de ahorro y eficiencia energética que de él se derivan, las que motivan un uso eficiente de este recurso, por otra parte, imprescindible en la agricultura moderna (IDAE, 2007).

El uso racional y eficiente de los fertilizantes nitrogenados viene determinado por los tres aspectos fundamentales que se desarrollan a continuación: dosis total, momentos de su aplicación y selección de los tipos (IDAE, 2007).

Dosis de nitrógeno total a aportar a los cultivos. Según IDAE (2007), para conocer la dosis necesaria de nitrógeno que requiere el cultivo es necesario saber cuál es el potencial productivo de la parcela y el coeficiente de extracción del cultivo, estos datos pueden variar dependiendo de la zona climática en la que se realice el estudio, también se pueden consultar referencias existentes de fuentes confiables que puedan proporcionarnos la información, ya que hoy en día se cuenta con muchos trabajos de campo en los que se ha evaluado las dosis necesarias de nitrógeno para diferentes cultivos en distintas zonas territoriales.

Según IDAE (2007), la eficiencia de la fertilización y por ende la reducción de las dosis de fertilizantes aplicadas a un cultivo pueden mejorar acondicionando cada uno de los aportes que se deben hacer al cultivo, en este sentido es necesario conocer las necesidades del cultivo en cuanto a la extracción de nutrientes; el nitrógeno por ser un elemento que sufre grandes pérdidas a consecuencia de lixiviación, volatilización o desnitrificación, se deben ajustar los periodos o cantidad de aportes de nitrógeno al cultivo, considerando que la mayor absorción de nitrógeno

tienden a aumentar el crecimiento rápido de los cultivos; hoy en día se pretende aumentar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados, para ello se pueden emplear herramientas científicas, las cuales tienen niveles de precisión bastante acertadas, pero su complejidad y costo limita al agricultor a hacer uso de ellas, por otro lado se cuenta con herramientas que ayudan a tomar una decisión en el uso del nitrógeno en el cultivo, realizando un análisis del nitrógeno mineral disponible en el suelo, o realizar análisis del estado nutricional de las plantas (lectores de clorofila), otros factores determinantes y que en algunos cultivos se utiliza el uso apropiado de abonadoras mecánicas, su calibración y mantenimiento, de igual manera una correcta fertirrigación y el uso eficiente del agua favorecen el aumento de la eficiencia del uso del nitrógeno.

Plan de fertilización. Para establecer un plan de fertilización es muy importante conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con esto se determina la fertilidad y los requerimientos del mismo, a través de un análisis de suelos; también se debe conocer cuáles son los requerimientos nutricionales del cultivo que se establecerá en la parcela, ya que cada cultivo tiene diferentes requerimientos nutricionales; según el análisis de suelos y los requerimientos del cultivo se puede establecer los tipos y cantidades de los fertilizantes que se utilizarán, así como la frecuencia, época y método de aplicación de los fertilizantes.

La fertilidad de un suelo se refiere a la capacidad del mismo de suministrar los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo de las plantas. Se conoce como nutrición al proceso biológico en el que los organismos asimilan los nutrientes necesarios para el funcionamiento, el crecimiento y el mantenimiento de sus funciones vitales; los nutrientes son los elementos o compuestos químicos necesarios para el desarrollo de un ser vivo; para mantener la fertilidad del suelo a un nivel adecuado para las plantas es preciso que se repongan los nutrientes que se pierden,

un fertilizante es una mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo con nutrientes y favorecer el crecimiento vegetal (Arévalo & Castellano, 2009).

El método de aplicación de los fertilizantes (abono orgánico o fertilizantes minerales) es un componente esencial de las buenas prácticas agrícolas. La absorción de los nutrientes depende de la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y del ambiente. En las buenas prácticas agrícolas, el productor establece la cantidad y el momento adecuado para la fertilización, de manera que las plantas usen los nutrientes de la mejor manera posible. Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial mínimo de contaminación del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso en que el cultivo los necesita; esto es de gran importancia para los nutrientes móviles como el nitrógeno, que puede ser fácilmente lixiviados del perfil del suelo, si no es absorbido por las raíces de las plantas (Arévalo & Castellano, 2009).

1.1.2. Cultivo de Chipilín

Como Chipilín se conocen por lo menos tres especies, la más importante es *Crotalaria longirostrata* Hook & Arn, luego está *C. pumila* que es menos frecuente y luego, *C. vitellina*, la cual se usa frecuentemente para alimentar animales, de ahí su nombre común de Chipilín de caballo. El contenido de proteínas, vitaminas y minerales de la hoja es alto, por lo cual se utiliza en la elaboración de tamales y de sopas (Azurdía, 1995; citado por Caravantes, 2014).

No se conoce mucho sobre su biología, sus relaciones filogenéticas y sistema reproductivo, por lo tanto, es difícil hacer conjeturas respecto a la composición del acervo genético de Chipilín (Caravantes, 2014).

Actualmente el Chipilín tiene una gran demanda como hortaliza en el sur, norte y occidente de Guatemala, en El Salvador y sur de México; últimamente ha tenido demanda en EEUU, por la gran cantidad de inmigrantes centroamericanos existentes en este país (Martínez, 2012).

Clasificación taxonómica. El género *Crotalaria* tiene más de 200 especies. En Mesoamérica se reportan 14 especies, de las cuales dos son más cultivadas y utilizadas en alimentación. A continuación, se presenta la clasificación de las mismas y su variabilidad (Martínez, 2012).

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliatae
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Tribu	Genisteae
Género	<i>Crotalaria</i>
Especie	<i>Longirostrata</i> Hook y Arn
Nombre Científico	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook y Arn

Morfología de la planta. Son plantas ramificadas. Su tallo es verde con franjas púrpuras, con muy poca pubescencia, es erecto y delgado, a veces tiene muchas ramas. Mide aproximadamente un metro de alto, poco áspero, pocas o ninguna estipula. Foliolo superior de 4-6 centímetros de largo, de 2-3 centímetros de ancho y con un largo de la base a la parte más ancha

de 3–5 centímetros, los folíolos inferiores de 4–7 centímetros de largo de 2–3 centímetros de ancho y con un largo de la base a la parte más ancha de 2–4 centímetros, abobados, agudos y obtusos en el ápice, glabros en haz con poca pubescencia en el envés, pecíolos de 5–8 centímetros de largo con poca pubescencia estípulas pequeñas. Racimos principalmente terminales de 18–45 centímetros de largo con 28–58 flores por inflorescencia, brácteas ausentes, pedúnculos con muy poca o poca pubescencia. Flores con corola amarilla brillante con franja púrpuras en el exterior del estandarte. Corola de 0.9 – 1.7 centímetros de largo, glabra. Cáliz de 0.5 – 1.0 centímetros de largo con poca pubescencia. Vaina de color verde cuando tierna y café negruzco cuando madura oblonga de 1.6 – 2.3 centímetros de largo por 0.3 – 0.7 centímetros de ancho, dehiscentes cuando están completamente secas, pubescencia fuertemente apresa, textura rugosa. Semillas arriñonadas de 0.4 -0.5 centímetros de largo por 0.2 – 0.3 centímetros de ancho, color amarillo brillante (Monterroso, 1986, citado por Rodas, 2015).

Adaptabilidad. Esta planta es esencialmente anual localizada a elevaciones de 2,300 msnm o menos y plantada en diferentes lugares del país. Se encuentra relativamente bien distribuida en Guatemala, Oeste y Suroeste de México y de El Salvador a Costa Rica (Morales, 1986, citado por Rodas, 2015).

Se le puede encontrar en espesuras húmedas, matorrales secos, en laderas abiertas comúnmente rocosas, frecuentemente en bosques de pino o encino, en campos cultivados y comúnmente plantadas en campos y jardines (Morales, 1986; citado por Rodas, 2015).

Tecnología para la producción

Colecta y preparación de la semilla. Inicia al igual que la Hierba Mora, para el cultivo comercial del Chipilín se recomienda coleccionar frutos de plantas de la localidad, sanas y vigorosas

en plena fructificación, cuando la mayoría de frutos están de color café y suenan como chinchín (Martínez, 2012).

La semilla del Chipilín manifiesta un tipo de latencia física, debido a que tiene una testa dura e impermeable al intercambio de agua y gases. Para eliminar esta latencia la semilla debe mezclarse con arena y restregarse sobre una superficie rugosa o sobre una lima, luego se remoja en agua a temperatura ambiente por 24 horas (Martínez, 2012).

Siembra. El Chipilín se siembra directamente en el terreno, tiene mejores resultados en suelo franco-arcilloso y un poco menos en franco-arenoso. Para la siembra el suelo debe prepararse con dos pasadas de arado a profundidad de 30 cm, luego debe pasarse la rastra dos veces para dejarlo bien mullido (Martínez, 2012).

Si en la localidad llueve mucho debe hacerse surcos a unos 20 cm. de alto y sembrarse la semilla a profundidad de un centímetro. Si no se cuenta con agua disponible para riego, es importante que la siembra coincida con la época de inicio de lluvia. En caso de contar con agua para riego puede sembrarse en cualquier época, excepto en la temporada de heladas en lugares arriba de los 1,500 msnm (Martínez, 2012).

Propagación. Se realiza por semilla, esta se recolecta de forma tradicional directamente de la planta en el campo y la germinación de la semilla lleva de seis a siete días, es pequeña y de color oscuro, estas se encuentran dentro de una vaina que contiene de seis a ocho semillas por vaina (Castillo, 1991; citado por Rodas, 2015).

La profundidad de siembra de 0.6 cm, es la que brinda los mejores resultados en: el porcentaje, emergencia, altura, diámetro, peso fresco y peso seco de plántulas. El raspado de la semilla es el tratamiento pre germinativo que brinda los mejores resultados: porcentaje de

emergencia, número de días a emerger, altura, diámetro, peso fresco y peso seco de las plántulas (Castillo, 1991; citado por Rodas, 2015).

Riego. Si la siembra del Chipilín no coincide con la lluvia o si se hace bajo invernadero, es conveniente contar con sistema de riego; en este caso es conveniente suministrar el riego cada cinco días hasta la última cosecha, para que su sistema radicular superficial siempre tenga disponible humedad (Martínez, 2012).

Prácticas de protección. El Chipilín es una planta de crecimiento lento hasta la floración y debido a que su aprovechamiento es al inicio de la misma, se hace necesario protegerlo de la competencia de plantas no deseadas, por lo que deben hacerse limpiezas manuales cada 15 días hasta la última cosecha (Martínez, 2012).

Es importante tener en cuenta que mantener libre el cultivo de competencia de plantas no deseadas tiene beneficios directos en la vigorosidad de las plantas, su mejor aprovechamiento de los abonos y fertilizantes, y resistencia a plagas y enfermedades (Martínez, 2012).

Al mantener el terreno libre de organismos vegetales, se facilita la supervisión y control de los mismos. En cuanto a la presencia de plagas o enfermedades, debe mantenerse una supervisión permanente de la planta hasta el momento de la cosecha. La raíz puede ser afectada por rosquilla y gallina ciega, las cuales pueden ser controladas por medio de una buena preparación del terreno antes de la siembra y aplicación de un insecticida al suelo (Martínez, 2012).

En el área foliar se ha observado la presencia de tortuguilla (*Diabrotica* sp), larvas de dípteros que causan enrollamiento de las hojas y minador de la hoja; todas estas plagas deben controlarse con productos de poco efecto residual, tales como productos a base de piretroides (Martínez, 2012).

Las aplicaciones de cualquier producto deben hacerse hasta 15 días antes de la cosecha; recuerde que el Chipilín es un producto de consumo foliar fresco y debe evitarse al máximo cualquier traza residual de biocidas para evitar intoxicaciones en las personas que lo consuman. En el caso del zompopo (*Atta* sp.), el mejor control es aplicar algún producto especial para este tipo de insectos, tales como clorpirifós o sulfloramida, directamente en las troneras y galerías donde se reproducen, al atardecer. Por ningún motivo aplicar producto alguno sobre la planta (Martínez, 2012).

El fruto es dañado por la presencia del Barrenador del fruto (*Utetheisa ornatrix*), en este caso la hembra pone los huevos en masa, en el envés de la hoja; a los 3-5 días emergen las larvas, perforan los frutos y se alimentan de las semillas. Esta es la plaga más persistente y es necesario una constante supervisión para controlarla oportunamente y obtener semilla para el próximo ciclo de cultivo (Martínez, 2012).

La planta de Chipilín presenta fototropismo, es decir que su tallo se elonga en búsqueda de luz, por lo que hay condiciones climáticas de alta humedad y alta temperatura, así como disponibilidad de nutrientes que favorecen el crecimiento de la planta con un tallo no muy grueso que lo vuelve vulnerable a vientos moderados que lo pueden tumbar. Por esta razón es aconsejable hacer un aporque a la base del tallo 30 días después de la emergencia de las plantas (Martínez, 2012).

Cosecha. El Chipilín tiene la capacidad de rebrote a cualquier edad y altura. Las investigaciones realizadas muestran que las plantas jóvenes tienen menos fibra, pero la conjugación de un buen porcentaje de nutrientes, fibra, buen peso foliar y alta rentabilidad se obtiene al cosechar la planta 45 días después de la siembra y una segunda cosecha nuevamente a los 45 días después de la primera (Martínez, 2012).

El primer corte se aconseja realizarlo a 10 cm del nivel del suelo y el segundo a unos tres cm de la base de cada retoño. Esto permitirá que, si no se dejó un pequeño lote para semilla, pueda obtenerse ésta de los rebrotes surgidos después del segundo corte, siempre y cuando aplique un abono completo para estimular la respuesta de la planta a la producción de semilla (Martínez, 2012).

Manejo postcosecha. El Chipilín, como cualquier otro producto foliar, debe conservarse en lugares frescos, a la sombra. Para su comercialización en mercados locales o muy cercanos al terreno de cultivo debe envolverse en hoja de sal, en papel o en bolsas de nylon. Si el mercado está lejos, el producto debe transportarse empacado en bolsas selladas al vacío y a temperaturas de cinco a 10 grados centígrados, su consumo debe ser el mismo día de cosecha, en caso de no consumirse de inmediato debe conservarse dentro de bolsas nylon color negro, selladas, en refrigeración o sumergidas en agua. Nuevamente recordamos que las hojas de cualquier planta no deben pasar más de tres días después del corte sin ser consumidas, porque pierden rápidamente sus nutrientes con el tiempo (Martínez, 2012).

