

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO EJOTE FRANCÉS
(*Phaseolus vulgaris* L. var. Saporro), EN DIFERENTES NIVELES
DE pH EN EL SUELO, EN LA FINCA SACHAMACH, COBÁN,
ALTA VERAPAZ.**

DANGELO ALBERT BAC SIERRA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, FEBRERO 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA
“COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO EJOTE FRANCÉS
(*Phaseolus vulgaris* L. var. Saporro), EN DIFERENTES NIVELES
DE pH EN EL SUELO, EN LA FINCA SACHAMACH, COBÁN,
ALTA VERAPAZ”.**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE**

POR

**DANGELO ALBERT BAC SIERRA
CARNÉ: 200441527**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL
TÍTULO DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

COBÁN, ALTA VERAPAZ, FEBRERO DE 2017

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
RECTOR MAGNIFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
SECRETARIO: Ing. Geol. César Fernando Monterroso
Rey
REPRESENTANTE DE DOCENTES: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj
REPRESENTANTE EGRESADOS: Lic. en Admon. Fredy Fernando Lemus
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: P.E.M. César Oswaldo Bol Cú
Br. Fredy Enrique Gereda Milián

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

COORDINACIÓN DE LA CARRERA

Inga. Agr. M. Sc. Sandra Anabela Tello Coutiño

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
SECRETARIO Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García Macz
VOCAL Ing. Agr. M. Sc. David Salomón Fuentes

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Agr. M.Sc. Gustavo Adolfo García Macz

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN Y ASESOR

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL
NORTE – CUNOR –
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A. V.
Guatemala, C. A.

E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A.V., 04 de noviembre de 2016.
Ref.: 15-A-357/2016.

Señores
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera de Agronomía
CUNOR.

Señores:

Por este medio informo a ustedes que en mi calidad de Asesor del Trabajo de Graduación del Informe de la Práctica Profesional Supervisada, del estudiante **Dangelo Albert Bac Sierra** supervisé la fase final de campo y he revisado el Informe Final de su investigación titulado **“Comportamiento del cultivo ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L. var. Saporro) en diferentes niveles de pH en el suelo, en la finca Sachamach, Cobán, Alta Verapaz”**.

Al respecto puedo indicar que a mi juicio, el informe reúne las calidades requeridas por la Carrera, por lo que recomiendo se le de el trámite respectivo para ser aprobado como Informe Final de PPS.

Atentamente,



Id y enseñad a todos

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
Asesor

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL
NORTE – CUNOR –
CARRERA AGRONOMÍA**
Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A. V.
Guatemala, C. A.
E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A.V., 23 de noviembre de 2016
Ref. 15-A-358/2016

Señores:
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Comportamiento del cultivo ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L. var. Saporro) en diferentes niveles de pH en el suelo, en la finca Sachamach, Cobán, Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Dangelo Albert Bac Sierra** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. M.Sc. Sandra Anabella Tello Coutiño
Revisor de Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía
CUNOR- USAC

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL
NORTE – CUNOR –
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A. V.
Guatemala, C. A.

E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A. V., 24 de noviembre de 2016
Ref. 15-A-365/2016

Señores:
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Comportamiento del cultivo ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L. var. Saborro) en diferentes niveles de pH en el suelo, en la finca Sachamach, Cobán, Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Dangelo Albert Bac Sierra** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. M.Sc. Gustavo Adolfo García Macz
Revisor de Redacción y Estilo
Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía –CUNOR-

c.c. archivo



**CENTRO UNIVESITARIO DEL
NORTE – CUNOR –
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.

E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A.V., 13 de febrero de 2017
Ref. 15-A-049/2017

**Licenciado Zootecnista:
Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
Director del Centro Universitario del Norte,
CUNOR - USAC**

Señor Director:
Saludos cordiales

Adjunto remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Comportamiento del cultivo ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L. var. Saporro) en diferentes niveles de pH en el suelo, en la finca Sachamach, Cobán, Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Dangelo Albert Bac Sierra** y de acuerdo a la opinión de las diferentes comisiones responsables de su revisión y del suscrito, cumple con los requisitos para ser aceptado como tesis de pre-grado; por lo que solicito se le dé el trámite correspondiente a fin de que el estudiante Bac Sierra, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,



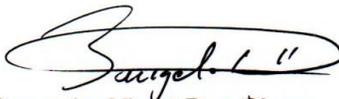
“D y enseñad a todos”

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera de Agronomía
CUNOR- USAC

c.c. archivo

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el informe final de Práctica Profesional Supervisada titulado "Comportamiento del cultivo ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L. var. Saporro), en diferentes niveles de pH en el suelo, en la finca Sachamach, Cobán, alta Verapaz", como requisito previo a optar el título profesional de Técnico en Producción Agrícola.



Dangelo Albert Bac Sierra

Carné No. 200441527

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: del estudiante que opta al título, del asesor, de la Comisión de Trabajos de Graduación, de la Comisión de Redacción y Estilo de la carrera y de las autoridades del Centro Universitario del Norte”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria del Consejo Directivo de fecha 18 de Julio del año 2012.

DEDICATORIA

A Dios: Que ha sido el que me ha dado la sabiduría en cada progreso de mi vida, en los momentos alegres y tristes no me ha abandonado.

A mis padres: Que con su gran afán me han respaldado en mi formación académica y con sus sabios consejos, me han enseñado a no darme por vencido a pesar de las adversidades de la vida, con gran entusiasmo comparto este sueño.

A la Escuela Carlos Ponce Archila de San Juan Chamelco, Alta Verapaz

Al instituto Básico por Cooperativa de San Juan Chamelco, Alta Verapaz

Al Instituto Normal Mixto del Norte “Emilio Rosales Ponce”

A la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, (USAC)

AGRADECIMIENTOS

- A Dios:** Por concederme la vida cada día, por la pujanza de seguir enfrentándome a los desafíos de la vida, y por bendecirme con una maravillosa familia.
- A mis padres:** Daniel Alejandro Bac y Sonia Guillermina Sierra en (especial), por darme el aliento para sobresalir en mi carrera universitaria, por sus esfuerzos incondicionales, han sido y seguirán siendo un gran ejemplo en mi vida.
- A mis hermanos:** Braulio, Sherly, Crisley por su cariño, amor, y apoyo, a mi hermano gemelo Denise, no encuentro palabras perfectas para decirte lo que existe en mi corazón, te amo con todas las fuerzas de mi ser, hermano querido.
- A mis cuñados (a),
sobrinos (a):** Por ser parte de mi vida, compartir su cariño, alegrías, tristezas por motivarme, gracias.
- A mi novia:** Tu impulso ha sido fundamental, me has motivado a culminar una etapa de mi formación académica, te agradezco Dania Paola Alvarado Choc.
- A mis docentes de la
carrera de Agronomía:** Por cada una de sus enseñanzas aprendidas y sus sabias exhortaciones aprendidas en clases. En especial al Ing. Civil Julio Enrique Reynosa Mejía, por su gran apoyo y aprecio.

**A la gloriosa Tricentenario
Universidad de San Carlos
de Guatemala (USAC)**

Por darme la oportunidad de desarrollarme
como profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	viii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes	7
1.2 Importancia del pH del suelo	8
1.2.1 Definición de pH	8
1.2.2 pH del suelo	8
1.2.3 Causas del pH del suelo	8
1.2.4 Factores que afectan el pH del suelo	8
1.2.5 Encalado de suelos ácidos	9
1.2.6 Efectos que produce el encalado	9
1.2.7 Condiciones de clima y suelo	9
1.3 Material para encalado	10
1.3.1 Cal dolomita	10
1.3.2 Usos	10
1.4 Generalidades del cultivo	11
1.4.1 Descripción del cultivo	11
1.4.2 Importancia del cultivo	12
1.4.3 Origen	12
1.4.4 Características botánicas	12
1.4.5 Floración	13
1.4.6 Vainas	13
1.5 Requerimientos climáticos y edáficos	14
1.5.1 Edafoclimáticas	14
1.5.2 Nutricionales y fertilización	14
1.5.3 Fertilización	15
1.6 Variedad Saporro	15
1.6.1 Épocas de siembra	16
1.6.2 Preparación del terreno	16
1.6.3 Siembra	16
1.7 Plagas y enfermedades	16
1.7.1 Plagas	16
1.7.2 Enfermedades	16
1.7.3 Riego	17
1.8 Cosecha	17
1.9 HIPÓTESIS	19