Bromatología del Chipilín. El contenido nutricional por 100 g, en el cultivo de Chipilín: Agua (g) 81.1; Proteína (g) 7.1; Grasa (g) 10; Carbohidratos totales (g) 8.7; Fibra cruda (g) 1.9; Ceniza (g) 1.4; Calcio (mg) 248; Fósforo (mg) 74; Hierro (mg) 4.9; Actividad de vitamina A (μ g) 3,843; Tiamina (mg) 0.33; Riboflavina (mg) 0.52; Niacina (mg) 2.02; Ácido ascórbico (mg) 112; Valor energético (kcal) 57 (Gómez, 2000; citado por Caravantes, 2014).

Contenido mineral. El Chipilín es considerado una buena fuente de nitrógeno debido a que posee una habilidad de fijación de nitrógeno atmosférico y lo traslada hacia las raíces. Además de su contribución al enriquecimiento de materia orgánica en el suelo, mejora la fertilidad y la

retención de nutrientes mientras que provee de soporte estructural, y retarda la erosión (Gómez, 2000; citado por Caravantes, 2014).

Usos del Chipilín. Es la especie de *Crotalaria* más usada como alimento, se consumen las hojas y los brotes tiernos en diferentes formas. La hoja es rica en proteína, de alto contenido en lisina, por esta razón es un excelente suplemento de los cereales. Además, posee un elevado contenido de carotenos con alta biodisponibilidad (Cobón, 1988; citado por Rodas, 2015).

Uso medicinal. Popularmente se reporta varios usos medicinales de esta planta. El más común es que el lavado de tallos y frutos cocidos cura la blenorragia. Cataplasmas del zumo de tallos y hojas desinfecta heridas y llagas. La raíz cocida se usa contra el alcoholismo (Martínez, 2012).

El té y las infusiones de Chipilín tienen efecto positivo para controlar el insomnio y alarga el tiempo del sueño; en dosis moderadas tiene efecto sedativo y sinóptico sin llegar a la toxicidad. Estas propiedades han sido demostradas en estudios fitoquímicos y farmacológicos realizados en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Martínez, 2012).

Importancia económica. Según Vides (2014), Estados Unidos es uno de los principales socios comerciales en donde el sector agrícola ha cultivado nichos de mercados a través de la estrategia de AGEXPORT de ampliar la oferta exportable.

De esa cuenta, hojas frescas de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*), flores comestibles de chufle (*Calathea macrosepala*), Flor de Izote (*Yucca guatemalensis*) y Pacaya (*Chamaedorea tepejilote*) son los nuevos productos agrícolas que productores y exportadores guatemaltecos pueden enviar a partir del pasado 16 de octubre al país de Norte América, para que connacionales y consumidores puedan deleitarse de ellos (Vides, 2014).

Según Vides (2014), estos productos para poder ser admitidos en los Estados Unidos fueron sometidos a una serie de evaluaciones por parte del Servicio de Inspección de Sanidad Agropecuaria (APHIS, sus siglas en inglés) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, sus siglas en inglés), cada uno de estos productos agrícolas que se exportan deberán contar con el certificado fitosanitario y de igual manera está sujeto a inspección en el puerto de destino, para poder mitigar el riesgo de introducción o difusión de plagas o hierbas nocivas para el país de destino.

El volumen de producción y exportación actual de estos productos es tan marginal que no genera estadística; sin embargo, una vez abierta la posibilidad se espera que haya inversiones en producción comercial para atender el mercado nostálgico en EE.UU, con la apertura del mercado estadounidense para la exportación de pacaya, hojas frescas de Chipilín y flores comestibles de izote y chufle, genera nuevas oportunidades de empleo y desarrollo en las comunidades del interior del país que tienen condiciones para cultivar dichos productos (Vides, 2014).

En la mayoría de los mercados a nivel nacional se puede observar la comercialización de esta planta en pequeños manojos, de los cuales muchos de estos manojos son cultivados en pequeñas áreas del hogar o en campos cultivados de maíz; en los últimos años se ha exportado hacia los Estados Unidos hojas frescas de este cultivo, las cuales son consumidas por los connacionales que radican en ese país, formando un mercado denominado de nostalgia, lo cual representa que este cultivo puede llegar a constituirse en otra alternativa para los agricultores de la región como una fuente de ingresos económicos rentable (Prensa Libre, 2014).

El cultivo del Chipilín puede representar una buena alternativa para diversificar la producción de hortalizas e incursionar en nuevos mercados, ya que existen oportunidades de poder comercializar el Chipilín y convertirlo en una fuente de ingresos a nivel familiar (Martínez, 2012).

1.2. Antecedentes

Rodas (2015), Evaluando fuentes de fertilización orgánica para el incremento de proteína en Chipilín en San Antonio, Suchitepéquez. Teniendo como objetivo principal evaluar cuatro abonos orgánicos y su incidencia en el porcentaje de proteína en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*). A través de un diseño bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: gallinaza, lombricompost, bocashi y cachaza, utilizando una dosis por cada tratamiento de 15 t/ha y un testigo absoluto, con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: altura de la planta, diámetro de tallo, porcentaje de proteína, rendimiento de biomasa. Encontró que el mejor tratamiento con relación al tamaño de la planta y diámetro de tallo fue donde se aplicó el tratamiento de gallinaza, influyendo en un aumento de los rendimientos de biomasa; sin embargo, después de haber realizado los análisis de varianza, se determina que no hay diferencia estadística entre tratamientos, el mejor tratamiento con relación al porcentaje de proteína fue el bocashi con un 38.91 %, seguido del tratamiento a base de cachaza con un 38.27 %. Concluyendo que el tratamiento con aplicación de gallinaza a una dosis de 15 t/ha., influye en la altura de planta y el diámetro de tallo, lo que permitió un aumento de biomasa con un rendimiento de 102.25 t/ha, el cual es mayor que los demás tratamientos evaluados, seguido del tratamiento donde se aplicó lombricompost con un rendimiento de 87.43 t/ha., el tratamiento de gallinaza supero al testigo por 36.43 t/ha.

Borrayo (1995), estudiando la germinación y la emergencia de la semilla de Chipilín (*Crotalaria* spp.), sometida a varios tratamientos pregerminativos en el banco de germoplasma e invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad de Guatemala. Teniendo como objetivo, obtener una relación entre la textura del suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de Chipilín, que permita un

porcentaje de emergencia adecuado, plántulas uniformes y vigorosas para el establecimiento del cultivo. A través de un diseño bloques completamente al azar y de acuerdo a que fueron tres factores a estudiar se hizo un arreglo en parcelas subdivididas, con tres repeticiones incluyendo un testigo en cada experimento; siendo los tratamientos: remojo en agua a diferentes temperaturas y diferentes tiempos, remojo en agua a diferentes temperaturas y diferentes tiempos luego enfriamiento en agua a temperatura ambiente, remojo en ácido giberélico en diferentes concentraciones durante 24 horas, remojo en ácido sulfúrico en diferentes concentraciones y diferentes tiempos y raspado de la semilla utilizando limas. Evaluando las variables: porcentaje de emergencia, días a emerger, altura de plántulas, diámetro de las plántulas, peso fresco de plántulas y peso seco en plántulas. Encontró que los mejores tratamientos pregerminativos, fueron los siguientes: raspado de la semilla y el remojo en agua a una temperatura de 94°C durante tiempos de 30, 60, 120 y 240 segundos. Concluyendo que, si existe una relación entre la textura del suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de Chipilín, lo cual permite un porcentaje adecuado de emergencia, plántulas uniformes y vigorosas para el establecimiento del cultivo.

Castillo (1991), evaluando el efecto de cuatro frecuencias de corte en Chipilín (*Crotalaria* Hook & Arn) sobre el rendimiento foliar y el de proteína en la Escuela Nacional Central de Agricultura, ubicada en la finca Bárcenas, del municipio de Villa Nueva, Guatemala. Teniendo como objetivo evaluar el efecto de cuatro frecuencias de corte en Chipilín, sobre el rendimiento foliar y sobre el rendimiento de proteína. A través de un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Siendo los tratamientos: corte cada 30 días, corte cada 45 días, corte cada 60 días y corte a los 50 y 90 días, todos después de la emergencia y después del rebrote. Evaluando las variables: rendimiento foliar fresco y rendimiento de proteína. Encontró que para el

rendimiento foliar fresco, las frecuencias de 45 días y 60 días y corte a los 50 y 90 días tuvieron un rendimiento estadísticamente igual, por lo que da lo mismo cosechar el Chipilín en cualesquiera de esas tres frecuencias, siendo únicamente diferente la frecuencia de 30 días que presentó el menor rendimiento y para el rendimiento de proteína las frecuencias de 45 días, 60 días y corte a los 50 y 90 días tuvieron un rendimiento estadísticamente igual, por lo que es indiferente cosechar el Chipilín en cualesquiera de esas tres frecuencias, siendo inferior el rendimiento de la frecuencia de 30 días. Concluyendo que bajo las condiciones en que se llevó a cabo dicha investigación, el rendimiento foliar fresco y el rendimiento de proteína del Chipilín, se ven influenciados por la frecuencia de corte (Castillo, 1991)

Domínguez (1997), evaluando distancias de siembra sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn), en el municipio de San Antonio, Suchitepéquez. Teniendo como objetivo determinar el efecto de cuatro distancias de siembra entre surcos y cuatro distancias entre planta sobre el rendimiento de materia seca de planta total, porción comestible y tallos en tres cortes y rendimiento acumulado. A través de un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas, su orientación fue Este-Oeste. Los factores evaluados fueron: distancia entre surcos y distancia entre plantas, las distancias entre surcos fueron 0.30, 0.45, 0.60 y 0.75 m y las distancias entre plantas 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 m. Evaluando las variables: rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos, altura de planta y número de ramas laterales. Encontró a través de los resultados de rendimientos obtenidos después de realizar el análisis de varianza, que existe diferencias significativas por efecto de las distancias de siembra entre surcos, entre plantas e interacción entre ambos factores. Concluyendo que el mayor rendimiento de materia seca en planta total y porción comestible se obtiene con distancia de 0.3 m entre surcos y 0.1 m entre plantas, con rendimientos acumulados de 9,085.8 kg/ha y 5,075.2 kg/ha respectivamente, las

variables complementarias (altura de planta y número de ramas laterales) presentan una poca correlación con los rendimientos de materia seca de planta, porción comestible y tallos, la altura de planta y número de ramas laterales depende directamente del espacio disponible.

Hernández (1997), evaluando el rendimiento de materia seca del cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata* vitellina Ker in Lindl) por efecto de nitrógeno, fósforo y potasio, en un suelo Typic Dystrandeps en el municipio de San Miguel Panan, Suchitepéquez. Teniendo como objetivo determinar el efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento de materia seca del cultivo de Chipilín en tres cortes. A través de un diseño de bloques al azar con tres repeticiones de cada unidad experimental, distribuidas en un arreglo factorial de 2 x 3 x 3, con 18 tratamientos, y un tratamiento testigo sin aplicación de fertilizante. Evaluando las variables: rendimiento de materia seca, altura de planta, número de rebrotes y extracción de nutrientes. Encontró que los resultados de rendimiento acumulado de materia seca de Chipilín, no presentaron diferencias significativas, por lo que, desde el punto de vista económico, no se recomienda la aplicación de los niveles de fertilización evaluados (por ser muy bajos), en un suelo Typic Dystrandeps, con un contenido de materia orgánica de 7.96%, 3.8 µg/ml de fósforo y 85 µg/ml de potasio. Concluyendo que los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en las 18 combinaciones evaluadas presentaron diferencias significativas en el primer corte, no así en el segundo, tercero y total acumulado por lo tanto no hubo respuesta a la fertilización química en la producción total de materia seca del cultivo y se recomienda evaluar niveles de nitrógeno arriba de 43.2 kg/ha/corte.

Barneond (1999), evaluando nitrógeno y materia orgánica sobre rendimiento de biomasa en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria* spp. L.) en el municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez. Con el objetivo de determinar el efecto de niveles de nitrógeno y de materia orgánica sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de Chipilín expresada en materia seca y la relación con la altura de la planta.

A través de un diseño bloques al azar, con tres repeticiones en un arreglo factorial 5 x 3, con un total de 15 tratamientos por cada repetición y una unidad experimental conformada por 100 plantas distribuidas en cinco surcos y cada surco constó de 20 plantas, la parcela neta fue de 54 plantas con un distanciamiento de 10 cms. entre planta y 30 cms. entre surco. Evaluando las variables: biomasa en base seca de hojas, tallos y planta total y altura de la planta. Encontró que existe relación entre la variable altura de planta y el peso seco de tallos, y peso seco total para el primer y segundo corte, mientras que para el tercer corte la variable altura de planta muestra relación con el peso seco de hojas. Concluyendo que bajo las condiciones edáficas y climáticas donde se efectuó la investigación, no hubo respuesta en la planta de Chipilín a la aplicación de niveles de nitrógeno y materia orgánica sobre la producción de biomasa en materia seca de hojas, tallo y planta total por corte y total.

Mejía (1989), realizando la evaluación agronómica de 10 cultivares de Chipilín (*Crotalaria* spp.) bajo dos sistemas de siembra, en dos localidades de la cuenca del río Achíquate, Escuintla. Con el objetivo de evaluar 10 cultivares de Chipilín con base a su producción de materia verde y materia seca con dos sistemas de siembra los cuales fueron por postura y al chorrillo, ambos bajo dos condiciones ambientales diferentes, en Coyuta y Sabana Grande en el departamento de Escuintla. A través de un diseño de bloques al azar, con 10 tratamientos y tres repeticiones. Evaluando las variables: peso verde de la parte aérea de la planta, peso verde foliar y peso seco foliar. Encontró que, el sistema de siembra por postura utilizado en Coyuta, con distanciamiento de 0.5 mt. entre surcos y 0.5 mt. sobre el surco, con tres plantas por postura realizando una sola cosecha a los 90 días después de la siembra, reportó rendimientos de materia verde y materia seca estadísticamente superiores por unidad de área, mientras que en Sabana Grande no se presentó diferencia significativa en su rendimiento en cuanto a sistemas de siembra, encontrando buen

comportamiento en ambos sistemas de siembra. Concluyendo que, las condiciones ambientales de Coyuta, favorecieron la capacidad de rendimiento foliar de los 10 cultivares de Chipilín evaluados, ya que la producción de estos, en materia verde como en materia seca, aprovechable para el consumo humano fue significativamente superior, con respecto a las condiciones ambientales de Sabana Grande. Sin embargo, a pesar de reportar rendimientos menores por unidad de área, Sabana Grande reporto una relación materia seca/materia verde significativamente superior.