CAPÍTULO 2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Descripción del área experimental	21
2.1.1 Ubicación geográfica	21
2.1.2 Instalaciones	21
2.2 Procedimiento experimental	21
2.2.1 Diseño experimental	21
2.2.2 Esquema experimental	22
2.2.3 Modelo estadístico	23
2.2.4 Variables evaluadas	23
2.2.4.1 Floración	23
2.2.4.2 Rendimiento	23
2.2.5 Tratamientos de aplicación de cal dolomita	23
2.3 Tamaño del experimento	24
2.4 Manejo del experimento	24
2.4.1 Preparación del terreno	24
2.4.2 Procedimiento para determinar el pH de la muestra de suelo	25
2.4.3 Aplicación de cal dolomita	25
2.4.4 Siembra	26
2.4.5 Fertilización	26
2.4.6 Control de malezas	26
2.4.7 Control de plagas y enfermedades	27
2.4.8 Análisis de pH después de treinta días de la siembra	27
2.4.9 Cosecha	28
2.4.10 Riego	28

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Discusión de resultados para el análisis de días de floración y para el rendimiento final	40
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXO	47

ÍNDICE DE CUADROS

1 Descripción y composición de la cal dolomita	10
2 Requerimientos nutricionales del ejote francés	15
3 Tratamientos donde se aplicó cal dolomita en cada bloque	25

ÍNDICE DE TABLAS

1 Bloques	22
2 Tratamientos	22
3 Días de floración del cultivo de ejote francés en cada tratamiento	29
4 Análisis de varianza para los días de floración	30
5 Valores de pH vrs días de floración	31
6 Varianza para el peso de la vaina en onzas en cada bloque primer corte	32
7 Peso en onzas en cada bloque de 3 m x 3 m, segundo corte	32
8 Peso en onzas en cada bloque de 3 m x 3 m, tercer corte	33
9 Peso en onzas en cada bloque de 3 m x 3 m, cuarto corte	33
10 Peso en onzas en cada bloque de 3 m x 3 m, quinto corte	34
11 Peso en kg en cada bloque de 3 m x 3 m, primer corte	34
12 Peso en kg en cada bloque de 3 m x 3 m, segundo corte	34
13 Peso en kg en cada bloque de 3 m x 3 m, tercer corte	35
14 Peso en kg en cada bloque de 3 m x 3 m, cuarto corte	35
15 Peso en kg en cada bloque de 3 m x 3 m, quinto corte	35
16 Rendimiento en kg/ha, primer corte	36
17 Rendimiento en kg/ha, segundo corte	36
18 Rendimiento en kg/ha, tercer corte	36
19 Rendimiento en kg/ha, cuarto corte	37
20 Rendimiento en kg/ha, quinto corte	37
21 Rendimientos totales del cultivo de ejote francés	37
22 Prueba Tukey	38
23 Valores de pH vrs días de floración	39

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1 Análisis de pH antes de la siembra	48
2 Incorporación de cal dolomita al suelo antes de la siembra	49
3 Días de la siembra	50
4 Germinación de la planta, después de los siete días de la siembra	51
5 Análisis de pH treinta días después de la siembra en cada uno de los tratamientos	51
6 Evaluación del pH en cada tratamiento con el potenciómetro	52
7 Identificación de hongo alternaria en el cultivo de ejote francés	52
8 Inicio de la floración de la planta a los cuarenta y cinco días de su desarrollo	53
9 Cosecha y comercialización de la vaina de ejote francés	53

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1 Análisis de los días a la floración según el pH	31
2 pH vrs rendimiento promedio en gr	39

RESUMEN

En la evaluación del estudio del comportamiento del cultivo de ejote francés, en diferentes niveles de pH en el suelo, en la finca Sachamach de Cobán Alta Verapaz, en el año 2013, se determinó que la acidez del suelo de dicha área, sí influye en el desarrollo de la floración y rendimiento del cultivo.

Se realizó un primer análisis de pH antes de aplicar cal dolomita en el cual se obtuvo un valor de 5,23, con este resultado se procedió a aplicar una enmienda al suelo, treinta días de la siembra, para estabilizar la acidez.

El segundo análisis se realizó a los treinta días después de la siembra, en cada bloque se extrajo una sub muestra de suelo, estas fueron llevadas al laboratorio para conocer en cada tratamiento los niveles de pH, estos fueron; T (testigo sin encalar) = 5,39, D1 = 6,29, D2 = 6,49, D3 = 7,01. D1, D2 Y D3 fueron los tratamientos en los cuales se incorporó dicha cal.

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, donde se estableció estadísticamente que no hubo significancia en el momento de floración, pero sí en el rendimiento del cultivo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente pequeños y medianos agricultores en Cobán, Alta Verapaz, cultivan hortalizas como leguminosas y una de ellas es el ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), con el objetivo de llevar parte del desarrollo a sus comunidades.¹

En regiones centrales de Cobán, Alta Verapaz, la mayoría de suelos son ácidos, esto es debido a altas precipitaciones pluviales, que provocan fuerte lavado de bases lo que da acumulación de iones de hidrógeno en el suelo, lo que permite altos niveles de acidez al suelo, así mismo provocan que algunos cultivos no se desarrollen al máximo, y no se tenga el rendimiento esperado.

El pH del suelo depende de factores como; material parental, clima, tiempo, topografía, y los organismos que viven en el suelo proporcionándole macro y micro nutrientes, para que los cultivos se desarrollen adecuadamente. El pH entonces, para los cultivos es de suma importancia ya que existe asimilación de nutrientes para las plantas, altera la actividad de los microorganismos, pH altos benefician a hongos y perjudican a bacterias.

Los suelos de Cobán, Alta Verapaz son apropiados para uso forestal; sin embargo, han sido habilitados para uso agrícola, generalmente de subsistencia, la cual ha provocado avances en la frontera agrícola.

¹ Roca Pérez, EM. *Financiamiento de unidades agrícolas (producción de café) y proyecto: producción de ajo*. Ejercicio Profesional Supervisado. Municipio de San Juan la Laguna, Sololá. Carrera Licenciado en Administración de Empresas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Ciencias Económicas, 2008.

El estudio de campo para el cultivo de ejote francés, en diferentes niveles de pH en el suelo, en la finca Sachamach de Cobán, Alta Verapaz, consistió en evaluar si el pH incidía en la floración y el rendimiento de dicho cultivo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día pequeños agricultores de Cobán, Alta Verapaz, han centrado su economía en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*) var. Saborro de exportación, ya que es una fuente que mejora sus ingresos económicos.

Ante tal alternativa, para que los pequeños agricultores generen fuentes de ingresos económicos estables, es necesario contar con un buen plan de manejo de fertilización tanto para el suelo, como para el desarrollo del cultivo de ejote francés.

La alternativa que presenta este cultivo es de ciclo corto (sesenta días), que ayuda al agricultor a generar fuentes de ingresos económicos.

La disponibilidad de nutrientes se ve afectada por altos niveles de acidez en los suelos, y esto no lo consideran los agricultores, ya que regularmente se han hecho fertilizaciones excesivas, que ocasionan altos costos de producción en su economía y así mismo no son aprovechadas a causa de altos niveles de acidez.

En esta situación se necesita evaluar diferentes niveles de pH en el cultivo, para conocer el comportamiento y desarrollo de la planta del ejote francés

JUSTIFICACIÓN

Las condiciones edafoclimáticas de Alta Verapaz, son favorables para el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Saporro para producción y exportación de éste.

El cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) var Saporro poco a poco es introducido al mercado para que sea comercializado y exportado al extranjero, sin embargo, este cultivo necesita cumplir con estándares para ser exportado.

Para que el cultivo este en buenas condiciones es necesario contar con un plan de nutrición, ya que es uno de los pilares para alcanzar un mejor rendimiento. Para que este plan sea eficiente, es necesario hacer un análisis de la acidez del suelo, ya que se le pueden estar proporcionando altas cantidades de nutrientes que no son aprovechadas por el cultivo, por el elevado nivel de acidez en el suelo.

Con esta investigación se evaluaron los niveles de pH en el suelo en cada tratamiento, para observar el comportamiento y cómo responde la planta con los diferentes tratamientos de encalado (cal dolomita), en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Saporro.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el material de enmienda cal dolomita al suelo ácido, para el cultivo, bajo las condiciones edafoclimáticas de la finca Sachamach, Cobán, Alta Verapaz.