Cobón (1988), evaluando la caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de Chipilín (*Crotalaria* spp.) nativos de Guatemala. En el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá que pertenece a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el municipio de San Miguel Panan, Suchitepéquez. Teniendo como objetivo la caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de Chipilín bajo condiciones similares. A través de un diseño de bloques al azar, teniendo 27 tratamientos y dos repeticiones, Donde se delimitó un área de 441 metros cuadrados, los cultivares se dispusieron en una parcela de 11.25 metros cuadrados (30 plantas por parcela). Evaluando las variables: agronómicas-morfológicas y variables bromatológicas. Encontró que el germoplasma de Chipilín muestra variabilidad en las características agronómicas y morfológicas en los 27 cultivares, sin embargo, el 20.6% de éstas son consideradas como características propias de la especie y que dependen muy poco del ambiente, las características más importantes que demostraron alta variabilidad en todos los cultivares y posible de someterse a un programa de fitomejoramiento fueron: altura de planta, días a floración y peso neto foliar por planta. Concluyendo que, la región más importante en cuanto a germoplasma de Chipilín es la costa sur del país, ya que el cultivar proveniente de hacienda Mazona del municipio de Pajapita, San Marcos, tiene mayores ventajas

agronómicas al resto de los cultivares estudiados, ya que es un cultivar precoz con un promedio de 60 a 64 días para corte y un rendimiento aceptable de material verde.

1.3. Justificación del proyecto

En la actualidad el cultivo de Chipilín ha tomado relevancia debido al alto valor nutricional de las hojas, ricas en proteínas, vitamina A, fósforo, calcio y hierro (Martínez, 2012). Este cultivo tiene mucha importancia en la dieta de las familias del área rural del municipio de Catarina San Marcos. Sin embargo, durante los últimos años, ha caído en el olvido derivado a los bajos rendimientos, ya que éste crece a menudo en condiciones de una agricultura de subsistencia. En este sentido es importante realizar un esfuerzo para que los agricultores puedan contar con un plan de fertilización, que les indique la formulación y dosis adecuada de fertilizantes que permite un aumento en el rendimiento de la parte aprovechable y comercial del cultivo, de esta manera se logrará que más agricultores se dediquen a la siembra del cultivo de Chipilín con fines comerciales, lo cual a su vez, se convertiría en una fuente de ingresos económicos en las familias que se dedican a la agricultura. Al respecto, se han realizado investigaciones para estimar la dosis de fertilizantes óptima en función de la parte aprovechable del cultivo (follaje), destacando lo realizado por Hernández (1997), en donde evaluó la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de Chipilín, aplicando 125 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha potasio al momento de la siembra, y 100 kg/ha de nitrógeno fraccionado en 33.3 % al momento de la siembra y 33.3 % después de cada corte respectivamente.

Por lo anterior, el objetivo del presente proyecto es generar datos e información técnica, sobre la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para medir sus efectos en el rendimiento y características agronómicas del cultivo de Chipilín, usando como base la experiencia de Hernández

(1997). El interés de realizar un proyecto basado en la fertilización y no en otros de los factores que pudieran influir en el cultivo, está en la relevancia para los agricultores derivado a que carecen de una base técnica referente a la fertilización del cultivo.

1.4. Objetivos del proyecto

1.4.1. General

Establecer la viabilidad de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*), bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de Catarina, San Marcos.

1.4.2. Específicos

Determinar el efecto de la aplicación de un plan de fertilización en el rendimiento y crecimiento vegetativo en el cultivo de Chipilín.

Determinar la factibilidad económica de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín a través de indicadores económicos rentabilidad neta por medición de producción y precio de equilibrio por unidad de producción.

Realizar una gira de campo con agricultores de la comunidad, para dar a conocer la adaptación y resultados obtenidos en la implementación del plan de fertilización en el cultivo de Chipilín.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Descripción del proyecto

2.1.1. Contexto del proyecto

Según Segeplan (2010), en el municipio de Catarina, la economía está sustentada principalmente en las actividades agropecuarias, de la pequeña industria y en menor escala el comercio local, donde se produce para el autoconsumo, venta en mercados locales o regionales y en menor escala para la exportación, siendo las actividades agropecuarias el sector donde se genera la mayor parte de empleo privado, público y el autoempleo de los pobladores del municipio. Los sistemas de producción identificados son: producción agrícola, con los cultivos tradicionales como maíz, arroz, frijol, café, cacao, hule, plátano, banano, naranja, mango, piña, ajonjolí, maní, chile, caña de azúcar y tabaco; existen otros cultivos incorporados como rambután y palma africana, los cuales son producidos con fines de exportación; producción pecuaria con la crianza de ganado vacuno, caballar y porcino; a nivel de los hogares la crianza de aves de corral; producción apícola a través de la Cooperativa de Apicultores del Sur Occidente –COPIASURO-, que exportan miel hacia mercados Europeos. Los cultivos de mayor importancia en el municipio son el maíz y el frijol, cultivados en un área de 1,110.92 ha., y el café en un área de 2,610.39 ha., de las 7,942.24 ha. que ocupan la agricultura en el municipio de Catarina. Según Segeplan (2010), para dinamizar la economía local, una de las propuestas descritas en el PDM del municipio de Catarina, es impulsar proyectos productivos implementando cultivos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población, utilizando técnicas con resultados ya comprobados, con el objetivo de cosechar alimentos altamente nutritivos para el auto consumo y con un excedente que pueda ser comercializado en los mercados donde se tenga acceso, de esta forma se logra también dinamizar la economía local. Ejemplo de ello es el cultivo de Chipilín, que, durante los últimos años, ha

manifestado bajos rendimientos, causados por la falta de un plan de fertilización adecuado, representando pérdidas económicas y disminución de las áreas de siembra del cultivo a nivel del Municipio.

En este sentido se realizó un proyecto de adaptabilidad en el tema fertilización en el cultivo de Chipilín, tomando como referencia la experiencia de Hernández (1997), en donde determinó rendimientos de materia seca en tres cortes, obteniendo 2,486.10 kg/ha, evaluando la aplicación de 125 kg/ha de fósforo, 100 kg/ha potasio y 100 kg/ha de nitrógeno; para ello se evaluó la adaptabilidad de la misma dosis de fertilizante utilizada por Hernández (1997), comparada con la utilizada por los agricultores de la zona, para determinar si los resultados obtenidos fueron alcanzados o de alguna forma aumentar el rendimiento actual.

2.1.2. Tipo de proyecto

Para los agricultores es de suma importancia lograr una productividad adecuada en los cultivos, ya que, en ésta se toman en cuenta aspectos de rentabilidad y beneficio económico.

Según Bellon (2002), para los agricultores la utilización de una tecnología específica o práctica en los cultivos representa la manera de resolver sus problemas, ya que identifican las ventajas y desventajas que estas pueden tener; en relación a estos aspectos muchas veces se estima, en los beneficios y costos que se alcanzan en la implementación de un determinado cultivo, por lo que al momento de entregar una nueva tecnología a los agricultores, se debe hacer un balance de los rasgos positivos y negativos que una nueva tecnología pueda ofrecer a los agricultores, en este sentido adaptada a las preferencias, recursos y limitaciones de cada agricultor.

En este proyecto es muy importante la adaptación de un plan de fertilización en este cultivo, tomando en cuenta que en el municipio, el cultivo ha tenido bajas en la productividad debido al

desconocimiento de una fuente de fertilización que pueda demostrar ventajas (rendimiento) y reducir las desventajas (costos) en cuanto al uso de fertilizantes que actualmente aplican los agricultores; según el estudio realizado por Hernández (1997), este cultivo ha demostrado resultados bastante favorables, utilizando una dosis de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, aplicando en las dosis indicadas anteriormente, en comparación con lo que actualmente hacen los agricultores del municipio de Catarina.

La realización de este proyecto de adaptación, representa una fuente de información que puede ser consultada por agricultores que implementan el cultivo de Chipilín con fines de auto consumo y generación de excedentes, logrando de esta manera obtener datos relacionados a la aplicación adecuada de fertilizantes que puedan aumentar el rendimiento del cultivo, lo cual se traduce en la optimización de los recursos económicos, evitando gastos innecesarios en la fertilización del cultivo y pérdidas de fertilizante por el uso excesivo del mismo.

2.1.3. Tamaño del proyecto

El cultivo de Chipilín tiene gran importancia en la dieta de las familias del municipio de Catarina, esto a razón de que el consumo de sus hojas representa un alto valor nutricional, ya que estas son ricas en proteínas, vitamina A, fósforo, calcio y hierro (Martínez, 2012).

El proyecto se realizó en un área experimental de 105 mts², dividida en dos sub áreas de cinco x 10 metros, en donde se estableció el cultivo de Chipilín, en una de las sub áreas utilizando la dosis de fertilización recomendada por Hernández (1997), y en la otra sub área con el manejo que actualmente utilizan los agricultores de la zona, en ambas se estableció el cultivo utilizando un sistema de siembra al chorrillo con un distanciamiento de un metro entre surco. Por el efecto de borde se dejó un metro en cada una de las parcelas.

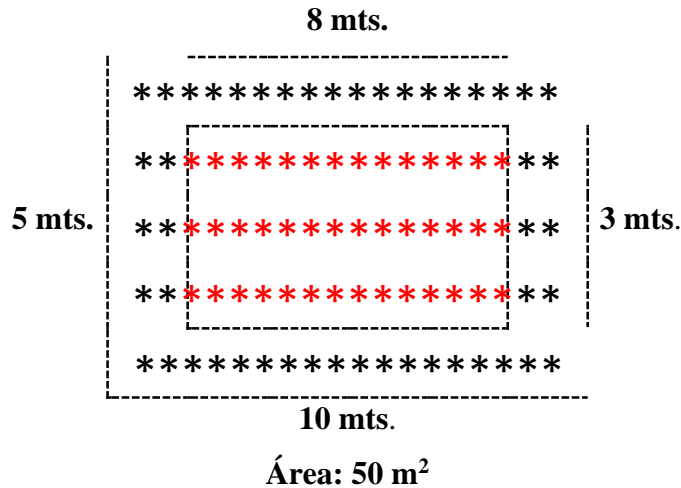


Figura 1. Parcela bruta, proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

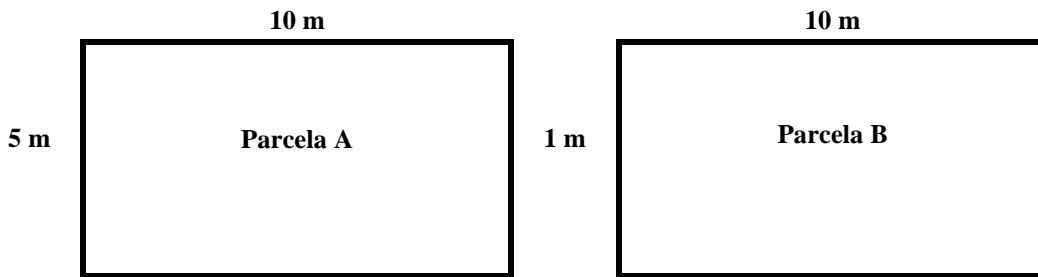


Figura 2. Croquis de campo, proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

2.1.4. Descripción de la localización del proyecto

El municipio de Catarina se encuentra situado en la parte suroeste del departamento de San Marcos. Se localiza en la latitud Norte 14° 51' 18" y en la longitud Oeste 92° 04' 34". Limita al Norte con los municipios de San Pablo y Malacatán; al Sur con los municipios de Pajapita y Ayutla; al Este con los municipios de El Tumbador, San José El Rodeo y Pajapita; y al Oeste con los municipios de Ayutla y Malacatán todos ellos del departamento de San Marcos. Se encuentra a una altura de 259 msnm., por eso el clima está catalogado como muy cálido, y en la parte alta, el clima

es cálido húmedo. Tiene la característica de ser una zona muy lluviosa con una precipitación media anual de 2,001 mm. (Segeplan, 2010).

Según Segeplan (2001) la fisiografía en el municipio de Catarina se encuentra en un 51.11% en llanura costera del pacífico y un 20.28% pendiente volcánica reciente. El área del proyecto se ubicó en aldea El Sitio, a una altura de 156 metros sobre el nivel del mar y con un clima cálido, marcándose muy bien dos épocas en el año que son época lluviosa y época seca, la temperatura es de 24 a 34 grados centígrados, se encuentra a cuatro kilómetros de la cabecera municipal por vía asfaltada, contando con caminos vecinales que comunican a caserío Pueblo Nuevo El Rosario, aldea El Bejucal y caserío Piedra Partida; así como con aldea El Tecomate, caserío Santa Teresa y caserío El Retiro por carretera de terracería. La distancia que existe a la cabecera departamental es de 64 km, y la distancia que existe hacia la ciudad capital es de 259.5 km, por la ruta interamericana CA2.

Según Lavarreda (2010), indica que los tipos de suelos que se pueden apreciar en la zona del municipio de Catarina, son franco arenoso y arcillo-arenoso, caracterizados por ser suelos fértiles; conforme a la clasificación de Simmons (1959), los suelos de la zona pertenecen a la serie de Retalhuleu en un 54.29% y un 45.56% de la extensión territorial es de suelos Aluviales que se caracterizan por tener una textura franco-arenosa de color negro.

Los suelos se caracterizan por poseer ceniza volcánica intemperizada de material madre, relieve suavemente inclinado u ondulado, buen drenaje interno, suelo superficial color café, textura franco arcillosa a limosa, con un subsuelo color café a café-rojizo de textura arcillosa con un espesor de uno a dos metros, cuenta con una extensión para cultivos de 1050 a 1400 hectáreas. (González, 2015).

2.1.5. Procedimientos

Material de estudio. El Chipilín es un importante cultivo de la costa sur de Guatemala, ya que sirve como alimento dentro de la dieta familiar y en usos medicinales para el tratamiento de algunas enfermedades. Este cultivo representa también una oportunidad de poder generar excedentes y contribuir al incremento de los ingresos económicos de las familias.

Son plantas vigorosas que emergen de seis a siete días después de la siembra, su altura es de 1.35 – 1.75 metros; florecen a los 80 – 111 días después de la siembra. La floración dura de 12 – 21 días. El periodo de formación del fruto de 93 – 128 días después de la siembra y maduran de 14 a 28 días después de su formación. Cada fruto forma de ocho – 12 semillas por vaina y de 95 – 110 semillas por gramo (Borrayo, 1995; citado por Rodas, 2015).