ESPECÍFICOS

- a) Determinar la respuesta del cultivo al aplicar las distintas dosis de cal dolomita.
- b) Conocer los efectos de la cal en los días de floración de ejote francés.
- c) Determinar el mejor tratamiento de aplicación de cal dolomita que produzca un alto rendimiento.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

En el año 2000 Urrutia Milian, realizó una evaluación de tres materiales de enmiendas para suelos ácidos, en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*) y concluye que el material de enmienda con mejores resultados fue el de cal dolomítica; alcanzó al final del experimento un pH de 5,45, obteniendo un aumento de 0,95 con respecto a los 4,5 de la muestra inicial.²

También en el año 2000, Guzmán Reyes, evaluó los efectos del encalado en tres intervalos de incorporación al suelo de tres materiales calcáreos en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad Corona, y determinó que el material calcáreo que presentó teóricamente mayor incremento de pH fue el de la cal, pero estadísticamente no existió diferencia significativa con los otros materiales utilizados como óxido de calcio y cal hidratada.³

²Urrutia Milian, Erick Rolando. *Evaluación de tres materiales de enmienda para suelos ácidos, en el cultivo de Ejote Francés (Phaseolus vulgaris L.), en la finca Sachamach, Cobán Alta Verapaz.* Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico Universitario en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte – Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán Alta Verapaz, Guatemala: carrera de Agronomía, 2000.

³Guzmán Reyes, CA. *Efectos del encalado en tres intervalos de incorporación al suelo de tres materiales calcáreos en el cultivo del Ejote Francés (Phaseolus vulgaris L.), variedad corona, en la finca Sachamach, Cobán Alta Verapaz.* Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico Universitario en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte – Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: carrera de Agronomía, 2000.

1.2 Importancia del pH del suelo

1.2.1 Definición de pH

El pH, o potencial de hidrógeno, es un parámetro muy usado en química para medir el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias y por ende el suelo.⁴

1.2.2 pH del suelo

El pH medido en particular en un suelo es producido por un grupo de condiciones químicas específicas. La determinación del pH del suelo es una de las pruebas más importantes que pueden hacerse para diagnosticar problemas del crecimiento de las plantas.⁵

1.2.3 Causas del pH del suelo

Los suelos de las regiones húmedas son ácidos y aquellos de las regiones áridas son alcalinos. En los suelos ácidos, la solución de suelo contiene más iones de hidrógeno (H^+) que hidroxilos (OH^-), mientras que en suelos alcalinos la solución de suelo contiene más OH^- .⁶

1.2.4 Factores que afectan el pH del suelo

La acidez del suelo es común en todas las regiones donde la precipitación es alta, y que se lixivian apreciables cantidades de bases intercambiables de los niveles superficiales.⁷

⁴ *Química del suelo*. <http://quimica1general.blog.spot.com> (04 de octubre de 2013).

⁵ Foth, Henry D. *Fundamentos de la ciencia del suelo*. México: Cecsa, 1986.

⁶ *Ibíd.*

⁷ Buckman, Harry O. y Brady, Nyle C. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Barcelona, España: Editorial Sintés, 1977.

Lo que hace que la precipitación afecte al pH del suelo es que pasa a través del mismo, lixivia los nutrientes básicos, tales como Ca, K y Mg los cuales son reemplazados por los elementos acidificantes tales como H, Mn y Al, de modo que los suelos formados bajo precipitaciones altas son más ácidos que aquellos formados bajo condiciones áridas.

1.2.5 Encalado de suelos ácidos

El encalado consiste en la aplicación masiva de sales básicas, con el objeto de neutralizar la acidez del suelo causada por hidrógeno y aluminio. Los productos que se utilizan como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio. Debido a su naturaleza química, estos materiales presentan una capacidad de neutralización variable.⁸

1.2.6 Efectos que produce el encalado

El efecto residual de la cal depende de su velocidad de reacción o reactividad en el suelo.⁹

1.2.7 Condiciones de clima y suelo

La alta temperatura y humedad, así como un valor alto de la acidez, favorecen la reacción de la cal. Por este motivo, los materiales de encalado son más reactivos en zonas tropicales que en sitios fríos o templados. En suelos con pendientes muy fuertes, la

⁸JM-encalado y acidez. Visitado el 07/10/13

⁹Ibíd.

cal aplicada superficialmente puede perderse por escorrentía y erosión.¹⁰

1.3 Material para encalado

1.3.1 Cal dolomítica – CaMg (CO₃)₂

Material compuesto por carbonatos de calcio y magnesio, obtenido después de moler y cernir la roca dolomítica en su estado natural, enriquecida además con roca fosfórica. A continuación, se presenta la composición en el cuadro 1.¹¹

Cuadro 1
Descripción y composición de la cal dolomita

COMPOSICIÓN	
CaO (Soluble en ácido):	Mínimo. 32,5 %
MgO (Soluble en ácido):	Mínimo. 17,5 %
P ₂ O ₅ Total (de lenta asimilación):	1,0 %
Carbonato de Calcio (CaCO ₃):	Mínimo. 57,8 %
Carbonato de Magnesio	Mínimo. 36,7 %
Humedad	Máximo. 1,0 %

Fuente: Comcementos, comercializadora de cementos: Cal dolomítica. www.comcementos.com/Descargas/Cales/Cal%20Dolomita.pdf. (07 de octubre de 2 013)

1.3.2 Usos

La cal dolomita es alta en magnesio, es una alternativa eficaz para corregir suelos ácidos y sobre todo para corregir la relación calcio - magnesio en algunos suelos, la cual no debe ser mayor de 2/1 respectivamente.¹²

¹⁰Ibíd

¹¹Cal dolomita. <http://www.comcementos.com> (07 de octubre de 2013).

¹²Ibíd.

Neutraliza la toxicidad del aluminio soluble, desinfecta el suelo y lo nutre con calcio, magnesio y fósforo. La presencia de altas concentraciones de aluminio en el suelo aumenta la acidez, hace que la raíz de la planta se atrofie y se desarrolle pobremente, quedando las cosechas limitadas en productividad y rendimiento.¹³

Por ser una enmienda que reacciona gradualmente en el suelo, tiene un efecto residual básico prolongado; es decir que las partículas más finas actúan en los primeros tres meses y las partículas más gruesas siguen reaccionando hasta después de un año y medio de su aplicación.

Debe aplicarse de manera uniforme al voleo o con arado en un mínimo de tiempo de treinta días antes de que el cultivo sea sembrado, trasplantado o abonado, para que la cal pueda reaccionar y mejorar la estructura y acidez del suelo.

También se puede emplear en la elaboración de otros abonos orgánicos, juntamente con la tierra y el humus¹⁴.

1.4 Generalidades del cultivo

1.4.1 Descripción del cultivo

El ejote es una de las hortalizas más importantes de la alimentación por su contenido nutricional de vitaminas y minerales; pertenece a la familia de las leguminosas. Es el fruto inmaduro de frijol *Phaseolus vulgaris* y otras especies del género *Phaseolus*. En general, este cultivo es conocido con diversos nombres.

¹³Ibíd.

¹⁴Ibíd.

Los frutos del ejote se caracterizan por su forma de vainas aplanadas y alargadas, en cuyo interior se dispone un número de semillas variables según la especie.¹⁵

1.4.2 Importancia del cultivo

Cuando Guatemala se repone del terremoto de 1 976, inicia el cultivo de ejote francés en el año 1 977 y la comunidad suiza desarrolla programas de reconstrucción y fomento de la economía de las áreas del altiplano central, promoviendo las huertas familiares para autoconsumo. Con el crecimiento económico de las comunidades, surgen y se desarrollan nuevas empresas que fomentan el cultivo de los mini vegetales incluido el ejote francés.¹⁶

1.4.3 Origen

El frijol es de origen americano y las formas mejoradas surgieron en Europa y luego en América. En las épocas precolombinas varias especies de *Phaseolus* eran fuente principal en la alimentación de lo que el día de hoy es Canadá hasta Chile y Argentina.¹⁷

¹⁵Cruz, Héctor Leonel. *Naturaleza del ejote*. 2010. <http://issuu.com/goartgt/docs/> (07 de octubre de 2013).

¹⁶Ibíd.

¹⁷Chocooj Pop, Oscar Humberto. *Evaluación del rendimiento de dos variedades de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.), bajo dos niveles de fertilización química-orgánica y una química en el barrio Bella Vista del municipio de Cobán, Alta Verapaz*. Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico Universitario en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte – Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Agronomía, 2007.