Descripción del tratamiento a evaluar. Se determinó en este proyecto los efectos del nitrógeno, fósforo y potasio en el aumento de biomasa fresca y materia seca en el cultivo de Chipilín, usando una dosis de 100 kg/ha de nitrógeno, 125 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha potasio en dos aplicaciones, 50 % al momento de la siembra y 50 % después del primer corte.

Según FAO & IFA (2002), el nitrógeno es uno de los elementos importantes que se necesita en la nutrición de las plantas, en este sentido se puede mencionar que es el motor del crecimiento de la planta, ya que estimula el crecimiento al favorecer la división celular y la creación de masa vegetal. Es el constituyente fundamental de las proteínas y se encuentra involucrado en todos los procesos principales del desarrollo de las plantas, constituyéndose en el elemento nutricional que aumenta la producción y rendimiento, por lo que se realizaron las aplicaciones de este elemento de manera fraccionada durante el desarrollo de la planta.

Diseño de los tratamientos. En este proyecto se analizó la respuesta de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín, para esto se realizó un proyecto utilizando el análisis

estadístico prueba de medias de muestras independientes, al cinco por ciento de error, en este caso se seleccionaron muestras independientes de igual tamaño de ambas parcelas. Para el proyecto realizado, en la parcela A se utilizó fertilización de acuerdo a las dosis de la descripción del tratamiento a evaluar 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K; y en la parcela B la fertilización que utilizan los agricultores locales que consiste en dos aplicaciones de 150 kg/ha de fertilizante de formulación triple 15. Para evitar la variación las parcelas se colocaron una al lado de la otra, tal como se detalla en la figura dos (Fernández, Trapero, & Domínguez, 2010).

Manejo del proyecto

Análisis de suelo. Previo al establecimiento de las parcelas, se realizó un análisis de suelo para determinar la fertilidad del mismo y determinar la probabilidad de respuesta a la fertilización del tratamiento a evaluar, esto es de mucha importancia para determinar si las condiciones químicas del suelo difieren significativamente en relación a los datos obtenidos por Hernández (1997); este se realizó en la segunda semana del mes de febrero del año 2019, las muestras en el área de las parcelas se tomaron en forma zigzag y fueron enviadas al laboratorio para ser analizadas, con el resultado obtenido se pudo observar que el pH suelo era de 5.22, ligeramente ácido, por lo que fue necesario realizar la aplicación de una enmienda agrícola, se utilizó un producto con formulación Oxido de Calcio 26-27%, Oxido de Magnesio 16.5-18% y Trióxido de Azufre 18-19.5% lo cual favorece la neutralización de la acidez del suelo.

Preparación del suelo. Se realizó en la tercera semana del mes de mayo del año 2019, cuando ya se contaba con los resultados del análisis de suelo, y después de haber realizado correcciones al pH, las labores de preparación del suelo se realizaron en forma manual utilizando como herramienta un azadón, de esta forma se obtuvo una labranza mínima, dejando una cama

uniforme de suelo, también se realizó una limpieza del área eliminando malezas, troncos piedras, residuos de cosecha y cualquier material sólido que pueda interferir en el desarrollo del cultivo.

Traza de parcelas. El área a utilizada para ejecutar este proyecto fue de 105 m² divididos en dos parcelas de 50 m²., y un distanciamiento de un metro entre parcelas. El trazo de las parcelas se realizó en la cuarta semana del mes de mayo de 2019, después de haber realizado la preparación del suelo, los distanciamientos fueron realizados en base a los que actualmente utilizan los agricultores del municipio.

Siembra. Esta se realizó utilizando el sistema que culturalmente usan los agricultores de la región, y se realizó durante la primera semana del mes de junio de 2019, después de las actividades de preparación del suelo y trazo de parcelas, se establecieron cinco surcos en cada una de las parcelas con un distanciamiento de un metro entre los mismos, en cada surco se realizó un tipo de siembra al chorrillo, posteriormente se realizó un raleo para eliminar las plantas menos vigorosas y que presentaban alguna deficiencia en su morfología, o posible síntoma de alguna enfermedad.

Fertilización. En este proyecto se aplicó en una de las parcelas 100 kg/ha de nitrógeno, 125 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha potasio en dos aplicaciones, 50% al momento de la siembra y la segunda aplicación del otro 50% dos días después del primer corte en la última semana del mes de julio, ya que según estudios realizados estos elementos favorecen el aumento de la producción, y para el caso del cultivo de Chipilín aumenta el rendimiento de biomasa fresca, las fuentes de fertilizantes utilizados fueron nitrógeno ureico, fosfato diamónico y muriato de potasio. En la segunda parcela se fertilizó de acuerdo a los criterios de los agricultores de la zona, se utilizó un fertilizante de formulación química triple 15, que es el de uso convencional, y se realizaron dos aplicaciones, 150 kg/ha de fertilizante al momento que la planta alcanzó una altura de 15 cms. y la segunda aplicación de 150 kg/ha entre el primer y segundo corte en la primer semana del mes de

agosto, también se realizaron fertilizaciones foliares en ambas parcelas las cuales se realizaron de manera conjunta con aplicaciones de plaguicidas.

Control de malezas. En el cultivo de Chipilín se hace necesario protegerlo de la competencia de plantas no deseadas, por lo que se realizaron limpiezas manuales cada 15 días hasta la última cosecha, utilizando herramientas que facilitaron este proceso como azadón y machete. No se utilizaron productos químicos para este control.

Control de plagas y enfermedades. En este cultivo el control de plagas y enfermedades se realizó de manera preventiva para evitar pérdidas por daños al cultivo, se realizaron estas aplicaciones a partir de la primera semana del mes de junio, realizando controles de insectos que afectan desde la colocación de la semilla en el suelo, en este caso se hizo un control de hormigas, las cuales se llevan la semilla como alimento, también se hicieron aplicaciones 14 días después de siembra para controlar la pudrición del tallo aplicando un fungicida preventivo, no se tuvo mayor problema con plagas de suelo debido a la buena preparación del terreno realizada principalmente para prevenir la presencia de Gallina ciega (*Phyllophaga* sp). En el caso de las plagas del follaje principalmente Tortuguilla (*Diabrotica balteata*), Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Gusanos cortadores (*Spodoptera* sp), estas plagas fueron controladas con productos de poco efecto residual, tales como productos a base de piretroides, y para este proyecto se utilizó Deltametrina y Thiacloprid, las aplicaciones se realizaron a cada semana hasta ocho días antes de cada corte, debido a que el Chipilín es un producto de consumo foliar fresco y debe evitarse al máximo cualquier traza residual de biosidas para evitar intoxicaciones en las personas que lo consuman; se realizó un control de moluscos utilizando un repelente a base de ajo, vinagre y agua, también se utilizó un control químico aplicando cebos de ingrediente activo metaldehído.

Gira de campo (Transferencia de tecnología). Para poder validar la información generada, se procedió a realizar una gira de campo con los agricultores de la comunidad, con el objetivo de dar a conocer los resultados del proyecto, obtenidos por la implementación de un plan de fertilización utilizando las cantidades necesarias de fertilizante y realizando las aplicaciones en el momento adecuado, para que las plantas asimilen los nutrientes de la mejor manera posible.

Cosecha. Se realizaron dos cortes comerciales, los cuales sirvieron para el análisis de datos y determinar los niveles de producción, el primer corte se realizó a los 54 días después de la emergencia en la última semana del mes de julio, y el segundo corte a los 82 días después de la emergencia, en la última semana del mes de agosto. El primer corte se realizó a 30 cms. del nivel del suelo y el segundo corte a cinco cms. de la base del rebrote.

Registro de datos. El registro de los datos se realizó durante el desarrollo del proyecto a partir de la segunda semana de febrero y finalizando en la última semana de agosto, y los datos obtenidos se registraron en una libreta de campo del observador y mediante la elaboración de bitácoras, también se tomaron fotografías como medio de verificación, es importante mencionar que todos los datos fueron resguardados de manera segura ya que sirvieron para analizar y determinar los resultados del proyecto.

2.2. Indicadores y medios de verificación

2.2.1. Indicadores de rendimiento

Para determinar la viabilidad de la transferencia de esta tecnología, se procedió a medir los siguientes indicadores:

Rendimiento de biomasa fresca en kg/ha. El rendimiento de biomasa fresca en kg/ha se obtuvo a través del corte de material vegetal aprovechable (tallos y hojas) de cada parcela neta,

tomando en cuenta el efecto de borde, el cual fue pesado utilizando una balanza analógica con la cual se obtuvo el rendimiento de biomasa fresca en kg, y posteriormente se realizó una proyección para determinar el rendimiento esperado para una hectárea.

Porcentaje de rendimiento de materia seca. Después de obtener el peso fresco de ambas parcelas, se pesó una sub muestra de 500 g. de hojas y una sub muestra de 500 g. de tallos de cada una de las parcelas, utilizando una balanza analógica, las sub muestras fueron embaladas en bolsas de papel etiquetadas de acuerdo a la identificación de cada parcela y luego fueron enviadas a laboratorio para que se les realizara un análisis de porcentaje de humedad, el cual determinó el porcentaje de materia seca al realizar el proceso de deshidratación en cada submuestra.

2.2.2. Indicadores de crecimiento vegetativo

Altura de planta (cm). Se seleccionaron 20 plantas al azar de cada parcela neta al momento de cada corte, con el uso de una cinta métrica se procedió a medir desde el cuello de la raíz hasta el ápice terminal de las plantas seleccionadas, de esta forma se pudo determinar las diferencias de altura de plantas de cada una de las parcelas expresada en centímetros.

Diámetro de tallo (mm). Para determinar este indicador se tomaron al azar 20 plantas de cada parcela neta, un día antes del primer y segundo corte respectivamente, y se procedió a realizar la medición en el cuello del tallo, expresando el resultado en milímetros, para ello se utilizó como herramienta un vernier.

Número de rebrotes por planta. Después del primer corte, se realizó un conteo del número de rebrotes a 20 plantas que fueron seleccionadas al azar en cada una de las parcelas.

Días a cosecha. Se registraron los días transcurridos desde la germinación de la semilla hasta el primer corte, y según el registro tomado transcurrieron 54 días hasta el primer corte comercial.

2.2.3. Indicadores económicos

Rentabilidad neta por medición de producción. Según Lys & Cachia (2016) este indicador se puede expresar en rendimiento kg/ha sobre los costos en efectivo, fue determinado al analizar el valor de la producción y los costos totales del área de las parcelas, para poder obtener la rentabilidad neta de la producción de cada una de las parcelas, utilizando la fórmula $[\text{Valor de la producción} - \text{Costos totales}] / \text{TM de producción}$.

Precio de equilibrio por unidad de producción. Definido como $\text{Costos Totales} / \text{Producción total}$, esta medición indica el precio de mercado necesario para cubrir una unidad de producción. El costo variable debe reflejar todos los costos (económicos totales), mientras que la unidad de producción debe reflejar únicamente la producción comercializable, excluyendo los desperdicios, las pérdidas y el consumo propio. Este cociente representa el precio de “equilibrio” o el precio requerido para cubrir el costo de producción por cada unidad del producto. Si los precios en la puerta de la finca por unidad son mayores que el precio de equilibrio, las actividades de la explotación agraria generan una ganancia económica (Lys & Cachia, 2016).

2.3. Metodología de evaluación del proyecto

Para la evaluación del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes indicadores:

2.3.1. Indicadores de resultados

Indicadores de logros. La aplicación de la fórmula de fertilizante 100 kg/ha de nitrógeno, 125 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio en la parcela A, determinó un aumento del rendimiento de biomasa fresca y materia seca en el cultivo de Chipilín, esto se reflejó en la cantidad de manojos (unidad de medida comercial para este cultivo) obtenidos en dicha parcela, y por ende se obtuvo un aumento en los excedentes económicos en el proceso de comercialización, en cuanto a la forma y momento de aplicación de fertilizante en la parcela A, la cual se realizó en forma de banda y de manera enterrada a un costado de la semilla al momento de la siembra, se logró determinar que se obtiene un mejor aprovechamiento de los elementos químicos aplicados, los cuales son aprovechados en la germinación y primeros días de desarrollo de la planta.

Indicadores de impacto. Se logró una aceptación de los resultados obtenidos en el cultivo de Chipilín con la aplicación de la fórmula de fertilizante 100 kg/ha de nitrógeno, 125 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio, específicamente adoptando la viabilidad de aplicar el fertilizante al momento de la siembra, lo cual demostró un mejor desarrollo y vigorosidad de la planta desde la germinación hasta el primer corte comercial, reflejando un aumento de rendimiento en la producción y por ende un mejor ingreso económico en la comercialización. La nueva tecnología se dio a conocer realizando una gira de campo utilizando el método focus group.

2.3.2. Indicadores de gestión

Indicadores de procesos. Se llevó el registro del cumplimiento de cada una de las actividades planteadas en el cronograma, las cuales fueron ejecutadas en el tiempo establecido y de la forma que fueron planteadas, toda la información obtenida se registró en la una libreta de

campo y bitácoras de seguimiento, lo cual permite determinar la efectividad de cada una de las actividades en la ejecución del proyecto.

Indicadores de recursos. Con este indicador, se evaluó la viabilidad financiera del proyecto, a través de los indicadores económicos propuestos, lo que permite hacer un análisis de los recursos utilizados y de qué manera repercute en la economía de los agricultores.

2.4. Presupuesto del proyecto

Los costos que se registraron en base a las actividades ejecutadas que fueron planteadas en el manejo del proyecto y se detallan de la siguiente manera:

Los costos de la parcela A con tratamiento, en donde se aplicó 100 kg/ha de nitrógeno, 125 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio, se divide en costos variables con una cantidad de Q. 364.28 y costos fijos Q. 498.75, sumando ambos, el costo total de la parcela A asciende a la cantidad de Q. 863.03.

Los costos de la parcela B, en donde se realizaron dos aplicaciones de 150 kg/ha de fertilizante de formulación 15-15-15, basado en el criterio de los agricultores, se divide en costos variables con una cantidad de Q. 347.40 y costos fijos Q. 478.75, sumando ambos, el costo total de la parcela A asciende a la cantidad de Q. 826.15.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del proyecto

3.1.1. Aspectos técnicos

Rendimiento de biomasa fresca en kg/ha. Medir el rendimiento del cultivo de Chipilín, permite conocer la cantidad de kilogramos de biomasa fresca que se obtienen durante el ciclo del cultivo en una unidad de área específica, el resultado obtenido brinda información sobre los efectos de los tratamientos evaluados en cada una de las parcelas, de esta manera se puede determinar, en cuál de ellos se obtiene mayor rendimiento, lo cual representa mayores ingresos económicos al comercializar la producción. Según Barrientos, del Castillo, & García (2015), el rendimiento de un cultivo se relaciona a la capacidad que tiene el mismo de acumular biomasa como materia fresca y seca, la proporción de biomasa asignada a hojas y tallos está relacionada al crecimiento y la distribución de nutrientes en las plantas.