1.4.4 Características botánicas

Especie anual dicotiledónea (presencia de dos hojas embrionales al momento de la germinación), arbustivo llamado también, “arbolito” por los campesinos, pues no produce guías o zarcillos. Plantas de 40 cm a 60 cm de altura con hojas trifoliadas cuyos peciolo presentan un ángulo de 15 grados de inclinación. Permiten una buena iluminación, la cual estimula la formación de primordios florales; producen hasta 85 flores por planta. Por ser una leguminosa, efectúa un mecanismo de simbiosis con la bacteria gram negativa conocida como *Rhizobium* que es un género de bacteria que se encuentra en el perfil del suelo, fija nitrógeno atmosférico. La cual provee altas cantidades de nitrógeno natural.¹⁸

Las plantas del frijol ejotero se manifiestan con excelente robustez, cuando el manejo es adecuado; muestran sus primeras flores a los 45 días después de la siembra.¹⁹

1.4.5 Floración

Las primeras flores se presentan entre los 45 a 55 días de edad, esto dependerá de las temperaturas. Presentan un color blanco con los cálices verde muy suave. La estructura floral está compuesta por un cáliz que tiene los sépalos unidos lateralmente, en cuya base hay dos brácteas que permanecen hasta la floración.²⁰

¹⁸ Cruz, Héctor Leonel. *Naturaleza del ejote*. 2010. <http://issuu.com/goartgt/docs/> (07 de octubre de 2013).

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ *Ibíd.*

1.4.6 Vainas

Después de 8 días de haber cuajado las flores, aparecen las vainas para su recolección, las cuales son de color verde claro, aterciopeladas entre 8 cm de largo, y con diámetro entre 4 mm a 7 mm rectas y uniformes.²¹

1.5 Requerimientos climáticos y edáficos

1.5.1 Edafoclimáticas

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo del ejote oscilan entre 10°C a 27°C, por debajo de estas son perjudiciales para el crecimiento de la planta y por arriba existe una disminución en su capacidad de reproducción, necesita buena luminosidad para tener una buena fecundación y humedad relativa (HR) de 70 % a 80 %, los suelos que prefiere son de textura franco a franco-arcillosa, con una profundidad efectiva de 40 cm y pH de 5,5 a 7,0.²²

1.5.2 Nutricionales y fertilización

La fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis de fertilidad de suelo. Los requerimientos nutricionales del cultivo de ejote en kilogramos por hectárea son:

²¹Ibíd.

²²Polanco Moll, OJ. Trabajo de Graduación, Comparación de dos planes de manejo integrado del cultivo de Ejote Francés (*Phaseolus vulgaris* L.), para control de roya (*Uromyces appendiculatus*), Asesoría Técnica y Servicios comunitarios en la comunidad Ixcayán, Salamá, Baja Verapaz.

Cuadro 2
Requerimientos nutricionales del ejote francés

N	P	K
120 kg/ha	90 kg/ha	60 kg/ha

Fuente: Polanco Moll. OJ. Año 2 013

Estos pueden ser adicionados al suelo a partir de materia orgánica descompuesta como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, compost, abonos verdes y químicos.²³

1.5.3 Fertilización

Es aconsejable, establecer un análisis homogéneo de los suelos destinados al programa de ejote francés para conocer la disponibilidad de nutrientes y efectuar las enmiendas pertinentes. Las leguminosas tienen la facultad de fijar nitrógeno atmosférico.

1.6 Variedad Saborro

Es la variedad estándar para la categoría de ejote francés y por lo tanto altamente aceptado para el mercado de exportación. Es una planta arbustiva de ciclo intermedio a temprano, con alta concentración y uniformidad en su producción. Las vainas son finas, rectas, ideales para cosecharlas entre los 10 cm y 12 cm de largo por 0,6 cm a 0,7 cm de ancho. Alto potencial para la agroindustria, planta de crecimiento determinado, follaje de buena cobertura. La vaina es verde intenso.²⁴

²³Ibíd.

²⁴Polanco Moll, OJ. *Comparación de dos planes de manejo integrado del cultivo de Ejote Francés (Phaseolus vulgaris L.), para control de roya (Uromyces appendiculatus), Asesoría Técnica y Servicios comunitarios en la comunidad Ixcayán, Salamá, Baja Verapaz.* Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 2009.

1.6.1 Épocas de siembra

Puede ser cultivado todo el año, en verano con riego; el riego puede ser por aspersión o por goteo, este último es el más eficaz para el cultivo.²⁵

1.6.2 Preparación del terreno

Es indispensable que la planta pueda desarrollar y profundizar muy bien sus raíces y tenga un buen anclaje en el suelo y de esa manera obtenga los nutrientes necesarios para su desarrollo con más facilidad, se logra al realizar una pasada de arado y posteriormente dos de rastra a una profundidad de 25 cm a 30 cm. Se debe dejar el terreno libre de terrones y malezas para facilitar la siembra.²⁶

1.6.3 Siembra

La siembra se realiza directamente en el terreno a mano. El distanciamiento entre planta es de 20 cm y de surco 40 cm.²⁷

1.7 Plagas y enfermedades

1.7.1 Plagas

- Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*)

²⁵Lemus Díaz, Raúl Daniel. *Rendimiento de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.) var. Palermo y Jade con dos fuentes de fertilización química al momento de la siembra*. Realizada en Santa Cruz, Alta Verapaz. Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte – Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Agronomía. 2009.

²⁶Ibíd.

²⁷Ibíd.

- Gusano cortador (*Agrotis* sp.)
- Tortuguilla (*Diabrotica* sp.)
- Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

1.7.2 Enfermedades

- Mal de talluelo (*Fusarium* sp, *Pythium* sp. *Rizocthonia* sp y *Sclerotium* sp.)
- Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)
- Mancha angular (*Phaseoisariopsis griseola*)
- Roya (*Uromyces appendiculatus*)

1.7.3 Riego

El objetivo principal del riego es suplir las necesidades hídricas de cultivo, durante todas sus etapas fenológicas, aportando la calidad requerida, y en el momento oportuno.²⁸

Durante el desarrollo del cultivo de ejote los periodos críticos en que necesita un buen suministro de agua son:

- Antes y después de la siembra
- En la etapa de crecimiento y desarrollo vegetativo
- Durante la floración y desarrollo del fruto
- Durante la fructificación y maduración del fruto.²⁹

1.8 Cosecha

La cosecha se inicia cuando las vainas se aproximan a su máximo tamaño, pero los óvulos no han completado su desarrollo, o sea que

²⁸Polanco Moll, OJ. *Comparación de dos planes de manejo integrado del cultivo de Ejote Francés (Phaseolus vulgaris L.), para control de roya (Uromyces appendiculatus), Asesoría Técnica y Servicios comunitarios en la comunidad Ixcayán, Salamá, Baja Verapaz.* Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 2009.

²⁹Ibíd.

alcanzan un cuarto de su tamaño final. El fruto debe ser tierno, verde claro opaco, con grado muy tierno de desarrollo de la semilla. El diámetro de la vaina de ejote es preferible de 5 mm a 8 mm y el largo de 8 cm a 12 cm, su forma deberá ser alargada. Formas enrolladas disminuyen su calidad. La textura deberá ser suave, no fibrosa, ausencia de daño mecánico y pudriciones. En este estado, la vaina presenta su menor contenido de fibra.

Cuando más tierno el fruto, mejor será su calidad. Si se demora la cosecha, afectará la calidad del producto. Las vainas recién cosechadas deben pre enfriarse lo antes posible para remover el calor de campo. Desde que los frutos son susceptibles a daño por frío, se deben almacenar entre 7 °C y 8 °C. Alta humedad relativa (70 % a 80 %) es necesaria. Empacando el producto con plástico perforado mejora sus condiciones de almacenamiento, pudiéndose conservar su calidad por un período de 10 días.³⁰.

³⁰Ibíd.

1.8 HIPÓTESIS

El tratamiento de cal dolomita a dosis 1 462,5 kg/ha, mejorará las condiciones de desarrollo de la planta y se obtendrá el mejor rendimiento en kg/ha de vaina de ejote francés comparado de los demás tratamientos.

CAPÍTULO 2

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Descripción del área experimental

2.1.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la granja experimental agrícola del Centro Universitario del Norte (CUNOR), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la finca Sachamach, municipio de Cobán, Alta Verapaz, departamento de Alta Verapaz, la cual se ubica a 2,5 km de la ciudad de Cobán sobre la ruta CA-14 de la red vial. Se encuentra en las coordenadas: 15°28'05" latitud norte; y 90°22'13" longitud oeste.

2.1.2 Instalaciones

El área donde se realizó el estudio fue de 144 m². El entorno del área está conformado por bosques, cítricos, aguacatales y casas.

2.2 Procedimiento experimental

2.2.1 Diseño experimental

Se utilizó el diseño bloques al azar con cuatro repeticiones para el análisis de varianza (ANVA) del experimento propuesto para identificar el efecto de los

tratamientos y bloques. Además del uso de la prueba de Tukey para comparar las medias de los tratamientos que presentan nivel de significancia, con un alfa = 0,05.

2.2.3 Esquema experimental

Tabla 1

Bloques				
Bloque 1	T1	D2	D3	D1
Bloque 2	D3	T1	D1	D2
Bloque 3	D1	D3	D2	T1
Bloque 4	D2	D1	T1	D3

Fuente: Dangelo Albert Bac Sierra. Año 2013.

Tabla 2

Tratamientos	
T1	Testigo sin encalar
D1	877,5 kg/ha de cal dolomita
D2	1170 kg/ha de cal dolomita
D3	1462, 5 kg/ha de cal dolomita

Fuente: Dangelo Albert Bac Sierra

2.2.4 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = U + B_j + F_i + E$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta correspondiente al i-ésimo tratamiento, de la j-ésima repetición

U = Efecto de la medida general común, antes de aplicar los tratamientos

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

F_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E = Error experimental

2.2.5 Variables evaluadas

2.2.5.1 Floración

Se midió a los 40 y 45 días después del séptimo día de que germinó la plántula, donde las flores empiezan a desarrollarse.

2.2.5.2 Rendimiento (kg/ha)

Se determinó el peso promedio de las vainas del cultivo de ejote francés en cada tratamiento y bloque del terreno que se evaluó.

2.2.6 Tratamientos de aplicación de cal dolomita

La dosis de encalado para cada tratamiento se realizó en base a quintales por manzana.

- D1 = 15 qq/Mz.
- D2 = 20 qq/Mz.
- D3 = 25 qq/Mz.

Tratamientos en kg/ha

- T = Testigo sin encalar
- D1 = 877,5 kg/ha de cal dolomita
- D2 = 1170 kg/ha de cal dolomita
- D3 = 1462,5 kg/ha de cal dolomita

2.3 Tamaño del experimento

El experimento se realizó en un área de 144 m², con bloques al azar con cuatro repeticiones, el distanciamiento fue de 20 cm entre planta y 40 cm entre surco, obteniendo un total de 1 800 plantas.

2.4 Manejo del experimento

2.4.1 Preparación del terreno

Se realizó una limpia al área, para tomar las sub-muestras de suelo con un barreno de metal en diferentes partes del área. Al extraer las muestras, se mezclaron, para tener una sola muestra, esta muestra fue secada al aire por más de cuarenta y ocho horas; luego se tamizó y fue llevada al laboratorio del CUNOR, para su respectivo análisis de pH.

2.4.2 Procedimiento para determinar el pH de la muestra de suelo seco.

- a) Se pesaron 20 g de suelo seco tamizado, se introdujo la muestra en un beacker de 100 ml, agregando 20 ml de agua destilada.
- b) Luego se mezcló con un agitador de vidrio periódicamente por 30 minutos.
- c) Análisis del pH de la muestra con el potenciómetro, previo a su estandarización.
- d) El cual dio como resultado un pH de 5,23 que se considera como suelo ácido.

2.4.3 Aplicación de cal dolomita

Al obtener el análisis de pH, se incorporó cal dolomita al terreno y se realizó al voleo en los tres tratamientos, quedó un tratamiento sin encalar en cada uno de los cuatro bloques. Luego se le dio vuelta al suelo mediante el uso de azadón, dejando que reaccionara por treinta días antes de la siembra. A continuación, se presentan los diferentes tratamientos.

Cuadro 3

Tratamientos donde se aplicó cal dolomita en cada bloque

T	D1	D2	D3
Sin encalar	877,5 kg/ha de cal dolomita	1,170 kg/ha de cal dolomita	1, 462,5 kg/ha de cal dolomita

Fuente: Datos obtenidos en el campo. Año 2 013

2.4.4 Siembra

Pasados los treinta días de que se incorporó la cal dolomita, se procedió a realizar la siembra, ésta fue directa, utilizando dos semillas por postura con un distanciamiento de 20 cm entre planta y planta. El peso de semillas utilizadas fue de dos libras de semillas de ejote francés variedad Saporro.

2.4.5 Fertilización

Al transcurrir siete días de la siembra, la semilla germinó, durante este desarrollo hasta su ciclo vegetativo, se aplicó un fertilizante foliar (Frijol Forte) cuya composición química es, Nitrógeno N (6,00 %), Potasio K₂O (2,00 %), Calcio Ca (4,00 %), Magnesio Mg (0,50 %), Cobre Cu (0,20 %), Hierro Fe (0,80 %), Manganeso Mn (0,80 %), Zinc Zn (1,50 %), Boro B (0,40 %), Molibdeno Mo (0,10 %), Cobalto Co (0,05 %), ingredientes inertes (83,65 %). Este fertilizante líquido esta, formulado para ser aplicado al follaje de las plantas como un complemento a la fertilización edáfica en leguminosas, específicamente frijol.

Se aplicaron 50 cc en una bomba de 16 litros de agua cada siete días, durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

2.4.6 Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente, esto dependía del grado de desarrollo de las mismas. Se realizaron tres limpiezas de malezas durante el ciclo vegetativo del cultivo.

2.4.7 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas, se aplicó el insecticida de nombre comercial: Volatón 50 EC, dosis recomendada 50 cc por bomba de 16 L de agua. i/a Phoxim.

También se utilizó un insecticida de nombre comercial: BELAK 35 EC, con dosis recomendada de 50 cc por bomba de 16 litros de agua. i/a Hidrametilnona.

Las plagas que afectan al cultivo son; Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), Gusano cortador (*Agrotis sp.*), Tortuguilla (*Diabrotica sp.*), Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*).

En la plantación se identificó un hongo de nombre alternaria que causa lesión en las hojas.

Para el control de este hongo se le aplicó un fungicida de nombre comercial: Cupravit, con dosis recomendada de 50 cc por bomba de 16 L. Se realizaron dos aplicaciones durante el ciclo del cultivo. i/a oxiclورو de cobre.

2.4.8 Análisis de pH después de treinta días de la siembra

Transcurridos los treinta días de la siembra se realizó el análisis de pH a cada uno de los diferentes tratamientos. El procedimiento para determinar el pH de la muestra de cada uno de los diferentes bloques, fue el mismo que se menciona en el numeral 2.4.2.

2.4.9 Cosecha

Se realizó a los sesenta días, el corte de las vainas fue manual, para no dañar el cultivo, ya que, al inicio del primer corte, las plantas florecían, debido a que la flor es el órgano más sensible de la planta, cualquier mal corte de las vainas implica un daño a la flor lo cual interfiere en la producción del fruto.

2.4.10 Riego

No hubo necesidad de riego ya que en los meses de Agosto y Septiembre existió precipitación pluvial constante; éstas fueron; para el mes de Agosto 227,9 mm y para el mes de Septiembre 280,0 mm, según datos del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala, (INSIVUMEH)³¹.

³¹<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ALTA%20VERAPAZ/COBAN%20PARAMETROS.htm>. Fecha de visita, 17/10/13.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la tabla 3 se presentan las dosis de cal dolomita en cuanto a los días de floración del cultivo de ejote francés, después de los siete días de que la planta germinó, se hizo un conteo con respecto a los días en los diferentes tratamientos con las dosis de cal dolomita D1 (877,5 kg/ha), D2 (1170 kg/ha) y D3 (1462,5 kg/ha).

El resultado fue un promedio de: D1 (45,25 días), D2 (45,75) y D3 (46) días de floración. Después de los días mencionados aún el cultivo seguía desarrollando flores.

Tabla 3
Días de floración del cultivo de ejote francés en cada tratamiento

Repeticiones	Dosis de cal kg/ha		
	D1 877,5 kg/ha	D2 1170 kg/ha	D3 1462,5 kg/ha
T1	A los 45 días	A los 46 días	A los 45 días
T2	A los 45 días	A los 46 días	A los 46 días
T3	A los 46 días	A los 46 días	A los 47 días
T4	A los 45 días	A los 45 días	A los 46 días
	Promedio		
Promedio	45,25	45,75	46

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo. Año 2013

Tabla 4
Análisis de varianza para los días de floración

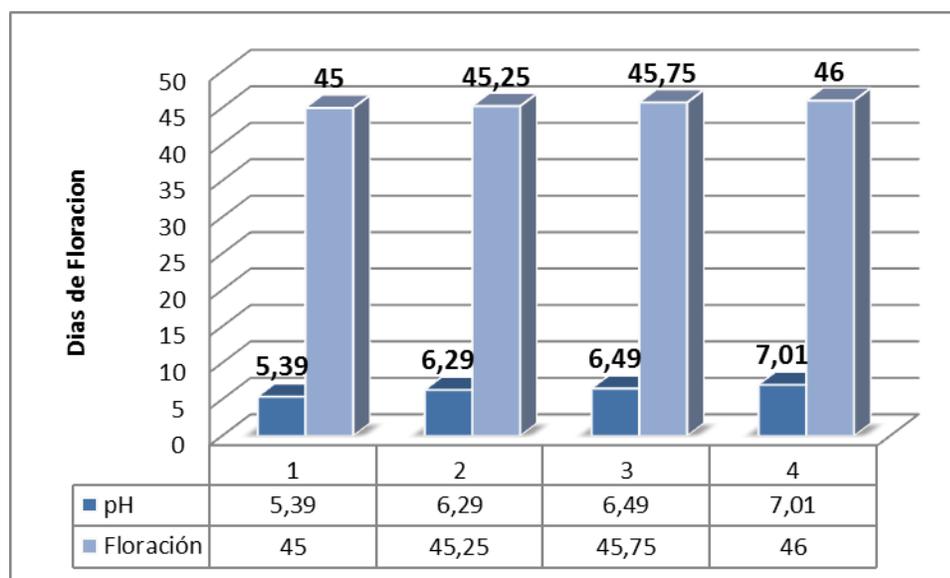
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F o f de la tabla
Entre grupos (diferentes tratamientos)	2,25	4-1 = 3	0,74	1,63636364	0,233140444	3,490294819
Dentro de los grupos	5,5	12	0.458333333			
total	7,75	15				

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo. Año 2013.