Los resultados de rendimiento de biomasa fresca expresados en kg de la parcela A donde se aplicó el tratamiento de fertilización de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K; y la parcela B donde se aplicó fertilizante de acuerdo al criterio de los agricultores, fueron obtenidos al pesar el material vegetal en dos cortes realizados en el experimento, utilizando una balanza analógica, posteriormente se realizó la proyección de rendimiento para una hectárea de cada una de las parcelas. A continuación, se detalla en la siguiente tabla los resultados obtenidos, expresados en kg/ha:

Tabla 1.

Resultados de rendimiento de biomasa fresca en kg/ha, en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

No. de corte	Parcela A (\bar{X}_1)	Parcela B (\bar{X}_2)	Diferencia ($\bar{X}_1 - \bar{X}_2$)	($\bar{X}_1 - \bar{X}_1$) ²	($\bar{X}_2 - \bar{X}_2$) ²
1	11,768	8,720	3,048	5,317,636	6,838,225
2	16,380	13,950	2,430	5,317,636	6,838,225
N	2	2			
Total	28,148	22,670	5,478		
Media	14,074	11,335	2,739		
S²	10,635,272	13,676,450			

Los resultados obtenidos en dos cortes realizados en el cultivo de Chipilín demuestran que la aplicación del tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K tiene un rendimiento de 28,148 kg/ha comparado con los resultados de la parcela B testigo, la cual obtuvo un rendimiento de 22,670 kg/ha; según Hernández (1997) menciona que la fertilización es una actividad importante en el manejo del cultivo, la cual suministra los nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas, siendo el nitrógeno uno de los elementos muy importantes en la nutrición de las plantas, que en cantidades adecuadas favorece un crecimiento vegetativo vigoroso; Rodríguez, (1988); citado por Barneond, (1999), indica que el nitrógeno actúa como un regulador de la asimilación de fósforo y potasio, elementos importantes que permiten un desarrollo radicular vigoroso y fundamental para realizar funciones fisiológicas de la planta.

En la tabla número uno, se puede observar una diferencia promedio de 2,739 kg/ha a favor del tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K aplicado en la parcela A, determinando que este, fue mejor que el tratamiento aplicado en la parcela B testigo.

Para determinar si existe diferencia significativa, en la siguiente tabla se procedió a realizar el cálculo de la prueba de T de Student, para muestras independientes, con los resultados de rendimiento de biomasa fresca obtenidos en ambas parcelas.

Tabla 2.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable rendimiento de biomasa fresca en kg/ha, obtenidos en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	12,155,861	3,486.53	0.786	4.303	*

N=2

*No existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla dos, que la t calculada con un valor de 0.786 es menor que la t tab 0.05 con valor de 4.303, esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de fertilizante en la parcela A no influye estadísticamente sobre el rendimiento en kg/ha de biomasa fresca del cultivo de Chipilín.

Porcentaje de rendimiento de materia seca. En la MS están contenidos los distintos nutrientes de la planta tales como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. El contenido de MS se determina por la extracción del agua contenida en las plantas al estado fresco o verde (Canseco, 2007; citado por Gómez, 2011). El análisis de este indicador se realizó enviando a laboratorio una submuestra de 500 gr. de hojas y 500 gr. de tallos, obtenidas mediante una selección al azar del total de material vegetal en los dos cortes realizados en la parcela A y la parcela B, las cuales fueron embaladas y etiquetadas con los datos de cada una de las parcelas, para obtener el porcentaje de materia seca fue necesario someter a una deshidratación las muestras, que

permite la extracción de la humedad presente en el material vegetal, permitiendo obtener el extracto seco de la muestra.

En las tablas siguientes se detallan los resultados obtenidos en ambas parcelas sobre el porcentaje de rendimiento de materia seca de hojas y tallos, posterior a eso, se procedió a realizar el cálculo de la prueba de T de Student, para muestras independientes para determinar si existe diferencia significativa, en los resultados de porcentaje de rendimiento de materia seca de hojas y tallos obtenidos dos cortes realizados en ambas parcelas:

Tabla 3.

Resultados del porcentaje de materia seca en hojas de Chipilín, en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

No. de corte	Parcela A (\bar{X}_1)	Parcela B (\bar{X}_2)	Diferencia ($\bar{X}_1 - \bar{X}_2$)	($\bar{X}_1 - \bar{X}_1$) ²	($\bar{X}_2 - \bar{X}_2$) ²
1	17.86	18.78	-0.92	0.384	0.640
2	19.1	17.18	1.92	0.384	0.640
N	2	2			
Total	36.960	35.960	1.000		
Media	18.480	17.980	0.500		
S²	0.769	1.280			

Los totales del rendimiento de materia seca en hojas, obtenidos en dos cortes realizados, permiten determinar que el uso del tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K en la parcela A aumenta el porcentaje de materia seca en las hojas del cultivo de Chipilín; en la tabla número tres se puede observar que la diferencia promedio a favor de la parcela A, es de 0.5% de rendimiento de materia seca, comparado con la parcela B testigo; según Barrientos, del Castillo, & García (2015) el rendimiento de un cultivo está relacionado a la capacidad de acumular biomasa fresca y seca, principalmente en los órganos de la planta que son destinados a la cosecha, y como resultado se obtiene un aumento del rendimiento; la distribución de materia seca en los órganos de una planta es fundamental, los asimilados (glúcidos, proteínas, lípidos y carbohidratos) son

producidos por fotosíntesis en las hojas, donde son almacenados y distribuidos vía floema a otros órganos, lo cual favorece el crecimiento en plantas jóvenes, es en esta fase donde gran parte de los asimilados son destinados a la formación de las hojas lo cual es importante para incrementar la superficie foliar y tener un mejor aprovechamiento de la radiación solar incidente en la fotosíntesis.

Tabla 4.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable porcentaje de rendimiento de materia seca de hojas de Chipilín, obtenido en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	\bar{SD}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	1.025	1.012	0.494	4.303	*
N=2					

*No existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla cuatro, que la $t_{calculada}$ con un valor de 0.494 es menor que la $t_{tab 0.05}$ con valor de 4.303, esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de fertilizante en la parcela A no influye sobre el porcentaje de materia seca en hojas del cultivo de Chipilín.

El análisis realizado determinó en los resultados, que el cultivo de Chipilín en su parte aprovechable contiene un promedio de 80% de humedad, la importancia de agua presente en este cultivo permite que las hojas, que son la parte aprovechable para el consumo humano puedan mantener muchas propiedades físicas y químicas antes de iniciar el proceso de deshidratación a temperatura ambiente, manteniendo así su frescura, sabor, textura y color, también el agua juega un papel muy importante en algunas reacciones bioquímicas, interactuando con otros solutos presentes en el alimento, como proteínas, carbohidratos, lípidos y vitaminas. (Marín B., Lemus M., Flores M., & Vega G., 2006).

Tabla 5.

Resultados del porcentaje de materia seca en tallos de Chipilín, en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

No. de corte	Parcela A (X_1)	Parcela B (X_2)	Diferencia ($X_1 - X_2$)	($X_1 - \bar{X}_1$) ²	($X_2 - \bar{X}_2$) ²
1	13.24	12.01	1.23	4.244	2.031
2	17.36	14.86	2.50	4.244	2.031
N	2	2			
Total	30.600	26.870	3.730		
Media	15.300	13.435	1.865		
S²	8.487	4.061			

En la tabla número cinco, se puede observar una diferencia promedio de 1.865 por ciento en el rendimiento de materia seca en tallos del cultivo de Chipilín que fueron analizados en laboratorio, a favor de la parcela A en la que se aplicó el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, en comparación de la parcela B donde se aplicó la fertilización utilizada según el criterio de los agricultores de la zona, la cual fue utilizada como testigo. Según Nústez, Santos, & Segura (2009) la asimilación de materia seca y su distribución dentro de la planta, son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo, es por eso que, realizar mediciones del rendimiento de materia seca comúnmente se usa como un parámetro de crecimiento, en este sentido conocer el rendimiento de materia seca en tallos permite relacionarlo con los indicadores de rendimiento y crecimiento vegetativo que fueron analizados en este proyecto.

Tabla 6.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable porcentaje de rendimiento de materia seca de tallos de Chipilín, obtenido en dos cortes de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, en el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	6.274	2.505	0.745	4.303	*

N=2

*No existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla seis, que la $t_{calculada}$ con un valor de 0.746 es menor que la $t_{tab 0.05}$ con valor de 4.303, esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de fertilizante en la parcela A no influye sobre el porcentaje de materia seca en tallos del cultivo de Chipilín.

El análisis realizado en la tabla seis, permite determinar que al someter ambos resultados al análisis estadístico de prueba de T de Student, para muestras independientes, no presenta diferencia estadística significativa en el rendimiento de materia seca en tallos para ambas parcelas; según Núñez, Santos, & Segura (2009) la materia seca en los órganos de la planta, permiten determinar una relación importante con el rendimiento y otras variables de crecimiento vegetativo, en este sentido el mayor porcentaje de materia seca obtenido en la parcela A comparado con la parcela B testigo, demuestra que el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K presentó mejores resultados, coincidiendo con lo citado por Barrientos, del Castillo, & García (2015), donde describe que las practicas correctas de fertilización aceleran la translocación de asimilados (glúcidos, proteínas, lípidos y carbohidratos) y la ganancia de biomasa.

Tabla 7.

Resumen de resultados de rendimiento de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

No. de Corte	Parcela A con tratamiento		Parcela B testigo	
	Kg/ha	% Materia Seca	Kg/ha	% Materia Seca
1	11,768	17.86	8,720	18.78
2	16,380	19.1	13,950	17.18
Total	28,148	37	22,670	36

Altura de planta. La altura de una planta es una variable importante para poder determinar los efectos de la fertilización en un cultivo; según Hernández (1997), la fertilización es un factor fundamental en la nutrición de las plantas, ésta suministra los nutrientes esenciales que la planta necesita para su crecimiento y desarrollo; los datos obtenidos mediante la medición de altura de planta en las parcelas permitieron hacer un análisis comparativo y determinar las diferencias de cada uno de los tratamientos de fertilización comparados.

En la tabla siguiente se dan a conocer los resultados obtenidos de la variable altura por planta expresados en centímetros, de cada una de las parcelas previo al primer corte realizado:

Tabla 8.

Resultados de crecimiento vegetativo para la variable altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

No. de planta	Parcela A (X₁)	Parcela B (X₂)	Diferencia (X₁-X₂)	(X₁-\bar{X}_1)²	(X₂-\bar{X}_2)²
1	103	99	4	8.703	0.563
2	98	101	-3	4.202	7.563
3	101	97	4	0.903	1.563
4	104	103	1	15.603	22.563
5	100	98	2	0.002	0.063
6	97	98	-1	9.302	0.063
7	99	96	3	1.102	5.063
8	101	98	3	0.903	0.063
9	104	101	3	15.603	7.563
10	99	98	1	1.102	0.063
11	101	102	-1	0.903	14.063
12	94	100	-6	36.603	3.063
13	103	96	7	8.703	5.063
14	101	98	3	0.903	0.063
15	104	94	10	15.603	18.063
16	99	96	3	1.102	5.063
17	101	96	5	0.903	5.063
18	100	99	1	0.002	0.563
19	97	93	4	9.302	27.563
20	95	102	-7	25.503	14.063
N	20	20			
Total	2001	1965	36		
Media	100.050	98.250	1.800		
S²	8.261	7.25			

Los resultados de la tabla número ocho, establecen que la aplicación del tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K en la parcela A, permite obtener una altura de planta promedio de 100.05 centímetros, comparado con la altura promedio en la parcela B testigo, la cual es de 98.25 centímetros; estos resultados permiten establecer que hubo respuesta favorable a la aplicación del tratamiento de la parcela A; en este sentido la aplicación del tratamiento en la parcela A, responde a las dosis de fertilizantes que fueron aplicadas, considerando que los resultados fueron

mayores a los de la parcela A, entonces se puede decir que, a mayor aplicación de nutrientes al suelo, mejor respuesta se obtiene en el crecimiento de las plantas, coincidiendo con lo descrito por Tisdale, (1988); citado por Hernández, (1997), donde menciona que el nitrógeno, fósforo y potasio son los nutrientes requeridos en mayor cantidad para la nutrición de las plantas, y el suministro adecuado de estos elementos favorece el crecimiento y desarrollo de las mismas.

Para determinar si existe diferencia significativa, en la siguiente tabla se procedió a realizar el cálculo de la prueba de T de Student, para muestras independientes, con los resultados de la variable altura de planta obtenidos previo al primer corte:

Tabla 9.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	7.756	0.88	2.045	2.0246	*

N=20

*Existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla nueve, que la t calculada con un valor de 2.045 es mayor que la t tab 0.05 con valor de 2.0246, esto significa que no se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de fertilizante en la parcela A influye sobre la altura de plantas del cultivo de Chipilín expresado en centímetros en el primer corte realizado. Según Núñez, Santos, & Segura (2009), en el proceso de crecimiento, algunas partes de la planta juegan un papel fundamental en el metabolismo, ya que contienen una cantidad acumulada de glúcidos, proteínas, lípidos y carbohidratos los cuales son usados comúnmente como un parámetro del crecimiento en la planta, un estudio del patrón de

distribución de glúcidos, proteínas, lípidos y carbohidratos entre los órganos de la planta, es importante para la evaluación de la tasa de crecimiento.

En la tabla siguiente se dan a conocer los resultados obtenidos de la variable altura por planta expresados en centímetros, de cada una de las parcelas previo al segundo corte realizado:

Tabla 10.

Resultados de crecimiento vegetativo para la variable altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Parcela A (X₁)	Parcela B (X₂)	Diferencia (X₁-X₂)	(X₁-\bar{X}_1)²	(X₂-\bar{X}_2)²
1	116	97	19	60.840	0.250
2	110	95	15	3.240	6.250
3	115	93	22	46.240	20.250
4	113	99	14	23.040	2.250
5	102	108	-6	38.440	110.250
6	114	97	17	33.640	0.250
7	111	99	12	7.840	2.250
8	98	93	5	104.040	20.250
9	110	91	19	3.240	42.250
10	106	96	10	4.840	2.250
11	115	102	13	46.240	20.250
12	95	98	-3	174.240	0.250
13	102	95	7	38.440	6.250
14	112	101	11	14.440	12.250
15	108	103	5	0.040	30.250
16	99	95	4	84.640	6.250
17	100	97	3	67.240	0.250
18	108	94	14	0.040	12.250
19	116	99	17	60.840	2.250
20	114	98	16	33.640	0.250
N	20	20			
Total	2164.000	1950.000	214.000		
Media	108.200	97.500	10.700		
S²	44.484	15.632			

En la tabla número 10, se puede observar una diferencia promedio de 10.7 centímetros en la altura de plantas del cultivo de Chipilín, a favor de la parcela A en la que se aplicó el tratamiento

de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, en comparación de la parcela B donde se aplicó la fertilización utilizada según el criterio de los agricultores de la zona, la cual fue utilizada como testigo. Estos resultados demuestran que el cultivo responde favorablemente a la aplicación de las dosis utilizadas en el tratamiento de la parcela A, ya que en esta toma de datos se obtuvo una altura promedio de plantas mayor a los resultados del primer corte; por consiguiente es importante mencionar que este cultivo responde de manera positiva a los cambios en las dosis de fertilización aplicada; según Rawson y Gómez (2001) menciona que las plantas de un cultivo deben recibir la cantidad necesaria de nutrientes para satisfacer sus requerimientos y tener un buen desarrollo, ya que, cuando las plantas no reciben suficientes nutrientes como para satisfacer sus requerimientos o si los reciben en exceso, su crecimiento será pobre; si el desajuste es importante, entonces aparecerán los síntomas correspondientes al problema, estos síntomas son originados por una deficiencia o toxicidad relacionada a la aplicación de fertilizantes y se podrán observar de mejor manera en las hojas.

Para determinar si existe diferencia significativa, en la siguiente tabla se procedió a realizar el cálculo de la prueba de T de Student, para muestras independientes, con los resultados de la variable altura de planta obtenidos previo al segundo corte:

Tabla 11.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo altura de planta (cm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	30.06	1.734	5.59	2.0246	*

N=20

*Existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 11, que la $t_{\text{calculada}}$ con un valor de 5.59 es mayor que la $t_{\text{tab } 0.05}$ con valor de 2.0246, esto significa que no se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de fertilizante en la parcela A influye sobre la altura de plantas del cultivo de Chipilín expresado en centímetros en el segundo corte realizado. Según Bidwell, (1979); citado por Domínguez, (1997) el cultivo de Chipilín responde al mecanismo de reacción fototrópica positiva, lo que significa que existe una elongación de los tallos en busca de energía lumínica, que da como resultado plantas con mayor altura; la altura de las plantas también está relacionada a la aplicación fertilizantes multinutrientes NPK, coincidiendo con lo descrito por Hernández (1997), quien al evaluar los efectos del nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de materia seca en el cultivo de Chipilín, menciona que el NPK son los nutrientes requeridos en mayor cantidad por una planta y que favorecen el crecimiento, estos son absorbidos por medio de su sistema radicular.

Diámetro de tallo. La importancia de medir esta variable, nos permite observar en las plantas si la nutrición de la misma es adecuada o existe deficiencias nutricionales que no permiten el desarrollo fenológico de la misma; esto puede sustentarse con lo descrito por Tisdale, (1988); citado por Hernández, (1997), cuando describe, que las funciones esenciales para el desarrollo de una planta están determinadas por la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio, y cuando existe una deficiencia de estos elementos puede provocar el rompimiento de tallos, lo cual reduce el desarrollo del cultivo.

En la tabla siguiente se dan a conocer los resultados obtenidos de la variable diámetro de tallo expresados en milímetros, de cada una de las parcelas previo al primer corte realizado:

Tabla 12.

Resultados de crecimiento vegetativo para la variable diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Parcela A (X₁)	Parcela B (X₂)	Diferencia (X₁-X₂)	(X₁-\bar{X}_1)²	(X₂-\bar{X}_2)²
1	5	5	0.00	0.00	0.25
2	5	5	0.00	0.00	0.25
3	6	5	1.00	1.00	0.25
4	5	5	0.00	0.00	0.25
5	5	4	1.00	0.00	0.25
6	5	4	1.00	0.00	0.25
7	5	4	1.00	0.00	0.25
8	5	4	1.00	0.00	0.25
9	5	4	1.00	0.00	0.25
10	5	4	1.00	0.00	0.25
11	5	5	0.00	0.00	0.25
12	4	5	-1.00	1.00	0.25
13	5	4	1.00	0.00	0.25
14	5	5	0.00	0.00	0.25
15	6	4	2.00	1.00	0.25
16	5	5	0.00	0.00	0.25
17	5	5	0.00	0.00	0.25
18	5	4	1.00	0.00	0.25
19	5	4	1.00	0.00	0.25
20	4	5	-1.00	1.00	0.25
N	20	20			
Total	100	90	10		
Media	5	4.5	0.5		
S²	0.211	0.263			

Los resultados de la tabla número 12, permiten determinar que el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K aplicado en la parcela A, obtuvo una media de cinco milímetros en el diámetro de tallo en el cultivo de Chipilín, al comparar este, con el resultado obtenido en la parcela B testigo, donde la media fue de 4.5 milímetros, se puede observar que la diferencia es mínima y esto se puede relacionar con los resultados de rendimiento de materia seca que se obtuvieron en el primer corte, concordando con Núñez, Santos, & Segura (2009), donde

describe que la asimilación de materia seca y su distribución dentro de la planta, son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo, en este sentido para determinar los parámetros de crecimiento vegetativo se debe relacionar el rendimiento de materia seca contenido en los órganos de las plantas.

Para determinar si existe diferencia significativa, en la siguiente tabla se procedió a realizar el cálculo de la prueba de T de Student, para muestras independientes, con los resultados de la variable diámetro de tallo obtenidos previo al primer corte:

Tabla 13.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	0.237	0.154	3.25	2.0246	*

N=20

*Existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 13, que la $t_{calculada}$ con un valor de 3.25 es mayor que la $t_{tab 0.05}$ con valor de 2.0246, esto significa que no se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación del tratamiento de fertilizante en la parcela A influye sobre el diámetro de tallos de plantas del cultivo de Chipilín expresado en milímetros en el primer corte realizado. En el primer corte se obtuvo una diferencia significativa en el diámetro de tallos en favor de la parcela A, este resultado estadístico se relaciona al análisis de altura por planta y porcentaje de rendimiento de materia seca en tallos de la misma parcela, concordando con lo descrito por Núñez, Santos, & Segura (2009), donde indica que la acumulación de materia seca está relacionada al crecimiento de los órganos de la

planta, en este sentido se determina que el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K influye en el diámetro de tallos en el primer corte.

En la tabla siguiente se dan a conocer los resultados obtenidos de la variable diámetro de tallo expresados en milímetros, de cada una de las parcelas previo al segundo corte realizado:

Tabla 14.

Resultados de crecimiento vegetativo para la variable diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Parcela A (X₁)	Parcela B (X₂)	Diferencia (X₁-X₂)	(X₁-\bar{X}_1)²	(X₂-\bar{X}_2)²
1	12	8	4	2.25	0.20
2	9	8	1	2.25	0.20
3	11	7	4	0.25	2.10
4	11	8	3	0.25	0.20
5	9	10	-1	2.25	2.40
6	10	8	2	0.25	0.20
7	11	9	2	0.25	0.30
8	11	7	4	0.25	2.10
9	9	7	2	2.25	2.10
10	9	8	1	2.25	0.20
11	11	9	2	0.25	0.30
12	9	8	1	2.25	0.20
13	11	8	3	0.25	0.20
14	12	10	2	2.25	2.40
15	11	11	0	0.25	6.50
16	10	8	2	0.25	0.20
17	9	9	0	2.25	0.30
18	11	7	4	0.25	2.10
19	12	9	3	2.25	0.30
20	12	10	2	2.25	2.40
N	20	20			
Total	210	169	41		
Media	10.5	8.45	2.05		
S²	1.316	1.313			

Los resultados obtenidos en el segundo corte para la variable diámetro de tallo, permiten observar una media de 10.5 milímetros en el diámetro de tallos de la parcela A, donde se aplicó el

tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, en la parcela B testigo se obtuvo una media de 8.45 milímetros para el diámetro de tallos; comparando ambos resultados se obtiene una diferencia promedio de 2.05 milímetros, este resultado se relaciona con los rendimientos de materia seca que se obtuvieron en el segundo corte de ambas parcelas, lo que permite confirmar que, el aumento de la materia seca en los órganos de la planta determina un aumento en el crecimiento vegetativo del mismo, según lo citado por Nústez, Santos, & Segura (2009), donde describe que el crecimiento se puede referir a un incremento irreversible de materia seca o volumen, dando como resultado un aumento cuantitativo del tamaño de la planta.

Para determinar si existe diferencia significativa, en la siguiente tabla se procedió a realizar el cálculo de la prueba de T de Student, para muestras independientes, con los resultados de la variable diámetro de tallo obtenidos previo al segundo corte:

Tabla 15.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo diámetro de tallo (mm) de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, previo al segundo corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	1.315	0.363	5.65	2.0246	*

N=20

*Existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 15, que la t calculada con un valor de 5.65 es mayor que la t tab 0.05 con valor de 2.0246, esto significa que no se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de fertilizante en la parcela A influye sobre el diámetro de tallos de plantas del cultivo de Chipilín expresado en milímetros en el segundo corte realizado. El resultado del análisis estadístico

demuestra que hay una diferencia significativa en el diámetro de tallos de la parcela A donde se utilizó el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, comparado con el tratamiento de la parcela B testigo; el efecto de los nutrientes aplicados en el tratamiento de fertilización de la parcela A permite determinar que las dosis utilizadas de fertilizantes fueron adecuadas para promover un crecimiento mayor en el diámetro de los tallos, coincidiendo con lo descrito por FAO & IFA (2002), el uso de los fertilizantes en prácticas agrícolas con una dosis equilibrada permite que las plantas dispongan de los nutrientes necesarios en el momento adecuado y con las cantidades suficientes.

Número de brotes. El Chipilín es una planta con uso más frecuente en la alimentación humana, en la cual se consume la parte aérea de la planta; para poder comercializar este cultivo se realiza la práctica de corte del follaje, la respuesta de la planta ante esta práctica es promover el desarrollo de nuevos brotes, la importancia de medir esta variable está relacionada con medir los efectos de los tratamientos evaluados; según Martínez (1984), la planta de Chipilín tiene la característica de volver a producir material vegetativo rápidamente; otro estudio al cultivo de Chipilín realizado por Hernández (1997) sobre los efectos del NPK en el rendimiento de materia seca, describe que la fertilización multinutrientes produce un crecimiento vegetativo vigoroso, así como un incremento en el sistema radicular el cual permite una mejor absorción de nutrientes para promover la formación de nuevos brotes.

En la tabla siguiente se dan a conocer los resultados obtenidos de la variable número de rebrotes por planta, obtenidos en ambas parcelas, posterior al primer corte realizado:

Tabla 16.

Resultados de crecimiento vegetativo para la variable número de rebrotes por planta de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, posterior al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Parcela A (X₁)	Parcela B (X₂)	Diferencia (X₁-X₂)	(X₁-\bar{X}_1)²	(X₂-\bar{X}_2)²
1	8	6	2	1.69	0.06
2	6	7	-1	0.49	0.56
3	5	6	-1	2.89	0.06
4	7	6	1	0.09	0.06
5	6	7	-1	0.49	0.56
6	8	5	3	1.69	1.56
7	6	8	-2	0.49	3.06
8	5	6	-1	2.89	0.06
9	7	5	2	0.09	1.56
10	6	7	-1	0.49	0.56
11	7	8	-1	0.09	3.06
12	8	6	2	1.69	0.06
13	5	5	0	2.89	1.56
14	7	6	1	0.09	0.06
15	8	5	3	1.69	1.56
16	6	7	-1	0.49	0.56
17	8	6	2	1.69	0.06
18	7	8	-1	0.09	3.06
19	8	5	3	1.69	1.56
20	6	6	0	0.49	0.06
N	20	20			
Total	134.00	125.00	9.00		
Media	6.70	6.25	0.45		
S²	1.168	1.039			

En la tabla número 16, se puede observar que después del primer corte realizado, se obtuvo una media para la variable número de rebrotes por planta de 6.70 en la parcela A en la que se aplicó el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, y en la parcela B testigo la media para esta variable fue de 6.25, considerando que la diferencia entre ambas parcelas fue de 0.45 lo que significa que en promedio no existe un brote de diferencia entre parcelas, por lo tanto se puede determinar que el tratamiento de la parcela A no difiere con el tratamiento de la parcela

B en cuanto a número de rebrotes por planta; según (Enríquez, Hernández, Pérez, Quero, & Moreno, 2003), las leguminosas que son cosechadas a través de cortes de follaje tienen la característica de promover la formación de nuevos brotes, lo cual tiene importancia desde el punto de vista de supervivencia de la misma, ya que al existir nuevos brotes se mejora el crecimiento y rendimiento de biomasa de la planta. Según Herrera, (2008); citado por Sosa, Ledea, Estrada, & Molinet (2017), se ha indicado que el rebrote estará en dependencia del área verde remanente y de las reservas de carbohidratos en la parte inferior del tallo y la raíz, significa entonces que la relación de materia seca contenida en los tallos puede favorecer el número de rebrotes por planta después del corte.

Para determinar si existe diferencia significativa, en la siguiente tabla se procedió a realizar el cálculo de la prueba de T de Student, para muestras independientes, con los resultados de la variable número de rebrotes por planta obtenidos posterior al primer corte:

Tabla 17.

Análisis de distribución de T de Student al cinco por ciento de error para la variable de crecimiento vegetativo número de rebrotes por planta de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, posterior al primer corte del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	1.104	0.332	1.36	2.0246	*

N=20

*No existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(N-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 17, que la t calculada con un valor de 1.36 es menor que la t tab 0.05 con valor de 2.0246, esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de fertilizante en la parcela A de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K no influye sobre el número de rebrotes por planta del cultivo de Chipilín expresado en milímetros.

Los datos obtenidos en el cálculo de T de Student determinan que en ambas parcelas la cantidad de rebrotes por planta no tiene una diferencia significativa, como lo indican los resultados, la cantidad de rebrotes oscila entre cinco y ocho por planta, este análisis no demostró alguna significancia estadística en las condiciones edafoclimáticas en que se realizó el experimento; tomando en cuenta los resultados de la tabla 16 donde se obtiene una media de 0.45 en el número de rebrotes, siendo este dato menor a uno, se considera que la diferencia no es mayor a un brote por planta en relación a la media obtenida.