Como la $F_o = 1,63636363636364 < F_t = 3,4902948194976$ no existe significancia entre los tratamientos.

Según se puede observar en la anterior tabla de análisis de varianza (ANVA) para los días de floración, se nota que no existe significancia, el dato obtenido en campo (F observado) no supera a valor crítico para F.

Gráfica 1
Análisis de los días a la floración según el pH



Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 5

Valores de pH vrs días de floración

pH	Floración
5,39	45
6,29	45,25
6,49	45,75
7,01	46

Fuente: Dangelo Bac Sierra.

En la gráfica se ejemplifica el comportamiento a los días de floración con los niveles de pH, al inicio con un pH ácido, y posteriormente al hacer uso de la cal dolomita en diferentes dosis en cada uno de los tratamientos resultó un pH neutro.

Tabla 6
Varianza para el peso de la vaina en onzas en cada bloque.

Peso en onzas de cada bloque de (3 m x 3 m), primer corte			
T	D1	D2	D3
16	15	16	24
27	31	16	32
17	32	28	24
26	30	28	32
$\bar{x} = 21,5$ onzas	$\bar{x} = 27$ onzas	$\bar{x} = 22$ onzas	$\bar{x} = 28$ onzas

Fuente: Dangelo Bac Año 2 013

En la tabla 6 se muestra el peso de las vainas de ejote francés, el peso se estimó en cada bloque de 3 m x 3 m. El peso esta medido en onzas, por lo que en las siguientes tablas 7, 8, 9 y 10 se muestran las varianzas en onzas, ya que se realizaron cinco cortes de ejote durante el ciclo vegetativo.

Tabla 7

Peso en onzas de cada bloque de (3 m x 3 m), segundo corte			
T	D1	D2	D3
18	16	15	21
28	27	19	30
19	30	25	23
23	28	30	31
$\bar{x} = 22$ onzas	$\bar{x} = 25$ onzas	$\bar{x} = 22$ onzas	$\bar{x} = 26$ onzas

Fuente: Dangelo Bac Año 2 013

Tabla 8

Peso en onzas de cada bloque de (3 m x 3 m), tercer corte			
T	D1	D2	D3
17	18	18	24
26	28	20	29
20	30	26	27
24	26	28	31
$\bar{X} = 21,75$ onzas	$\bar{X} = 25,5$ onzas	$\bar{X} = 23$ onzas	$\bar{X} = 27,75$ onzas

Fuente: Dangelo Bac Año 2 013

Tabla 9

Peso en onzas de cada bloque de (3 m x 3 m), cuarto corte			
T	D1	D2	D3
20	17	16	26
26	23	19	27
21	24	23	30
15	26	29	32
$\bar{X} = 20,5$ onzas	$\bar{X} = 22,5$ onzas	$\bar{X} = 21,75$ onzas	$\bar{X} = 28,75$ onzas

Fuente: Dangelo Bac Año 2 013

Tabla 10

Peso en onzas de cada bloque de (3 m x 3 m), quinto corte			
T	D1	D2	D3
20	17	17	25
24	22	19	28
19	25	24	32
17	27	26	29
$\bar{X} = 20$ onzas	$\bar{X} = 22,75$ onzas	$\bar{X} = 21,5$ onzas	$\bar{X} = 28,5$ onzas

Fuente: Dangelo Bac Año 2 013

Tabla 11

En las tablas 11, 12, 13, 14 y 15, se muestra el peso en kg de cada bloque del cultivo de ejote francés, de los cinco cortes.

Peso en kg en cada bloque (3 m x 3 m) primer corte			
T	D1	D2	D3
0,4545	0,42613	0,4545	0,6818
0,7670	0,8806	0,4545	0,9090
0,4829	0,9090	0,7954	0,6818
0,7386	0,8522	0,7954	0,9090

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 12

Peso en kg en cada bloque (3 m x 3 m) segundo corte			
T	D1	D2	D3
0,5103	0,4536	0,4253	0,5954
0,7900	0,7655	0,5387	0,8506
0,5387	0,8506	0,7088	0,6521
0,6521	0,7939	0,8506	0,8789

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 13

Peso en kg en cada bloque (3 m x 3 m) tercer corte			
T	D1	D2	D3
0,4820	0,5103	0,5103	0,6805
0,7372	0,7939	0,5670	0,8222
0,5671	0,8506	0,7372	0,7655
0,6805	0,7372	0,7939	0,8789

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 14

Peso en kg en cada bloque (3 m x 3 m) cuarto corte			
T	D1	D2	D3
0,5670	0,4820	0,4536	0,7372
0,7372	0,6521	0,5387	0,7655
0,5954	0,6805	0,6521	0,8506
0,4253	0,7372	0,8222	0,9073

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 15

Peso en kg en cada bloque (3 m x 3 m) cuarto corte			
T	D1	D2	D3
0,5670	0,4820	0,4820	0,7088
0,6805	0,6238	0,5387	0,7939
0,5387	0,7088	0,6805	0,9073
0,4820	0,7655	0,7372	0,8222

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013.

En las siguientes tablas, 16, 17, 18, 19 y 20 se presenta el rendimiento en kg/ha del cultivo de ejote francés, de los cinco cortes.

Tabla 16

Rendimiento en kg/ha, primer corte			
T	D1	D2	D3
505,05	473,48	505,05	757,57
852,27	978,53	505,05	1010,10
536,61	1010,10	883,83	757,57
820,70	946,96	883,83	1010,10
$\bar{x} = 678,66$	$\bar{x} = 3409,27$	$\bar{x} = 694,44$	$\bar{x} = 883,84$

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 17

Rendimiento en kg/ha, segundo corte			
T	D1	D2	D3
567,00	504,00	472,56	661,56
877,78	850,56	598,56	945,11
598,56	945,11	787,56	724,56
724,56	882,11	945,11	976,56
$\bar{x} = 691,97$	$\bar{x} = 795,44$	$\bar{x} = 700,94$	$\bar{x} = 826,94$

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 18

Rendimiento en kg/ha, tercer corte			
T	D1	D2	D3
535,56	567,00	567,00	756,11
819,11	882,11	630,00	913,56
630,11	945,11	819,11	850,56
756,11	819,11	882,11	976,56
$\bar{x} = 685,22$	$\bar{x} = 803,33$	$\bar{x} = 724,56$	$\bar{x} = 874,19$

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 19

Rendimiento en kg/ha, cuarto corte			
T	D1	D2	D3
630,00	535,56	504,00	819,11
819,11	724,56	598,56	850,56
661,56	756,11	724,56	945,11
472,56	819,11	913,56	1008,11
$\bar{x} = 645,81$	$\bar{x} = 708,83$	$\bar{x} = 685,17$	$\bar{x} = 905,72$

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

Tabla 20

Rendimiento en Kg/ha, quinto corte			
T	D1	D2	D3
630,00	535,56	535,56	787,56
756,11	693,11	598,56	882,11
598,56	787,56	756,11	1008,11
535,56	850,56	819,11	913,56
$\bar{x} = 630,06$	$\bar{x} = 716,69$	$\bar{x} = 677,33$	$\bar{x} = 897,83$

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013

En la tabla 21 se muestran los rendimientos totales de los bloques como de las repeticiones, del cultivo de ejote francés.