Tabla 18.

Resumen de resultados de crecimiento vegetativo de la parcela A con tratamiento y la parcela B testigo, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

No. de Corte	Parcela A con tratamiento			Parcela B testigo		
	Altura (cm)	Diámetro (mm)	No. de Brotes	Altura (cm)	Diámetro (mm)	No. de Brotes
1	100.05	5.00	6.70	98.25	4.50	6.25
2	108.20	10.50		97.50	8.45	

3.1.2. Aspectos económicos

Rentabilidad neta por medición de producción. La rentabilidad de este cultivo se pudo determinar al analizar el valor de la producción y los egresos por hectárea de cada uno de los tratamientos, para determinar la utilidad y rentabilidad de este cultivo se realizó un análisis económico en el que se proyectaron los costos totales e ingresos de producción en una hectárea, los cuales se describen en la tabla siguiente:

Tabla 19.

*Rentabilidad neta por medición de producción por kilogramo del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.*

Descripción	Parcela A con tratamiento 100 kg/ha N – 125 kg/ha P 100 kg/ha K		Parcela B testigo	
Ingresos por hectárea	Q	42,222.00	Q	34,005.00
Costos por hectárea	Q	27,814.50	Q	26,452.50
Utilidad por hectárea	Q	14,407.50	Q	7,552.50
Producción (Kg)		28,148		22,670
Rentabilidad por Kg de producción	Q	0.51	Q	0.33
% Rentabilidad		51.80		28.55

En la tabla anterior se puede observar que la rentabilidad por Kg de producción obtenida en la parcela A donde se aplicó el tratamiento de 100 kg/ha N, 125 kg/ha P 100 kg/ha K fue de Q. 0.51 y en la parcela B la cual fue tomada como testigo se obtuvo Q. 0.33, estos datos fueron obtenidos al hacer un análisis económico de los costos totales y los ingresos obtenidos por producción (ver Anexos tablas 20 y 21).

Los resultados del análisis económico demuestran que existen diferencias en cuanto al aspecto económico, se puede determinar que la diferencia de la producción total por parcela sí representa un aumento en su expresión económica en la comercialización, permitiendo obtener así un porcentaje de rentabilidad mayor al de la parcela testigo, por consiguiente, la aplicación del tratamiento de la parcela A es factible para aumentar las utilidades y rentabilidad del cultivo de Chipilín.

Precio de equilibrio por unidad de producción. Para obtener el precio de mercado necesario para cubrir una unidad de producción, se realizó dividiendo los costos totales entre la producción total, en donde los costos totales es la cantidad en quetzales de egresos y la producción total los kilogramos obtenidos del material vegetal comercial del cultivo de Chipilín proyectados para una hectárea. El resultado obtenido representa el precio de “equilibrio” o el precio mínimo en quetzales al que se puede vender un kilogramo de material vegetal comercial del cultivo de Chipilín para cubrir el costo de producción sin percibir ninguna ganancia y sin tener pérdidas en la unidad de producción, para esto se dividen los costos totales entre de la producción total.

Para obtener el precio de equilibrio del tratamiento utilizado en la parcela A, se realizó la operación siguiente:

Precio de equilibrio por unidad de producción = $\frac{Q. 27,814.50}{28,148 \text{ kg}} = Q. 0.98$ por kg.

Para obtener el precio de equilibrio del tratamiento utilizado en la parcela B, se realizó la operación siguiente:

Precio de equilibrio por unidad de producción = $\frac{Q. 26,452.5}{22,670 \text{ kg}} = Q. 1.17$ por kg.

Los resultados anteriores, establecen un precio que se encuentra por debajo del actual al que se comercializa el kilogramo de Chipilín, esto permite sustentar la utilidad y rentabilidad del análisis económico realizado en los costos de producción por hectárea (ver Anexos tablas 20 y 21).

3.2. Medios de verificación del proyecto

Los medios de verificación que se utilizaron, permiten evidenciar el cumplimiento de las actividades programadas en el cronograma de ejecución del proyecto, mismos que fueron autorizados y revisados por la Universidad Rafael Landívar, a continuación, se describen los medios de verificación que se utilizaron en la ejecución de este proyecto:

Libreta de campo: se utilizó una libreta empastada, autorizada por la Coordinación Académica de la Facultad, en la cual se anotaron de forma descriptiva las actividades que se realizaron en campo, dejando constancia de las fechas que se realizaron cada una de ellas.

Bitácoras mensuales: estos documentos se elaboraron de forma electrónica utilizando el formato que fue proporcionado por la Coordinación Académica de la Facultad, en estos documentos se registraron las actividades realizadas en un periodo de un mes, durante la ejecución de las actividades de campo del proyecto, las cuales fueron enviadas a la Coordinación Académica de la Facultad.

Expediente de calidad: consta de una carpeta digital con el nombre de expediente de calidad, en la cual se archivaron todos los documentos para la verificación de las actividades ejecutadas por el estudiante, agrupados de manera ordenada en carpetas, en las mismas se almacenaron fotografías, videos y documentos electrónicos que dejan constancia de la ejecución del proyecto. El expediente de calidad fue grabado en un CD-ROM, el cual fue entregado a la Coordinación Académica de la Facultad.

3.3. Análisis de impactos del proyecto

3.3.1. Económico

Este proyecto genero un impacto económico al conocer los resultados obtenidos en el análisis económico realizado, el cual se proyectó para una hectárea del cultivo de Chipilín; la rentabilidad que se obtiene al utilizar el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K es de 51.80%, con una producción de 28,148 kg/ha se obtuvo una utilidad de Q. 14,407.50 comparado con el tratamiento testigo en el que se obtuvo una rentabilidad de 28.55%, con una producción de 22,670 kg/ha lo que genera Q. 7,552.50. El impacto económico es atrayente para los

agricultores, ya que al utilizar el tratamiento de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K se alcanzaría más del 90% de las utilidades económicas que se obtienen actualmente con el tratamiento tradicional que utilizan en el cultivo de Chipilín.

3.3.2. Social

A través de los resultados obtenidos en este proyecto, los cuales se dieron a conocer a los agricultores en la gira de campo, se logró un impacto positivo, ya que, con un buen manejo del cultivo y la utilización del tratamiento de fertilización de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K propuesto en este proyecto, genera en los agricultores interés por implementar esta nueva tecnología, la cual permite visualizar al cultivo de Chipilín como un cultivo rentable y que a la vez puede generar fuentes de empleo en la implementación de mano de obra en el manejo del cultivo.

4. CONCLUSIONES

El tratamiento aplicado en la parcela A de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, demostró mayor rendimiento de biomasa fresca el cual fue de 28,148 kg/ha en dos cortes comerciales realizados, comparado con la parcela B testigo donde el rendimiento fue de 22,670 kg/ha en dos cortes comerciales. Los resultados fueron analizados mediante el método de muestras independientes a través del análisis de distribución de T de Student, lo cual demuestra que no existen diferencias estadísticas significativas.

En los resultados obtenidos para los indicadores de crecimiento vegetativo se determinó que, el tratamiento de la parcela A de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K presentó en los dos cortes realizados una mayor diferencia en las variables evaluadas, altura de planta con una media de 104.12 cm, diámetro de tallo con una media de 7.75 mm y número de rebrotes por planta una media de 6.7; al realizar los análisis estadísticos de todas estas variables, se determinó que solo para la variable número de rebrotes por planta no existe diferencia estadística significativa.

En el análisis económico se determinó que, el tratamiento de la parcela A de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, obtuvo una utilidad neta de Q. 14,407.50 con un porcentaje de rentabilidad del 51.80% mayor a los datos de la parcela B testigo en donde se obtuvo una utilidad neta de Q. 7,552.50 con un porcentaje de rentabilidad del 28.55%.

Al realizar la gira de campo con agricultores de la comunidad, se logró un intercambio de experiencias en el manejo del cultivo de Chipilín, de la misma manera se realizó el segundo corte en presencia de los asistentes, donde se dieron a conocer los resultados de rendimiento y crecimiento vegetativo obtenidos en ambas parcelas; observando que el tratamiento de la parcela

A de 100 kg/ha de N, 125 kg/ha de P y 100 kg/ha de K presentó mejores resultados que los obtenidos en la parcela B testigo.

5. RECOMENDACIONES

En este documento se recomienda la implementación de un plan de fertilización utilizando una dosis de 125 kg/ha de fósforo, 100 kg/ha de potasio y 100 kg/ha de nitrógeno, en condiciones edafoclimáticas similares a las del municipio de Catarina, San Marcos, ya que su implementación demostró mejores resultados con un aumento de la producción en comparación con el testigo, lo cual representa una mayor rentabilidad para los productores de este cultivo.

Se recomienda realizar una investigación que pueda determinar si es factible económicamente aumentar el número de cortes por área de producción, y también determinar los rendimientos al disminuir la distancia entre surcos, permitiendo de esta manera mayor cantidad de surcos por área de producción.

Se recomienda tomar en cuenta que, en la época lluviosa existe el riesgo de obtener un bajo porcentaje de germinación, debido a que las semillas de Chipilín son muy pequeñas, por lo que fácilmente pueden ser arrastradas por la escorrentía o caso contrario quedar muy enterradas después de una fuerte lluvia; y en zonas con alto porcentaje de humedad relativa, hay mayor incidencia de enfermedades fungosas durante el desarrollo fenológico de la planta.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreu, J., Betrán, J., Delgado, I., Espada, J., Gil, M., Iguácel, F., . . . Yagüe, M. (2006). *CitaREA*. (G. d. Aragón, & D. d. Alimentación, Edits.) Recuperado el 17 de Septiembre de 2018, de https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf
- Anffe. (2 de Junio de 2008). *La importancia de los fertilizantes*. Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de www.anffe.com Web site: <http://www.anffe.com/noticias/2008/2008-06-02%20La%20importancia%20de%20los%20fertilizantes%20en%20una%20agricultura%20actual%20productiva%20y%20sostenible/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20FERTILIZANTES.pdf>
- Arévalo, G., & Castellano, M. (2009). *Manual de fertilizantes y enmiendas*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2018, de www.se.gob.hn Web site: https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas.pdf
- Barneond, J. (1999). *Evaluación de nitrógeno y materia organica sobre el rendimiento de biomasa en el cultivo de chipilín (Crotalaria spp. L.) San Lorenzo, Suchitepequez*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Barrientos, H., del Castillo, C., & García, M. (2015). Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, vol. 2(núm. 1), pp. 76-86. Recuperado el 13 de Enero de 2021, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182015000100010

- Bellon, M. (2002). *Métodos de investigación participativa para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores*. D.F., México: CIMMYT.
- Borrayo, J. (1995). *Estudio de la germinación y emergencia de la semilla de chipilín (Crotalaria spp.) sometida a varios tratamientos pregerminativos*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Caravantes, A. (2014). *Evaluación de riesgo de plagas para la importación de follaje fresco de chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) procedentes de Guatemala en los Estados Unidos*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Guatemala.
- Castillo, M. (1991). *Efecto de cuatro frecuencias de corte en chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) sobre rendimiento foliar y el de proteína*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Cepeda, J. (2010). *Fertilidad de Suelos I*. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de academic.uprm.edu Web site:
http://academic.uprm.edu/dsotomayor/agro6505/Cepeda_CAPITULOS_1-7_511.pdf
- Cobon, N. (1988). *Caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de chipilín (Crotalaria spp.) nativos de Guatemala, en San Miguel Panan, Suchitepequez*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Domínguez, A. (1997). *Evaluación de distancias de siembra sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) en el municipio de San Antonio, Suchitepequez*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.

- Enríquez, J., Hernández, A., Pérez, J., Quero, A., & Moreno, J. (2003). Densidad de siembra y frecuencias de corte en el rendimiento de *Cratylia Argentea* (Desvaux) O. Kuntze en el sur de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 41(núm. 1), pp. 75-84. Recuperado el 14 de Enero de 2021, de <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1285/1280>
- FAO, & IFA. (2002). *Los fertilizantes y su uso: una guía de bolsillo para los oficiales de extensión*. (F. & Org., Ed.) Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de FAO Web site: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Fernández, R., Trapero, A., & Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Junta de Andalucía, consejería de agricultura y pesca, Sevilla.
- Gómez, J. (2011). *Evaluación del secado en horno microondas como método alternativo para la determinación de materia seca parcial en muestras de ballica (Lolium perenne)*. Memoria, Ingeniero Agrónomo, Universidad Austral de Chile, Escuela de Agronomía, Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fag633e/doc/fag633e.pdf>
- González, E. (2015). *Efecto de ácido indolebutírico sobre el rendimiento en diferentes densidades de siembra de camote; San Marcos*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Sede Regional de Coatepeque, Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Coatepeque. Recuperado el 8 de Octubre de 2018
- Hernández, J. (1997). *Evaluación del rendimiento de materia seca del cultivo de chipilin (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.) por efecto de nitrógeno, fósforo y potasio, en un suelo typic distrandepts*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.

- IDAE. (Julio de 2007). *Ahorro, eficiencia energética y fertilización nitrogenada*. (IDAE, Ed.) Recuperado el 18 de Septiembre de 2018, de Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía Web site: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10418_Fertilizacion_nitrogenada_07_e65c2f47.pdf
- Lavarreda, C. (2010). *Costos y rentabilidad de unidades pecuarias (crianza y engorde de ganado bovino)*. Tesis de grado, Contador Público y Auditor, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Guatemala.
- Lys, P., & Cachia, F. (Febrero de 2016). *Manual de estadísticas sobre costos de producción agrícola, lineamientos para la recolección, compilación y difusión de datos: Gsars*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2018, de Gsars Web site: <http://gsars.org/wp-content/uploads/2016/06/Handbook-on-ACPS-ES-WEBFILE-280616.pdf>
- Marín B., E., Lemus M., R., Flores M., V., & Vega G., A. (Diciembre de 2006). LA REHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS. *Revista Chilena de Nutrición*, 33(3), 19. Recuperado el 7 de Julio de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/469/46914636009.pdf>
- Martínez, A. (2012). *Hierba mora, chipilín, jícama y blede*. Guatemala, Guatemala: Editorial Universitaria.
- Mejía, A. (1989). *Evaluación agronómica de 10 cultivares de chipilín (Crotalaria spp.) bajo dos sistemas de siembra en dos localidades de la cuenca del río Achiguate, Escuintla*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.

- Ñústez, C., Santos, M., & Segura, M. (2009). Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, vol. 62(núm. 1), pág. 4823-4824. Recuperado el 03 de Enero de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179915377010.pdf>
- Ochoa, K. (2016). *Evaluación agroeconómica de fertilización N-P-K en frijol arbustivo variedad ICTA superchiva, en el altiplano central de Guatemala*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Sede Regional de Escuintla, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Escuintla.
- Periódico Prensa Libre. (17 de Junio de 2014a). La importancia de los fertilizantes. *Redacción Buena Vida*. Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de <http://www.prensalibre.com/vida/fertilizantes-plantas-hojas-abono-0-1158484217>
- Prensa Libre. (31 de octubre de 2014). Exportan chipilín y flores comestibles a Estados Unidos. *Prensa Libre*, pág. 33. Recuperado el 8 de Septiembre de 2018, de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/exportan-chipilin-y-flores-comestibles-de-guatemala-estados-unidos>
- Rawson, H., & Gómez, H. (2001). *Trigo Regado*. FAO, Dirección de Producción y Protección Vegetal, Roma. Recuperado el 13 de Enero de 2021, de <http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s00.htm#Contents>
- Rodas, E. (2015). *Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para el incremento de proteína en chipilín (Crotalaria longirostrata)*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.

Segeplan. (2001). *Variable Fisiografica, cobertura geográfica municipios del departamento de San Marcos: Segeplan*. Recuperado el 16 de 10 de 2018, de www.segeplan.gob.gt Web site:

http://ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/12_Tablas_SanMarcos/tabla_43_12.pdf


Segeplan. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal Catarina San Marcos: Segeplan*. Recuperado el 8 de Octubre de 2018, de Segeplan Web site: <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/municipio-de-catarina>

Sosa, A., Ledea, J., Estrada, W., & Molinet, D. (2017). Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleifera*). *Agronomía Mesoamericana*, vol. 28(núm. 1), pp. 207-211. Recuperado el 14 de Enero de 2021, de <https://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.21430>

Vides, A. (30 de Octubre de 2014). *Pacaya, hojas frescas de chipilín y flores comestibles de izote y chufle se suman a la oferta agrícola guatemalteca, para el mercado de Estados Unidos*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2018, de Agexport hoy Web site: <http://agexporthoy.export.com.gt/sectores-de-exportacion/sector-servicios/pacaya-hojas-frescas-de-chipilin-y-flores-comestibles-de-izote-y-chufle-se-suman-a-la-oferta-agricola-guatemalteca-para-el-mercado-de-estados-unidos/>

7. ANEXOS

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

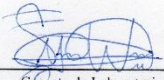
Cliente : LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (13557)
Persona Responsable : LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA
Finca : (26962)
Localización : Catarina, SAN MARCOS
Referencia Cliente : MUESTRA DE SUELO, CULTIVO: CHIPILIN
Cultivo : GENERALES (87)

Número de orden : 110560
Código de muestra : 19.02.13.04.03
Fecha de ingreso : 13/02/2019
Fecha del informe : 19/02/2019
Asesor : RECEPCION AGRICOLA

PARAMETROS DE SUELOS	RANGO ADECUADO	
pH	5.22	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.09 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	2.89 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	4.5 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	12.07 %	4% _ 6%
Saturación Ca	70.12 %	60% _ 80%
Saturación Mg	17.09 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.70 %	< 20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo P	23.2	XXXXXXX			30 - 75	80 P ₂ O ₅
Potasio K	210.1	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			70 - 150	K ₂ O
Calcio Ca	626.0	XXXXXXXXXXXXXXX			500 -1000	
Magnesio Mg	91.6	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			50 - 100	
Azufre S	31.9	XXXXXXXXXXXXXXX			10 - 100	30 S
Cobre Cu	4.9	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro Fe	123.7	XXXXXXXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso Mn	17.7	XXXXXXXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc Zn	3.1	XXXXXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(cd) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10.1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original




Figura 3. Resultados de análisis de suelo antes de ejecutar el proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

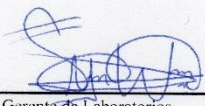
Cliente: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113034
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.07.30.07.03
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 30/07/2019
Localización: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 01/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "A" HOJA **Asesor:** Carlos Franco
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO		
-----------	--	--

HUMEDAD	HUM	% 82.14
---------	-----	------------

Qualquier duda o consulta comuniquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Soluciones
Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists, AOAC, 16th ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es Válido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

Figura 4. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

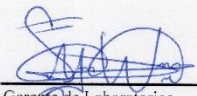
Cliente: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113034
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.07.30.07.02
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 30/07/2019
Localizacion: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 01/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "A" TALLO **Asesor:** Carlos Franco
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO		
-----------	--	--

HUMEDAD	HUM	%
		86.76

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Soluciones
Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es Valido unicamente en su impresion original

Página 1 / 1

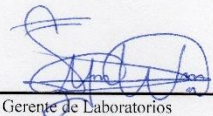
Figura 5. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113034
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.07.30.07.05
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 30/07/2019
Localización: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 01/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "B" HOJA. **Asesor:** Carlos Franco
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO		
HUMEDAD	HUM	%
		81.22

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es Válido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

Figura 6. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113034
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.07.30.07.04
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 30/07/2019
Localización: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 01/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "B" TALLO **Asesor:** Carlos Franco
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO		
HUMEDAD	HUM	%
		87.99

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Soluciones
Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Revisado:


Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es Valido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

Figura 7. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el primer corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

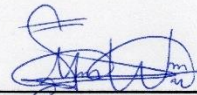
Cliete: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113390
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.08.27.04.04
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 27/08/2019
Localización: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 30/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "A" HOJAS **Asesor:** RECEPCION AGRICOLA
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO		
-----------	--	--

HUMEDAD	HUM	%
		80.90

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Soluciones
Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es Válido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

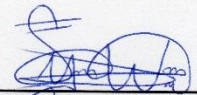
Figura 8. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113390
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.08.27.04.05
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 27/08/2019
Localización: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 30/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "A" TALLOS **Asesor:** RECEPCION AGRICOLA
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO		
HUMEDAD	HUM	%
		82.64

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es Valido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

Figura 9. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

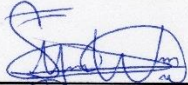
Cliente: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113390
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.08.27.04.02
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 27/08/2019
Localización: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 30/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "B" HOJAS **Asesor:** RECEPCION AGRICOLA
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO

		%
HUMEDAD	HUM	82.82

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Revisado:


Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists, AOAC, 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es Valido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

Figura 10. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de hojas, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS


Ciente: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA (12913) **Número de orden:** 113390
Persona Responsable: LUIS ALBERTO AGUIRRE GARCIA **Código de la Muestra:** 19.08.27.04.03
Finca: (25777) **Fecha de Ingreso:** 27/08/2019
Localización: Catarina, SAN MARCOS **Fecha del Informe:** 30/08/2019
Referencia Cliente: PARCELA "B" TALLOS **Asesor:** RECEPCION AGRICOLA
Cultivo: GENERALES (87)

PARAMETRO		
-----------	--	--

HUMEDAD	HUM	%
		85.14

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor o técnicos de Soluciones Analíticas.

Soluciones
Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser aprobada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

Figura 11. Resultados de análisis de porcentaje de humedad en una submuestra de 500 gr. de tallos, para determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca en el segundo corte de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (*Crotalaria longirostrata*); Catarina, San Marcos, 2019.

Tabla 20.

Costos de producción por hectárea de la parcela A, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad		Valor unitario	Valor total
I. EGRESOS					Q 27,814.50
A. Costos Directos (Variables)					Q 25,452.00
1. Insumos Agrícolas					Q 11,397.00
a. Semilla					Q 2,340.00
Semilla de Chipilín	Kilogramo	26.00	Q	90.00	Q 2,340.00
b. Fertilizantes					Q 3,382.00
Químicos					Q 2,862.00
Fertilizante 10-50-0	Kilogramo	250.00	Q	5.50	Q 1,375.00
Fertilizante 0-0-60	Kilogramo	167.00	Q	5.00	Q 835.00
Fertilizante 46-0-0	Kilogramo	163.00	Q	4.00	Q 652.00
Foliares					Q 520.00
Fertilizante completo	Litro	8.00	Q	65.00	Q 520.00
c. Insecticidas					Q 1,660.00
Thiacloprid, Beta-Ciflutrina	Litro	4.00	Q	380.00	Q 1,520.00
Deltametrina	Decilitro	4.00	Q	35.00	Q 140.00
d. Molusquicida					Q 800.00
Metaldehído	Kilogramo	16.00	Q	50.00	Q 800.00
e. Fungicidas					Q 2,500.00
Fosetil Aluminio + Propomocarb	Litro	4.00	Q	400.00	Q 1,600.00
Propineb	Kilogramo	6.00	Q	150.00	Q 900.00
f. Adherentes					Q 70.00
Adherente, penetrante, dispersante, humectante	Litro	2.00	Q	35.00	Q 70.00
g. Insumos varios					Q 645.00
Guantes	Unidad	10.00	Q	18.00	Q 180.00
Mascarilla	Unidad	10.00	Q	20.00	Q 200.00
Gafas	Unidad	10.00	Q	20.00	Q 200.00
Pita plástica	Rollo grande	1.00	Q	65.00	Q 65.00
2. Mano de Obra					Q 14,055.00
a. Preparación del terreno					Q 2,130.00
Limpieza del terreno	Jornal	10.00	Q	75.00	Q 750.00
Mecanización del terreno	Hectárea	1.00	Q	920.00	Q 920.00
Surqueado del terreno	Hectárea	1.00	Q	460.00	Q 460.00
b. Establecimiento del cultivo					Q 1,125.00
Siembra	Jornal	15.00	Q	75.00	Q 1,125.00
c. Fertilización					Q 2,250.00
Aplicación de fertilizantes	Jornal	30.00	Q	75.00	Q 2,250.00
d. Control Plagas y enfermedades					Q 1,050.00
Aplicaciones foliares	Jornal	10.00	Q	75.00	Q 750.00
Aplicación de molusquicida	Jornal	4.00	Q	75.00	Q 300.00
e. Control malezas					Q 3,750.00
Desmalezado	Jornal	50.00	Q	75.00	Q 3,750.00

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Corte del material vegetal	Jornal	50.00	Q 75.00	Q 3,750.00
B. Costos Indirectos (Fijos)				Q 2,362.50
1. Análisis de laboratorio				Q 982.50
Análisis de Suelo	Unidad	1.00	Q 382.50	Q 382.50
Análisis de porcentaje de humedad	Unidad	4.00	Q 150.00	Q 600.00
2. Arrendamiento				Q 1,380.00
Costo por uso de suelo	Hectárea	1.00	Q 1,380.00	Q 1,380.00
II Ingresos				Q 42,222.00
Primer Corte Comercial	Kilogramo	11,768.00	Q 1.50	Q 17,652.00
Segundo Corte comercial	Kilogramo	16,380.00	Q 1.50	Q 24,570.00
Utilidad Neta				Q 14,407.50
Rentabilidad %				51.80

Tabla 21.

Costos de producción por hectárea de la parcela B, del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de Chipilín (Crotalaria longirostrata); Catarina, San Marcos, 2019.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad		Valor unitario	Valor total
I. EGRESOS					Q 26,452.50
A. Costos Directos (Variables)					Q 24,090.00
1. Insumos Agrícolas					Q 10,035.00
a. Semilla					Q 2,340.00
Semilla de Chipilín	Kilogramo	26.00	Q	90.00	Q 2,340.00
b. Fertilizantes					Q 2,020.00
Químicos					Q 1,500.00
Fertilizante 15-15-15	Kilogramo	300.00	Q	5.00	Q 1,500.00
Foliares					Q 520.00
Fertilizante completo	Litro	8.00	Q	65.00	Q 520.00
c. Insecticidas					Q 1,660.00
Thiacloprid, Beta-Ciflutrina	Litro	4.00	Q	380.00	Q 1,520.00
Deltametrina	Decilitro	4.00	Q	35.00	Q 140.00
d. Molusquicida					Q 800.00
Metaldehído	Kilogramo	16.00	Q	50.00	Q 800.00
e. Fungicidas					Q 2,500.00
Fosetil Aluminio + Propomocarb	Litro	4.00	Q	400.00	Q 1,600.00
Propineb	Kilogramo	6.00	Q	150.00	Q 900.00
f. Adherentes					Q 70.00
Adherente, penetrante, dispersante, humectante	Litro	2.00	Q	35.00	Q 70.00
g. Insumos varios					Q 645.00
Guantes	Unidad	10.00	Q	18.00	Q 180.00
Mascarilla	Unidad	10.00	Q	20.00	Q 200.00
Gafas	Unidad	10.00	Q	20.00	Q 200.00
Rafia	Rollo	1.00	Q	65.00	Q 65.00
2. Mano de Obra					Q 14,055.00
a. Preparación del terreno					Q 2,130.00
Limpieza del terreno	Jornal	10.00	Q	75.00	Q 750.00
Mecanización del terreno	Hectárea	1.00	Q	920.00	Q 920.00
Surqueado del terreno	Hectárea	1.00	Q	460.00	Q 460.00
b. Establecimiento del cultivo					Q 1,125.00
Siembra	Jornal	15.00	Q	75.00	Q 1,125.00
c. Fertilización					Q 2,250.00
Aplicación de fertilizantes	Jornal	30.00	Q	75.00	Q 2,250.00
d. Control Plagas y enfermedades					Q 1,050.00
Aplicaciones foliares	Jornal	10.00	Q	75.00	Q 750.00
Aplicación de molusquicida	Jornal	4.00	Q	75.00	Q 300.00
e. Control malezas					Q 3,750.00
Desmalezado	Jornal	50.00	Q	75.00	Q 3,750.00
f. Cosecha					Q 3,750.00
Corte del material vegetal	Jornal	50.00	Q	75.00	Q 3,750.00

Concepto	Unidad de medida	Cantidad		Valor unitario		Valor total
B. Costos Indirectos (Fijos)					Q	2,362.50
1. Análisis de laboratorio					Q	982.50
Análisis de Suelo	Unidad	1.00	Q	382.50	Q	382.50
Análisis de porcentaje de humedad	Unidad	4.00	Q	150.00	Q	600.00
2. Arrendamiento					Q	1,380.00
Costo por uso de suelo	Hectárea	1.00	Q	1,380.00	Q	1,380.00
II Ingresos					Q	34,005.00
Primer Corte Comercial	Kilogramo	8,720.00	Q	1.50	Q	13,080.00
Segundo Corte comercial	Kilogramo	13,950.00	Q	1.50	Q	20,925.00
Utilidad Neta					Q	7,552.50
Rentabilidad %						28.55