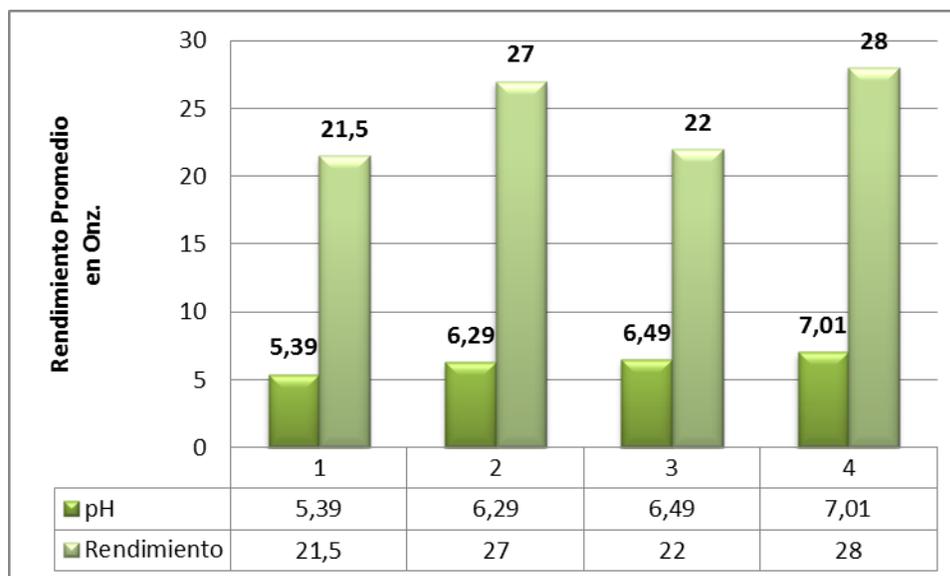
Tabla 21

Repeticiones	Sin Enmienda	Enmienda 877,5 kg/ha	Enmienda 1170 kg/ha	Enmienda 1462,5 kg/ha
Repetición 1	2867,61	2615,60	2584,16	3781,91
Repetición 2	4124,38	4128,87	2930,72	4601,43
Repetición 3	3025,39	4443,99	3971,17	4285,91
Repetición 4	3309,48	4317,86	4443,73	4884,88
Total	13326,86	15506,32	13929,78	17554,13

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2 013.

Gráfica 2

pH vrs. rendimiento (promedio en onzas)



Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Tabla 23

Valores de pH vrs días de floración

pH	Rendimiento
5,39	21,5
6,29	27
6,49	22
7,01	28

Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

En la gráfica 2 se muestra el rendimiento promedio por onza del ejote francés, donde el rendimiento aumenta conforme aumenta el pH del suelo, esto se debe a los diferentes incrementos de cal dolomita que se aplicaron a los diferentes bloques.

3.1 Discusión de resultados para el análisis de días de floración y para el rendimiento final (kg/ha) del cultivo.

Se acepta la hipótesis, ya que al aplicar cal dolomita al suelo en dosis de 1462,5 kg/ha mejoró el rendimiento en kg/ha del ejote francés, en cuanto a los demás tratamientos.

Es evidente, al no aplicar cal dolomita, los rendimientos en el cultivo no incrementan a diferencia de los tres tratamientos, donde se realizó la enmienda.

En base a la observación de los datos de campo, en cuanto al rendimiento final de peso en kg de frutos y las aplicaciones de cal dolomita para enmienda de los suelos, con valores finales muy cercanos a 7 (valor neutro) denotan un mayor rendimiento por lo tanto es necesario la corrección de la acidez del suelo, principalmente para una mejor absorción y asimilación de nutrientes.

Al observar los valores de pH en cuanto al rendimiento, cuando estos van en aumento de 5,39 a 7,01, el rendimiento se incrementa ya que, según fuentes de literatura, pH con valores que van de 5,5 a 7 corresponden a índices de acidez óptimos para el buen crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* var. Saporro.

Índice de acidez en el suelo con valores muy cercanos a 7 generalmente son los más óptimos para el cultivo de hortalizas, así mismo esto contribuye a mantener la correcta y eficiente asimilación de nutrientes disponibles en el suelo, a la vez esto es benéfico para mantener estables las relaciones de la micro flora y fauna de la rizosfera.

El empleo de cal dolomita corresponde a una de las muchas alternativas de enmienda de suelos principalmente a suelos ácidos,

su uso es indispensable para la corrección de pH y aumenta la alcalinidad de suelos con el fin de que se produzcan reacciones físicas del suelo y que haya una mejor disponibilidad de micro y macro nutrientes en el suelo.

De acuerdo a los resultados observados y obtenidos en campo, el pH influye en el cultivo de ejote francés, ya que al tener valores ácidos los macro y micronutrientes no son asimilables para la planta, aunque muchas veces se encuentran allí para lo cual es necesario la aplicación de enmiendas para que se produzcan las reacciones químicas y el efecto corrector para que los nutrientes sean aprovechados por la planta.

CONCLUSIONES

En el tratamiento sin enmienda, las plantas manifiestan un desarrollo menos vigoroso, que los tratamientos con una aplicación de enmienda de cal dolomita, esto se observó con en el rendimiento final de las plantas habiendo una diferencia entre sin enmienda y con enmiendas.

Al aplicar cal dolomita, las plantas presentan más follaje, plantas más vigorosas, sanas, esto es por una mejor asimilación de nutrientes, el manejo agronómico fue igual, la cal dolomita, es una correctora de acidez en el suelo, provoca que los nutrientes estén más disponibles a la planta.

Por lo tanto, la cal dolomita sí contribuye a la reducción de acidez en el suelo para el cultivo de ejote francés, ya que mejora la disponibilidad de nutrientes al suelo para el crecimiento y desarrollo de la planta.

En el análisis estadístico se demuestra que la acidez del suelo de la granja agrícola del Centro Universitario del Norte (CUNOR), no influye en el desarrollo de la floración. No tienen ninguna influencia en provocar o hacer que las plantas tengan una floración precoz.

El tratamiento D3 en base al análisis estadístico de una prueba múltiple de medias (prueba Tukey), es el que presenta un mayor rendimiento, 1462,5 kg/ha, esto se debe a que el valor de pH de 7,01 muy cercano al neutro, es un valor óptimo para reacciones químicas que hacen que los micro y macro nutrientes estén disponibles en el suelo para una correcta asimilación en la planta.

El suelo en el área de la granja del Centro Universitario del Norte (CUNOR), obtuvo los mejores resultados aplicando cal dolomita en la dosis D3 = 1 462,5 kg/ha, que elevó el pH de 5,39 a 7,01.

Los efectos de cal dolomita al suelo para el cultivo de ejote francés, sí favorecen al desarrollo tanto en la etapa de germinación como para el ciclo vegetativo, ya que, al aumentar la dosis de cal, el pH se vuelve básico y ayuda a disminuir la acidez del suelo

RECOMENDACIONES

- a) Las enmiendas de cal dolomita, deben hacerse de acuerdo a un análisis químico de determinación de suelo, para determinar la cantidad de enmienda de cal dolomita a emplearse para lograr pHs cercanos a 7, que favorezcan un mejor desarrollo del cultivo.
- b) Evaluar el pH final, al concluir el ciclo del cultivo, para determinar la variación que existe con la aplicación de fertilizantes, y analizar la necesidad de aplicación de una enmienda de corrección.
- c) Investigar las aplicaciones de enmienda en otros cultivos de la misma familia como; arveja, arveja china y otras legumbres de exportación.

BIBLIOGRAFÍA

Buckman, Harry O. y Brady, Nyle C. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Barcelona, España: Editorial Sintet, 1977.

Cal dolomita. <http://www.comcementos.com> (07 de octubre de 2013).

Chocooj Pop, Oscar Humberto. *Evaluación del rendimiento de dos variedades de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.), bajo dos niveles de fertilización química-orgánica y una química en el barrio Bella Vista del municipio de Cobán, Alta Verapaz*. Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico Universitario en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte-Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Agronomía, 2007.

Cruz, Héctor Leonel. *Naturaleza del ejote*. 2010. <http://issuu.com/goartgt/docs/> (07 de octubre de 2013).

Foth, Henry D. *Fundamentos de la ciencia del suelo*. México: Cecsa, 1986.

Guzmán Reyes, CA. *Efectos del encalado en tres intervalos de incorporación al suelo de tres materiales calcáreos en el cultivo del Ejote Francés (Phaseolus vulgaris L.), variedad corona, en la finca Sachamach, Cobán Alta Verapaz*. Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico Universitario en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte-Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: carrera de Agronomía, 2000.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INSIVUMEH-. *Precipitación mensual en Cobán, Alta Verapaz*. <http://www.insivumeh.gob.gt/ologia>. (07 de octubre de 2013).

Lauritz Sorensen, Peter. *Definición de Ph*. 2008. <http://quimica1general1> (14 de octubre de 2013).

Lemus Díaz, Raúl Daniel. *Rendimiento de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.) var. Palermo y Jade con dos fuentes de fertilización química al momento de la siembra*. Realizada en Santa Cruz, Alta Verapaz. Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Agronomía, 2009.

Molina, Eloy. *Acidez del suelo y su encalado*. 1998. <http://anfagal.org.pdf>. (07 de octubre de 2013).

Polanco Moll, OJ. *Comparación de dos planes de manejo integrado del cultivo de Ejote Francés (Phaseolus vulgaris L.), para control de roya (Uromyces appendiculatus), Asesoría Técnica y Servicios comunitarios en la comunidad Ixcayán, Salamá, Baja Verapaz*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 2009.

Química del suelo. <http://quimica1general.blog.spot.com> (04 de octubre de 2013).

Roca Pérez, EM. *Financiamiento de unidades agrícolas (producción de café) y proyecto: producción de ajo*. Ejercicio Profesional Supervisado. Municipio de San Juan la Laguna, Sololá. Carrera Licenciado en Administración de Empresas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Ciencias Económicas, 2008.

Urrutia Milian, Erick Rolando. *Evaluación de tres materiales de enmienda para suelos ácidos, en el cultivo de Ejote Francés (Phaseolus vulgaris L.), en la finca Sachamach, Cobán Alta Verapaz*. Informe Práctica Profesional Supervisada. Técnico Universitario en Producción Agrícola. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán Alta Verapaz, Guatemala: carrera de Agronomía, 2000.



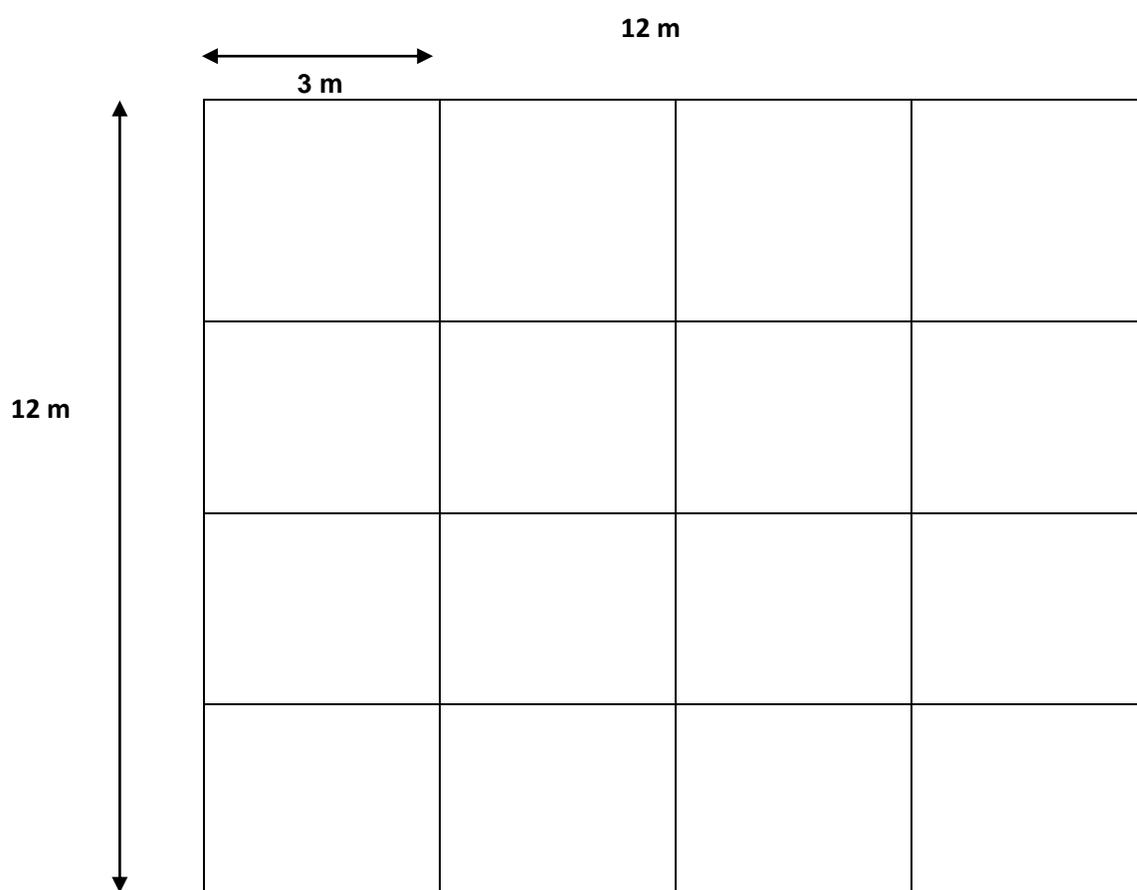
V.º B.º
Adán García Véliz

Adán García Véliz
 Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
 Bibliotecario



ANEXO

Disposición de bloques



Fuente: Dangelo Bac Sierra. Año 2013.

Fotografía 1
Análisis de pH antes de la siembra



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Primer análisis de pH con el potenciómetro, antes de hacer la enmienda de cal dolomita al suelo, pH evaluado, 5,23.

Fotografía 2
Incorporación de cal dolomita al suelo antes de la siembra



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Enmienda de cal dolomita antes de la siembra para evaluar los niveles de pH, en cada uno de los diferentes tratamientos, dejando un tratamiento como testigo sin encalar.

Fotografía 3
Día de la siembra



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Elaboración de surcos en el área experimental antes de la siembra del cultivo de ejote francés.

Fotografía 4
Germinación de la planta, después de los siete días de la siembra



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Desarrollo del cultivo del ejote francés a los quince días de haber germinado la planta.

Fotografía 5
Análisis de pH treinta días después de la siembra en cada uno de los tratamientos



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

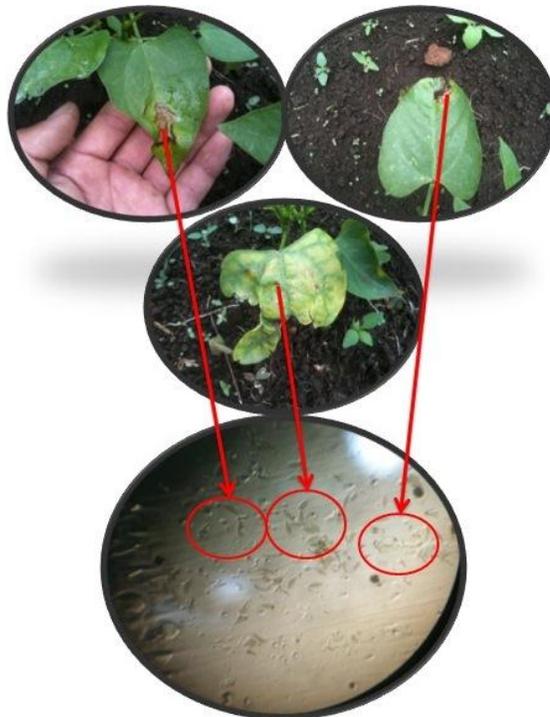
Muestras de suelo del diseño experimental tomados a los treinta días de la siembra, en cada tratamiento; T (sin encalar) = 5,39, D1 = 6,29, D2 = 6,49, D3 = 7,01.

Fotografía 6
Evaluación del pH en cada tratamiento con el potenciómetro



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Fotografía 7
Identificación de hongo alternaria en el cultivo de ejote francés;
Hongo de alternaria; causa lesión en las hojas



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Fotografía 8

Inicio de la floración de la planta a los cuarenta y cinco días de su desarrollo



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

Fotografía 9

Cosecha y comercialización de la vaina de ejote francés



Tomada por: Dangelo Bac Sierra. Año 2013

**USAC
CUNOR**

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Norte



El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

TÉCNICO EN PRODUCCION AGRICOLA

Al trabajo titulado:

COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris L. var. Saporro*), EN DIFERENTES NIVELES DE pH EN EL SUELO, EN LA FINCA SACHAMACH, COBÁN, ALTA VERAPAZ.

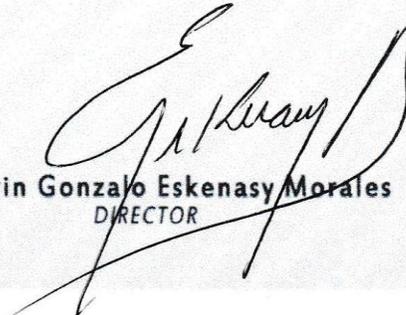
Presentado por el (la) estudiante:

DANGELO ALBERT BAC SIERRA

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 17 de Febrero de 2017.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR

