

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

TRABAJO DE GRACUACIÓN



EVALUACIÓN DE CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA
BAJO FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO
DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) EN CONDICIONES DEL
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ

CRISTIAN OSWALDO TENI JUÁREZ
201340612

COBÁN, ALTA VERAPAZ, SEPTIEMBRE DE 2017

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA BAJO
FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE
AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) EN CONDICIONES DEL MUNICIPIO
DE COBÁN, ALTA VERAPAZ

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR
CRISTIAN OSWALDO TENI JUÁREZ
CARNET: 201340612

COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, SEPTIEMBRE DE 2017

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquín Yoj

REPRESENTANTE DE DOCENTES: Ing. Geól. Fernando Monterroso Rey

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda

PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. *MSc* Sandra Anabella Tello Coutiño

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR: Ing. Agr. *MSc* Edgar Armando Ruiz Cruz

SECRETARIA: Ing. Agr. Lisbeth Johana Paredes Matta

VOCAL: Ing. Agr. *MSc* Sandra Anabella Tello Coutiño

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Civil *MSc* Julio Enrique Reynosa Mejía

REVISOR TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. Lisbeth Johana Paredes Matta

ASESOR

Ing. Agr. *MSc* Alex Ernesto Chén Chiquín



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., 27 de julio de 2017.
Ref. 15-A-248/2017.

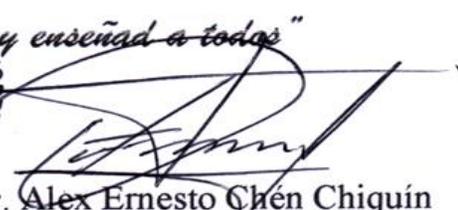
Señores:
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR.

Estimados señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que he revisado el trabajo de graduación titulado:
“Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra bajo fertilización química y orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en condiciones del municipio de Cobán, Alta Verapaz.”

Al respecto como asesor puedo indicar que a mi juicio, el informe reúne las calidades requeridas por la Carrera, por lo que recomiendo se le dé el trámite respectivo para ser aprobado como Informe Final de Práctica Profesional Supervisada, del estudiante **Cristian Oswaldo Tení Juárez**.

Atentamente,



Ing. Agr. MSc. Alex Ernesto Chén Chiquín
Asesor Principal

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., 10 de agosto de 2017
Ref. 15-A-250/2017

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: **“Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra bajo fertilización química y orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en condiciones del municipio de Cobán, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Cristian Oswaldo Tení Juárez** y de acuerdo a mi opinión cumple con las sugerencias y/o correcciones formuladas por la Comisión de PPS, por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“Dad y enseñad a todos”

Sandra Anabella Tello Coutiño

Inga. Agr. M. C. 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., 29 de agosto de 2017

Ref. 15-A-251/2017

Señores:

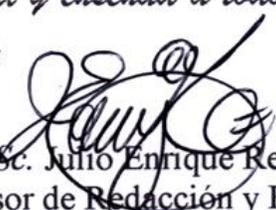
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra bajo fertilización química y orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en condiciones del municipio de Cobán, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Cristian Oswaldo Tení Juárez** 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,

Comisión Trabajos de Graduación
USAC - CUNOR
“Dad y enseñad a todos”

Agente Civil MSc. Julio Enrique Reynosa Mejía
Revisor de Redacción y Estilo
Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía –CUNOR-

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: agroacunor@gmail.com

Cobán, A.V., 12 de septiembre de 2017
Ref. 15-A-266/2017

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 **“Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra bajo fertilización química y orgánica en el cultivo de amaranto *Amaranthus caudatus*) en condiciones del municipio de Cobán, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por estudiante **Cristian Oswaldo Tení Juárez** 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 Tení Juárez, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,



“Dad 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 trabajo de graduación titulado: Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra bajo fertilización química y orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en condiciones del municipio de Cobán, Alta Verapaz; como requisito previo para optar al título profesional de Técnico en Producción Agrícola.



Cristian Oswaldo Teni Juárez

201340612

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada carrera, es la responsable de la estructura y la forma”

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

DEDICATORIA A:

- DIOS:** Principal responsable por este triunfo, por las bendiciones y su protección a lo largo de mi vida.
- MI MADRE:** Emely Victoria Juárez Molina, gracias por toda la paciencia, cariño y amor, este trabajo está dedicado especialmente para ti.
- MI PADRES:** Nelson Teni y Rubén Teni, que en paz descansen, gracias por enseñarme el valor del trabajo, la perseverancia y el amor a mi madre, siempre te estaré agradecido por todo lo que en mi forjaste y en mi alma guardare, gracias un abrazo hasta el cielo, te quiero mucho papa.
- MIS TIOS:** Edgar Estuardo Molina Samayoa y Zoila Filomena Juárez Molina por su cariño y apoyo Incondicional en todo el proceso de mi formación como profesional.
- MIS HERMANOS:** Ángel José Julián, Cinthia Fernanda, Fátima Alejandra y Fátima Melissa por todo su apoyo, cariño y motivación otorgado en todo momento.
- MIS ABUELOS:** Hugo Juárez Izaguirre y Zoila Molina por ser un pilar fundamental en mi vida y educación, gracias papas.

AMIGOS Y AMIGAS:

Por su apoyo y confianza; gracias a todos por estar siempre conmigo, por todos los años compartidos y por haber estado a mi lado en los malos momentos, pero sobre todo por los momentos de felicidad, gracias por todo su apoyo y cariño, que Dios los bendiga siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi madre, por toda la paciencia y amor a lo largo de todos estos años.

La Universidad de San Carlos de Guatemala y al Centro Universitario del Norte por darme las herramientas que me permitirán desenvolverme en el campo profesional.

La Familia Guzmán Sosa por toda la enseñanza, cariño y amor compartidos, les estoy muy agradecido.

Edgar Estuardo Molina Samayoa y Zoila Juárez Molina, por su apoyo de siempre en todo el proceso de mi educación superior.

Licenciado economista Carlos Gómez Cahuex e Ing. Julio Reynosa, por el apoyo dado y la paciencia en la investigación.

A mis amigos, especialmente a Néstor Gómez, Julio Cucul Chamam, Luis Guerra, Carlos Meléndez, Charlotte Fraatz, Darwin Pacay, Carlos Pérez, Jimmy Mencos, José Sanabria, Elder Cucul, Efraín Tecu, William Pec, David Barrios, William Prado Quiroa, Mario Otuc y Néstor Herrera, gracias por sus consejos y regaños a lo largo de todos estos años y por su amistad.

ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
HIPÓTESIS	5
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVOS	9
General	9
Específicos	9

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1	Antecedentes	11
1.2	Amaranto (<i>Amaranthus spp</i>)	12
	1.2.1 Generalidades	12
	1.2.2 Nombre científico	12
	1.2.3 Nombres comunes	12
	1.2.4 Familia	12
	1.2.5 Procedencia	13
1.3	Características	14
	1.3.1 Morfológicas	14
	a. Raíces	14
	b. Tallo	14
	c. Hojas	15
	d. Inflorescencias	15
	e. Polinizaciones	15
	f. Fruto	15
	g. Semillas	16
	h. Cosecha	16
	1.3.2 Taxonómicas	17
1.4	Uso	17
1.5	Densidad de siembra	18
	1.5.1 Densidad A (0,8 m-0,5 m)	18
	1.5.2 Densidad B (0,6 m- 0,8 m)	19
	1.5.3 Densidad C (0,5 m- 0,7 m)	19

1.5.4 Densidad D (0,9 m- 0,6 m)	19
1.6 Fertilización	20
1.6.1 Química	20
1.6.2 Orgánica	21
a. Lombricompost	21

CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL

2.1 Descripción del área	23
2.1.1 Ubicación geográfica	23
2.1.2 Características hidrográficas	23
2.1.3 Tipos de suelo	24
2.1.4 Clima	24

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1 Diseño experimental	25
3.1.1 Modelo estadístico	25
3.1.2 Análisis experimental	26
3.1.3 Tratamientos	26
3.2 Variables respuesta	27
a. Altura de la planta al momento del corte	27
b. Número de hojas por planta	27
c. Peso bruto fresco	27
d. Peso bruto seco	27
3.3 Características del material experimental	27
3.4 Manejo del experimento	28
a. Elaboración de semillero y siembra	28
b. Preparación del terreno	28
c. Trasplante	28
d. Raleo	28
e. Fertilización	28
f. Limpias	29
g. Control de plagas y enfermedades	29
h. Cosecha	29

CAPÍTULO 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Altura de planta	32
4.2 Peso bruto fresco	35
4.3 Peso bruto seco	37
4.4 Número de hojas por planta	39

CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	51
1 Cronograma de actividades	51
2 Resultados promedio para cada una de las variables estudiadas	52

ÍNDICE DE CUADROS

1	Unidad experimental	26
2	Distribución de parcelas en el campo	
3	Resumen de los resultados promedio obtenidos para cada una de las variables analizadas	26
4	ANDEVA para la variable altura al momento del corte	32
5	Promedios de tratamientos de la variable altura de planta al momento del corte	33
6	Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable altura de planta	34
7	Resultados promedio para la variable peso bruto fresco	35
8	ANDEVA para la variable peso bruto fresco de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) de mayo a julio de 2016	36
9	Resultados promedio para la variable peso bruto seco	37
10	ANDEVA peso bruto seco de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) de mayo a julio de 2016	38
11	Resultados promedio para la variable número de hojas por planta	39
12	Resultados obtenidos en campo para la variable número de hojas por planta	40
13	ANDEVA del número de hojas por planta	41
14	Promedios de tratamientos de la variable número de hojas por planta	42
15	Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable número de hojas por planta	42

LISTADO DE ABREVIATURAS, SIGLAS Y SÍMBOLOS DEL SISTEMA INTERNACIONAL, QUE APARECEN EN EL TRABAJO

%	porcentaje
A.V.	Alta Verapaz
A.M.C.	Altura al Momento de Corte
ANDEVA	Análisis de varianza
cm	centímetro
CUNOR	Centro Universitario del Norte
d	día
g	gramo
h	hora
INE	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala
K	Potasio
kg/ha	kilogramo por hectárea
m	metro
mm	milímetro
msnm	metro sobre el nivel del mar
N	Nitrógeno
N.H.P.	Numero de Hojas por Planta
P	Fósforo
P.B.F.	Peso Bruto Fresco
p/ha	planta por hectárea
t/ha	tonelada por hectárea

RESUMEN

El presente informe refiere a la evaluación del efecto de cuatro densidades de siembra bajo fertilización química y orgánica, sobre el desarrollo y producción, de amaranto (*Amaranthus caudatus*), en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.

En el experimento se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas que se evaluó en los bloques y en las parcelas, con ocho tratamientos y tres repeticiones. Las distancias de siembra fueron: A) 0,8 m entre surco por 0,5 m entre planta con una densidad de 25 000 p/ha, B) 0,6 m entre surco por 0,8 m entre planta con una densidad de 20 833 p/ha, C) 0,5 m entre surco por 0,7 m entre planta con una densidad de 28 571 p/ha y D) 0,9 m entre surco por 0,6 m entre planta con una densidad de 18 518 p/ha. Las variables evaluadas fueron: a) altura de plantas al momento de corte, b) número de hojas por planta, c) peso bruto fresco, d) peso bruto seco; estas variables estuvieron en estudio bajo fertilización química y orgánica.

Según los resultados y el análisis de varianza para las variables evaluadas, solo hubo diferencia significativa en las variables altura al momento de corte y número de hojas por planta, por lo cual se sometieron a la prueba de comparación de medias de Tukey; como resultado, el mejor tratamiento para las dos variables fue el D1 que representa el distanciamiento de 0,9 m entre surco y 0,6 m entre plantas, al aplicar fertilización química. Por lo que se sugiere utilizar el distanciamiento de 0,9 m por 0,6 m con una densidad de 18 518 p/ha y fertilización química en amaranto (*Amaranthus caudatus*) bajo las condiciones de la granja agrícola del CUNOR, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país en vías de desarrollo con muchos problemas, uno de los más grandes es el crecimiento poblacional y aún más preocupante es la falta de seguridad alimentaria. De acuerdo al mapa de pobreza elaborado por Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Banco Mundial, la población rural que vive en Alta Verapaz es la que se encuentra en peores condiciones de pobreza, el 89,6 % de la población rural vive en pobreza, mientras que 46,7 % en extrema pobreza; en varios municipios de Alta Verapaz más de la mitad de la población rural vive en extrema pobreza, como en Panzós, con un 76 % ; Tukurú y Chisec, ambos con 65 %; Santa Catalina La Tinta, con 61 % y San Cristóbal Verapaz, con 54 %.

En un cultivo como el amaranto (*Amaranthus caudatus*) se encuentra una posible solución para mejorar la seguridad alimentaria de la población más vulnerable del área rural de las Verapaces. Actualmente el amaranto se promueve como alternativa en el tema de seguridad alimentaria por parte de diferentes instituciones en la región, por lo que la generación de conocimientos técnicos sobre la producción de este cultivo es de gran ayuda para promover aún más el amaranto en el área, por ende, en esta investigación se evaluaron cuatro distanciamientos de siembra bajo fertilización química y orgánica para la producción de la planta de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.

En la producción de cualquier cultivo, como en el amaranto, la densidad de siembra adecuada es fundamental, ya que influye sobre la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes, cuando la densidad de siembra no es adecuada afecta el poder alcanzar coberturas uniformes desde etapas tempranas, especialmente en períodos críticos del cultivo.

Cabe mencionar que además del distanciamiento, la fertilización también es muy importante, entonces tiene que existir una relación adecuada dentro de la fertilización y su distanciamiento de siembra para una producción óptima, lo cual se establece en la utilización de fertilizante químico, esto debido a la disposición de nutrientes para la planta, generalmente estos son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas.

El nitrógeno está relacionado con el crecimiento de ramas y hojas, ayuda a mantener su color verde y, al formar parte de la clorofila, favorece la germinación. Cuando falta nitrógeno, las hojas se amarillean y dejan de crecer.

El fósforo propicia la formación de flores y frutos. Les aporta la fuerza necesaria para mantenerse rígidas y sostener todas sus partes. También estimula el desarrollo de las raíces. Si falta fósforo, las hojas se oscurecen más de lo normal y la planta deja de florecer.

Por su parte el potasio es el responsable de la multiplicación celular y de la formación de tejidos más resistentes a la sequía, las heladas, las plagas y enfermedades. Si no hay potasio, las hojas muestran severos cambios de color en tonalidades amarillentas o verde muy pálido, con manchas de color café.

En base a lo anterior es de vital importancia conocer un distanciamiento efectivo para aprovechar al máximo el cultivo. Por lo tanto el objetivo fundamental de la presente investigación es generar

información sobre el comportamiento del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en cuanto a su densidad de siembra.

Se estableció que el mejor distanciamiento de siembra es de 0,9 m entre surco y 0,6 m entre planta.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La población rural que vive en Alta Verapaz se encuentra en condiciones de pobreza extrema, de acuerdo a un estudio elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Banco Mundial.

La seguridad alimentaria en estas áreas es inadecuada, por lo que es necesario producir alimentos que mejoren la calidad de vida de la gente. La implementación de hortalizas tiene muy buenas expectativas, desde un punto de vista socio-económico y de seguridad alimentaria, para los productores agrícolas gracias a sus grandes propiedades nutricionales, sus ciclos de producción y su adaptabilidad a las condiciones climáticas del medio actual.

Por otra parte en los últimos diez años la crisis económica y la seguridad alimentaria se ha complicado para el país y sobre todo para el área de las Verapaces, son muchos los problemas que la población presenta, sin embargo existen alternativas prometedoras en cuanto a la producción de cultivos agrícolas no tradicionales, uno de estos cultivos es el amaranto como se conoce en el medio, sin embargo se conoce muy poco sobre el manejo técnico de este cultivo, por ejemplo la densidad de siembra óptima para su producción así como su respuesta a fertilización tanto química como orgánica.

Con el presente estudio se pretende ayudar a resolver parte de la problemática ya expuesta y dar a los productores opciones nuevas de cultivo y comercialización y por consiguiente otros ingresos.

Para ello, es importante conocer y documentar ¿Cómo se comporta el crecimiento de amaranto en cuanto a densidades de siembra y aplicación de fertilizante químico y orgánico?

HIPÓTESIS

La densidad de siembra de 0,9 m entre surcos y 0,6 m entre planta producirá un mejor desarrollo y productividad en las plantas de amaranto (*Amarantus caudatus*) sobre las demás, debido a que se reduce la potencial competencia entre plantas y mejora su desarrollo radicular, por otra parte el cultivo de amaranto presenta una mejor respuesta a la fertilización química que la orgánica, esto debido a la mejor disposición de nutrientes para la planta.

JUSTIFICACIÓN

A nivel nacional el amaranto es un cultivo cuya importancia para el mercado y su consumo ha crecido pues los productores locales le han acogido por su adaptación a las diferentes condiciones climáticas y edafológicas que presenta el país, en las cuales el cultivo ha demostrado una gran capacidad de producción.

En la región de las Verapaces, esta planta ha sido introducida gracias a programas comunitarios y fundaciones para el desarrollo, pues es una gran alternativa como suplemento alimenticio y es además, una buena propuesta de diversificación en la producción agrícola actual. Sin embargo no se conoce sobre su manejo técnico y agronómico, por ejemplo, se desconoce una densidad de siembra óptima, así como la mejor alternativa en cuanto a fertilización, etc.

Al experimentar el comportamiento del amaranto en cuanto a su densidad de siembra, es importante la generación de conocimiento local del efecto en el crecimiento y producción de éste, de acuerdo a su distribución en el terreno y el uso de fertilizante químico u orgánico necesario.

Al generar dicha información se ponen a disposición de la población en general, conocimientos técnicos agronómicos del cultivo, distanciamiento óptimo y su respuesta a la fertilización química y orgánica sobre su desarrollo y producción.

OBJETIVOS

General

Generar información técnica sobre el comportamiento del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en cuanto a su crecimiento y producción de acuerdo a su densidad de siembra, así mismo su respuesta a fertilización química y orgánica.

Específicos

- a) Evaluar el efecto sobre el rendimiento de amaranto (*Amaranthus caudatus*) causado por el distanciamiento de siembra bajo condiciones climáticas de Cobán, Alta Verapaz.
- b) Determinar cuál es la mejor densidad de siembra para producir el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*).
- c) Determinar qué tipo de fertilizante es el más efectivo para producir el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*), dentro de las densidades de siembra evaluadas.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Debido a la carencia de estudios sobre el amaranto no se tienen conocimientos técnicos para su manejo agronómico, a continuación se presentan estudios relacionados.

Abelardo Villafuerte Villeda estudiante de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en su evaluación del rendimiento foliar de cuatro cultivares de amaranto en Cobán, Alta Verapaz, sugiere la utilización de un material de la variedad *Amarantus caudatus* identificado como “637” ya que de los cuatro materiales evaluados éste sobresalió en cuanto a rendimiento en materia verde¹.

En el trabajo realizado por Winston Iván Moreno sobre el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento foliar en bledo en Escuintla, llegó a la conclusión de que existe diferencia significativa en las variables que evaluó, únicamente para la distancia entre plantas, y no para el distanciamiento entre surcos, y que el distanciamiento de 0,2 m entre plantas que utilizó presenta los mejores resultados en cada una de las variables que evaluó².

¹Villafuerte Villeda, Abelardo. Evaluación del rendimiento foliar de cuatro cultivares de amaranto en Cobán, Alta Verapaz. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, abril de 1986. ²Moreno Estrada, Winston Iván. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento foliar en bledo, la Democracia Escuintla. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Agronomía, Guatemala, marzo de 1993.

1.2 Amaranto (*Amaranthus spp*)

1.2.1 Generalidades

Se compone de 60 géneros y alrededor de 800 especies, 60 de estas especies son cosmopolitas y crecen particularmente en sitios perturbados por el hombre considerándose como malezas.

Existe una amplia variabilidad en las diferentes especies del género. Solo tres de ellas son cultivadas:

- *Amaranthus hypochondriacus*
- *A. cruentus*
- *A. caudatus*

1.2.2 Nombre científico

(Amaranthus caudatus)

1.2.3 Nombres comunes

Huatli, bledo, alegría y kiwicha

1.2.4 Familia

*Amaranthaceae*³

³amarantoevolución, <http://amarantoevolucion.blogspot.com/2013/05/generalidades-del-amaranto.html> (21 de marzo de 2016)

1.2.5 Procedencia

Estudios botánicos realizados por Sumar Kalinowski, L, De muestran una gran probabilidad de que el centro de origen del amaranto sean los andes bolivianos y peruanos⁴.

Algunos estudios expuestos por Alejandr , I., mencionan que 60 especies son nativas de América y otras 15 de Europa, Asia y Australia, y que la mayoría son anuales y producen semillas, algunas especies son consideradas maleza y otras son consumidas como hortalizas⁵.

Dowton, J.S., explica en referencia a la historia del cultivo, que en tiempos de la conquista uno de los principales granos producidos en Centro América era el amaranto, que posteriormente fue removido de producción por cultivos de grano más grande como el ma z⁶.

⁴ Sumar Kalinowsky, L. *El pequeño gigante, el amaranto y su potencial*, boletín (Gua)no.2:4

⁵ Alejandr , I., 1981. *Fertilización y densidad de población en amaranto (amaranthushypochondriacus)*. *RevistaChapingo (mex)* no.29-30: 20-27

⁶ Dowton, J.S. (*Amaranthus edulis*): a high lysine grain amaranth. *World crops* 25(1):20.

1.3 Características

1.3.1 Morfológicas

El amaranto es una planta herbácea o arbustiva anual que en su madurez alcanza los 3 m o más (algunas variedades pequeñas solo pueden llegar de los 40 cm a 90 cm); típicamente una mala hierba en los valles interandinos de Sudamérica.

El amaranto es una planta rara, debido a su rápido crecimiento y su fotosíntesis ultra eficiente; requiere menos de las dos terceras partes de humedad que las plantas corrientes, lo que la hace muy valiosa en zonas donde la falta de agua limita la producción agrícola.

a. Raíces

La principal es corta, mientras que las raíces secundarias son las que ramifican a más profundidad del suelo. Las raíces primarias llegan a tomar consistencia leñosa y alcanza grandes dimensiones, sobre todo cuando crece separada de otras plantas.

b. Tallo

Es robusto, erecto, cilíndrico, succulento, y fibroso. Cuando madura, el tallo se vuelve hueco en el interior. Tienen estrías gruesas en su exterior, y es de tonalidades verdes, rojas, rosadas, cafés o moradas, según de la variedad⁷.

⁷El amaranto <http://www.botanical-online.com/amaranto.htm> (21 de marzo de 2016)

c. Hojas

Son pecioladas y compuestas, alternas, de forma romboide, elípticas u ovaladas. Glabras por ambas superficies con nervaduras pinnadas y pronunciadas. Las hojas pueden ser de color verde amarillo hasta rojo intenso. El tamaño oscila entre 6,5 cm y 15 cm.

d. Inflorescencias

Son grandes, en forma de panícula, de características amarantiformes o glomeruladas. La inflorescencia puede ser terminal o axilar. También varían de ser erectas o decumbentes, y de colores diferentes según la variedad. La panícula mide de 50 cm a 1 m.

e. Polinizaciones

Es predominantemente autogama. Sus flores son unisexuales, pequeñas, con estambres en el apéndice del glomérulo y pistilos. La elegancia de la panoja florecida, con sus características de colores vistosos, es la que le otorga los nombres en inglés como *velvet flower* (flor de terciopelo) y *fox tail amaranth* (cola de zorro).

f. Fruto

Es una cápsula que en botánica se denomina pixidio unilocular. En la madurez del grano, este se abre transversalmente, dejando caer la parte superior (opérculo) para liberar la parte donde se encuentra la semilla, que comúnmente se llama urna⁸.

⁸El amaranto <http://www.botanical-online.com/amaranto.htm> (21 de marzo de 2016)

g. Semillas

Es pequeña, esférica, lenticular, brillante y de color blanco amarillento, doradas, rojas, rosadas, o negras, según la variedad de planta. Su tamaño es muy pequeño, entre 1,0 mm y 1,5 mm de diámetro, el número de semillas por gramo varía de mil a tresmil⁹.

h. Cosecha

Según Hernández de León, el corte en el día 40 post emergencia, da el mayor rendimiento de hoja, con un adecuado porcentaje de proteína y fibra cruda. En un cultivo denominado HB-23190 a un corte de 40 d post emergencia se obtuvo 3,7 t/ha, en rendimiento neto (solo hoja) y 7,8 t/ha en rendimiento bruto (tallo y hoja) y un 22,67 % de proteína y 14,3 % de fibra cruda¹⁰.

⁹El amaranto <http://www.botanical-online.com/amaranto.htm> (21 de marzo de 2016)

¹⁰Hernández de León, G.J. Evaluación de 16 cultivares de Amaranto (*Amaranthus sp.*) Para semilla en Salcajá. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 55 p 1988.

1.3.2 Taxonómicas

Reino: ***Plantae***

Subreino: ***Tracheobionta***

División: ***Magnoliophyta***

Clase: ***Magnoliopsida***

Subclase: ***Caryophyllidae***

Orden: ***Caryophyllales***

Familia: ***Amaranthaceae***

Subfamilia: ***Amaranthoideae***

Género: ***Amaranthus***

Subgénero: ***Acnida (dioica)***¹¹

1.4 Usos

La planta de amaranto es un producto que se puede aprovechar, tiene múltiples usos, aplicaciones y subproductos:

- **Verdura:** de esta se obtienen las hojas para sopas y ensaladas.
- **Planta de ornato:** para la elaboración de arreglos florales.
- **Grano:** se destina para semilla, germinados, cereales, harinas e insumos industriales.
- **Ensilaje:** para obtener forrajes para animales, abonos para los cultivos y camas para los cultivos de vivero.

¹¹Amarantoevolución, <http://amarantoevolucion.blogspot.com/2013/05/generalidades-del-amaranto.html> (21 de marzo de 2016)

El amaranto ha sido aprovechado desde tiempos prehispánicos: las hojas se utilizaron para infusión contra la diarrea no sólo por su valor nutritivo, sino también por las propiedades médicas que se le atribuyen y se han confirmado con las investigaciones realizadas durante los últimos años.

Recientes estudios demostraron que una gelatina con alto contenido de fibra, elaborada con base de amaranto, nopal y harina de brócoli, podría prevenir el cáncer de colon¹².

1.5 Densidades de siembra

1.5.1 Densidad A (0,80 m-0,50 m)

Tello Galicia en su investigación explica y recomienda que las distancias de siembra para cada cultivar fueron de 0,80 m entre surco y 0,50 m entre postura dando una densidad de 31 250 p/ha. El raleo de la población se realizó a los 25 d post-emergencia con una planta por postura¹³.

¹²amarantum, asociación mexicana de amaranto <http://www.amaranto.com.mx/vertical> (22 de marzo de 2 016)

¹³Tello Galicia, Sergio Estuardo. Evaluación de variedades de Amaranto (*Amaranthus* sp.) para la producción de grano y forraje, en el municipio de Chiantla, Huehuetenango Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, escuela de Zootecnia, Guatemala, octubre de 2003.

1.5.2 Densidad B (0,60 m – 0,80 m)

Corado Castellanos, M.A. en su evaluación del rendimiento foliar de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) utilizó dos métodos y diferentes distanciamientos de siembra, el cual fue realizado en el Centro Experimental de la facultad de Agronomía, al sur de la ciudad de Guatemala, obtuvo como resultados que con una densidad de 20 833 p/ha y un distanciamiento de 0,60 m entre surcos y 0,80 m entre planta, que el rendimiento foliar de peso bruto y peso neto es de 7 000 kg/ha y 3 372 kg/ha¹⁴.

1.5.3 Densidad C (0,50 m – 0,70 m)

Alfaro V., refiriéndose a la siembra en su evaluación, recomienda para una explotación de amaranto como hortaliza y con fines comerciales, utilizar distancias de 0,70 m entre planta y 0,50 m entre hileras o surcos¹⁵.

1.5.4 Densidad D (0,90 m- 0,60 m)

La organización de desarrollo social Intervida Guatemala promueve un programa de cultivo de amaranto en el cual hacen referencia a los procesos productivos de esta planta, entre ellos la siembra, en la cual estipulan una distancia entre surcos de 0,90 m y 0,60 m entre plantas, también exponen que en terrenos con pendiente debe hacerse curvas de nivel¹⁶.

¹⁴Corado Castellanos, M.A. Evaluación del rendimiento foliar del Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) utilizando dos métodos y diferentes distanciamientos de siembra. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Agronomía.32 p, 1986.

¹⁵Alfaro, M.A. evaluación del rendimiento y composición química del Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*) en tres diferentes épocas de corte. Tesis ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Agronomía, 48p.

¹⁶Cultivo de amaranto http://www.intervida.org.gt/?page_id=176&lang=es (23 de marzo de 2016)

1.6 Fertilización

Los fertilizantes o abonos son sustancias de origen animal, mineral, vegetal o sintético, que contienen gran cantidad de nutrientes y se utilizan para enriquecer y mejorar características físicas, químicas y biológicas del suelo o sustrato; así las plantas se desarrollarán mejor.

1.6.1 Química

Son nutrientes elaborados por el hombre que por lo general tienen un origen mineral, animal, vegetal o sintético¹⁷.

a. Triple 15 (15-15-15)

El abono 15-15-15 es un fertilizante muy completo que permite tener una fuente óptima de los tres macro nutrientes primarios N-P-K, mejoran la calidad de algunas hortalizas de hoja y ornamentales. Abono mineral de alta calidad indicado para multitud de cultivos. Se utiliza principalmente cuando se busca satisfacer las necesidades nutritivas de la planta de forma equilibrada. El abono mineral 15-15-15 contiene nitrógeno, fósforo y potasio.

Se utiliza en todo tipo de cultivos en general. Favorece el desarrollo radicular, el crecimiento de fruto o el desarrollo vigoroso de la planta verde¹⁸.

¹⁷Innovación agrícola, ¿qué es un fertilizante?
http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=249 (23 de marzo de 2016)

¹⁸Innovación agrícola, ¿qué es un fertilizante?
http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=249 (23 de marzo de 2016)

1.6.2 Orgánica

Pueden ser de origen mineral, vegetal, animal o mixto. Se forman a partir de procesos naturales en los que la mano del hombre no interviene o interviene muy poco. Un ejemplo de esto son los abonos a partir de estiércol de varios animales, yeso agrícola, residuos de cosecha y la lombricompost o la composta. La mayoría son de acción lenta, pues proporcionan nitrógeno orgánico que debe ser transformado en inorgánico por las bacterias del suelo antes de ser absorbido por las raíces, la rapidez de acción dependerá del terreno y condiciones adecuadas de temperatura y humedad¹⁹.

a. Lombricompost

Es una materia de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque. Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes para ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo. La coqueta roja o *Eisenia foetidia* es una de las especies de lombrices más utilizadas en el lombricompost ya que se alimenta esencialmente de materia orgánica fresca y se reproducen rápidamente²⁰.

¹⁹Projar, abono mineral 15-15-15 <http://www.projar.es/productos/abonos-compuestos/abomineral-15-15-15/> (23 de marzo de 2016)

²⁰Isla verde Atitlán, lombricompost <http://islaverdeatitlan.com/uncategorized/lombricompost/> (23 marzo de 2016)

CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL

2.1 Descripción del área

2.1.1 Ubicación geográfica

La investigación se llevó a cabo en la granja agrícola del Centro Universitario del Norte dentro de la finca Sachamach, en el kilómetro 210, de la ruta que de Guatemala conduce a la ciudad de Cobán, Alta Verapaz, con las coordenadas 15° 28' 05" latitud norte y 90° 22' 13" longitud este, con 1 316 msnm²¹.

2.1.2 Características hidrográficas

Zona con diversos ríos y lagos que bañan el suelo, el río Chixoy que es el más grande y sirve de límite departamental con El Quiché, provee un gran futuro para la zona norte pues en él se encuentra una hidroeléctrica que beneficia a gran parte del país, además tiene afluentes como, el río Icbolay y Salpa, que ayudan en parte por su navegación, llamados Los Rápidos, asimismo, la laguna Lachuá, localizada en la parte norte del municipio. Bañan a Cobán en la parte sur los ríos Cahabón y Chió que benefician grandemente la generación de energía eléctrica, tal es el caso de la hidroeléctrica de Chió²².

²¹ Pérez Sierra, Herbert Fernando. Ampliación y readecuación del Centro Universitario del Norte (CUNOR), Guatemala, octubre de 2009

²²Características del municipio de Cobán <http://www.guatificate.com/municipio-de-coban-alta-verapaz.html> (23 de marzo de 2016)

2.1.3 Tipos de suelo

El suelo es calcáreo según la clasificación de Simons y Pinto, suele tener variedad de suelos, entre ellos: Amay, Cobán, Tamahú, Chacalté yTzojá.

La tierra y calidad del suelo es areno-arcilloso, humífero arcilla y arenoso. Los suelos son heterogéneos sobre piedra caliza, los hay muy profundos y poco profundos²³.

2.1.4 Clima

El municipio se encuentra en una zona sub-tropical húmeda. En la parte baja hacia el norte del municipio, el clima es muy húmedo y cálido, con alturas entre los 150 msnm a 700 msnm; en la parte alta hacia el sur, el clima predominante es muy húmedo de templado a frío, con alturas entre los 700 msnm a 1 900 msnm. La precipitación promedio anual es de más de 3 000 mm y la humedad relativa mayor del 80 %²⁴.

²³Características del municipio de Cobán <http://www.guatificate.com/municipio-de-coban-alta-verapaz.html> (23 de marzo de 2 016)

²⁴Vásquez Santos, Wingston Guillermo. diseño de la carretera hacia la comunidad monte blanco y el sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Yalguó, cantón Las Casas y bella vista, caseríos Chinimlajom y Chaquibejá, municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, noviembre del 2011

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1 Diseño experimental

Se utilizó el diseño en bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. En donde la parcela grande (factor A) fue representada por las densidades de siembra y la parcela pequeña (factor B) la representaron los tipos de fertilización (química y orgánica).

3.1.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = U + R_i + A_j + E_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Variable respuesta de rendimiento en kg/ha.
- u = Efecto de la media general.
- R_i = Efecto j-ésima repetición.
- A_j = Efecto de las densidades de siembra.
- $E(a)_{ij}$ = Error experimental asociado a las parcelas grandes (error a).
- B_k = Efecto de los agentes de fertilización.
- AB_{jk} = Efecto de interacción densidad de siembra y agente de fertilización.
- $E(b)_{ijk}$ = Error experimental asociado a las parcelas pequeñas (error b).

3.1.2 Análisis experimental

El experimento se estableció en tres bloques (repeticiones), cada uno de estos con cuatro parcelas grandes (densidad de siembra). Cada parcela grande se subdividió en dos parcelas pequeñas (agentes de fertilización) que representa cada uno de los tratamientos (cuadro 1).

Cuadro 1
Unidad experimental

Factor A: Parcela grande		Densidades de siembra	
Factor B: Agente de fertilización		Factor B: Agente de fertilización	

Fuente: investigación de campo 2016

3.1.3 Tratamientos

El cuadro 2 muestra la distribución de los tratamientos en el campo.

Cuadro 2
Distribución de parcelas en el campo

Repetición 3							
Densidad		Densidad		Densidad		Densidad	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Repetición 2							
Densidad		Densidad		Densidad		Densidad	
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Repetición 1							
Densidad		Densidad		Densidad		Densidad	
T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24

Fuente: investigación de campo 2016

3.2 Variables respuesta

Las variables evaluadas fueron:

a) Altura de la planta al momento de corte

Se midió la altura de la planta por medio de una cinta métrica graduada en centímetros, en una muestra de cinco plantas.

b) Número de hojas por planta

Consistió en el conteo de las hojas por cada uno de los tratamientos evaluados, en una muestra de cinco plantas.

c) Peso bruto fresco

Este dato se obtuvo cortando las plantas a una altura de 5 cm del suelo, luego fue pesado el tallo y las hojas, en una balanza graduada en libras y luego se convirtió este dato a kilogramos.

d) Peso bruto seco

Se obtuvo al colocar las hojas y los tallos de las plantas estudiadas de los incisos a, b y c en bolsas plásticas perforadas, para obtener una buena circulación del aire y no afectará la uniformidad del secado, las muestras preparadas se colocaron en un horno con una temperatura de 60 °C, durante un período de 16 h, después de este lapso de tiempo se pesaron en onzas y se realizó la conversión a kilogramo.

Las variables respuesta fueron medidas luego de 45 d de trasplantadas las plantas a campo definitivo.

3.3 Características del material experimental

Para el establecimiento de las plantas se utilizaron semillas orgánicas de cultivos criollos de amaranto (*Amaranthus caudatus*) procedentes de Rabinal, Baja Verapaz.

3.4 Manejo del experimento

a) Elaboración de semillero y siembra

Se elaboró un semillero en una caja de madera con arena pómez tamizada a 2 mm, se dieron las mejores condiciones para la germinación de las plántulas, las cuales germinaron a los 6 d, luego de 15 d estuvieron en una etapa óptima para su trasplante.

b) Preparación del terreno

Se utilizaron herramientas de labranza (machete, azadón, piocha) para dejar el suelo en condiciones de picado, el mullido o picado de suelo se realizó 5 d antes de la siembra a una profundidad de 30 cm.

c) Trasplante

Al estar preparado el terreno se procedió a la siembra para lo cual se colocaron dos plantas por postura según los tratamientos a evaluar.

d) Raleo

Transcurrido el día 10 después del trasplante se procedió a raleo la planta con menos características favorables para la investigación.

e) Fertilización

La fertilización química y orgánica se realizó en base a los requerimientos nutricionales del cultivo, y sus etapas de

crecimiento, la misma fecha, con lo cual se fertilizó al momento del trasplante, 10 d posteriores al trasplante y otra a los 25 d.

f) Limpias

Se realizó una limpia semanal para prevenir algún problema por malezas en el transcurso de la investigación.

g) Control de plagas y enfermedades

Este control se realizó durante todo el proceso del experimento con productos comerciales preventivos y de acción para contrarrestar cualquier efecto negativo por parte de estos agentes.

Se presentó únicamente problema con plaga de zompopos (*Atta cephalotes*) la cual fue controlada con un insecticida a base de fósforo; la única dosis aplicada fue de 16 g del producto, manualmente esparcida en las troneras.

h) Cosecha

La cosecha se realizó transcurridos los 45 d luego del trasplante, se realizó implementando el uso de una cuchilla de corte, y la cosecha o corte se realizó como se ha explicado anteriormente a 5 cm del suelo.

CAPÍTULO 4

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos en la evaluación de cuatro densidades de siembra en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y dos agentes de fertilización (orgánico y químico), en la granja agrícola del CUNOR, municipio de Cobán, A. V., de abril a junio del 2016.

Las variables bajo estudio fueron: altura de plantas al momento del corte (en m), número de hojas por planta, peso bruto fresco (en kg) y peso bruto seco (en kg).

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), a las anteriores variables; cuando los análisis de varianza mostraron diferencia significativa entre tratamientos, se realizó una prueba de Tukey (0,05). Posteriormente cada variable de respuesta se procedió a discutirla, de acuerdo a los resultados obtenidos y los criterios agronómicos.

4.1 Altura de la planta

Cuadro 3
Resultados promedio para la variable altura de planta al momento de corte (A.M.C.)

Distanciamiento de siembra (m)			Densidad (p/ha)	A.M.C. (m)	
				Q	O
	D/S	D/P			
A	0,80	0,50	25 000	1,71	1,40
B	0,60	0,80	20 833	1,52	1,29
C	0,50	0,70	28 571	1,68	1,30
D	0,90	0,60	18 518	1,89	1,34

FUENTE: Investigación de campo 2016.

En el cuadro 3 se presenta un resumen de los resultados promedio obtenidos, con respecto a la altura al momento del corte, donde el distanciamiento de 0,90 m entre surcos y 0,60 m entre plantas, con una densidad de 18 518 p/ha, bajo fertilización química presentó la mayor altura, con un promedio de 1,89 m, siguiéndole en orden de importancia el distanciamiento de 0,80 m entre surcos y 0,50 m entre plantas, con una densidad de 25 000 p/ha, con una altura promedio de 1,71 m, bajo fertilización química.

Con respecto a esta variable, se observa que los tratamientos tanto para la fertilización química como para la orgánica en donde los distanciamientos entre plantas fueron de 0,80 m y 0,70 m obtuvieron los promedios más bajos, aunque el distanciamiento de 0,6 m entre surcos y 0,80 m entre plantas, con una densidad de 20 833 p/ha presentó la altura más baja, tanto

para la fertilización química y orgánica, con un promedio de 1,53 m para la fertilización química y 1,29 m para la orgánica.

Esto es explicable debido a su densidad de 20 833 p/ha, lo que ocasionó que las raíces detuvieran su proceso de expansión, con lo cual se redujo el rendimiento de cada planta, debido a la competencia entre ellas mismas. Por consiguiente se observa que el mejor fertilizante para esta variable, es el químico debido a su fórmula y disposición para las plantas.

En el cuadro 4 se observan los resultados del ANDEVA efectuado a la variable altura al momento del corte. Para el factor A que representa los distanciamientos y factor B que representa el tipo de fertilizante, existió diferencia significativa, tanto al 5 % como al 1 %, esto indica que los distanciamientos y el tipo de fertilizante tuvieron influencia en el comportamiento de la altura, lo cual presumiblemente se debe a la competencia directa que hay entre las plantas en todo su proceso de desarrollo. El análisis de varianza del cuadro 4 muestra que para la interacción de los factores A x B (distanciamiento x tipo de fertilizante), no existió diferencia significativa, lo cual significa que no hay correlación.

Cuadro 4
ANDEVA para la variable altura al momento del corte

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado 05	Factor tabulado 01
Bloque	0,208	2	0,104	8,8889	3,74	6,51
Tratamiento	0,9538	7	0,1363	11,6496	2,76	4,28
A= Distanciamiento	0,7021	3	0,2340	20,00	*3,34	**5,56
B= Tipo de fertilizante	0,2011	1	0,2011	17,188	*4,60	**8,86
Interacción A B	0,0506	3	0,0169	1,4444	NS 3,34	NS 5,56
Error	0,1641	14	0,0117			
Total	1,1387	23				

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Cuadro 5
Promedios de tratamientos de la variable altura de planta al momento del corte

Tratamiento	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Promedio	1,717	1,407	1,521	1,299	1,688	1,309	1,886	1,343

FUENTE: Investigación de campo 2016.

En el cuadro 5 se presentan los promedios de los tratamientos de la variable altura de planta al momento del corte, se observa que los mayores promedios se tienen para los tratamientos D1 y A2, y los menores para los tratamientos B1 y B2.

Cuadro 6
Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable altura de planta

Parámetro comparador Tukey = $4,83\sqrt{(0,0117/24)} = 0,337$

Tratamiento	D1	A1	C1	B1	A2	D2	C2	B2
Promedio	1,886	1,717	1,688	1,521	1,407	1,343	1,309	1,299
	A	Ab	ab	bc	c	C	C	C

FUENTE: Investigación de campo 2016.

En el cuadro 6 se observa que el mayor promedio de altura de planta corresponde al distanciamiento de 0,9 m entre surcos y 0,6 m entre plantas, con una densidad de 18 518 p/ha, esto debido probablemente a la fórmula efectiva del fertilizante químico y su disposición en el suelo para las plantas en el momento que lo requerían, la altura de plantas está directamente asociada con los principales nutrientes que para ellas son necesarios, como por ejemplo nitrógeno, fósforo y potasio, el cual está en una distribución de 15 % de cada nutriente en el fertilizante aplicado. Es importante destacar que para el distanciamiento de 0,9 m entre surco y 0,6 m entre planta bajo fertilización química del tratamiento D1, las plantas tuvieron mucho espacio libre para

su desarrollo radicular, lo cual permitió una buena penetración de las raíces al suelo y por ende un mejor aprovechamiento del fertilizante 15-15-15 (en este caso).

4.2 Peso bruto fresco

Cuadro 7
Resultados promedio para la variable peso bruto fresco (P.B.F.)

Distanciamiento de siembra (m)			Densidad (p/ha)	P.B.F. (kg)	
				Q	O
	D/S	D/P			
A	0,80	0,50	25 000	15,64	11,52
B	0,60	0,80	20 833	9,51	6,16
C	0,50	0,70	28 571	10,66	11,08
D	0,90	0,60	18 518	11,61	7,47

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Se tomó el peso fresco de todas las parcelas realizando un corte a 5 cm del suelo, posteriormente se pesaron todas las plantas de cada parcela, los datos resultantes se promediaron para cada distanciamiento, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 7.

Para los resultados de la variable peso bruto fresco presentados en el cuadro 7, se realizó un ANDEVA el cual se presenta a continuación en el cuadro 8.

Cuadro 8
ANDEVA de la variable peso bruto fresco de amaranto (*Amaranthus caudatus*) de mayo a julio del 2016

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado 05	Factor tabulado 01
Bloque	1134,85	2	567,425	4,5186	3,74	6,51
Tratamiento	815,66	7	116,5229	0,9279	2,76NS	4,28
A= Distanciamiento	495,74	3	165,25	1,3159	3,34 NS	5,56
B= Tipo de fertilizante	219,80	1	219,80	1,7503	4,60 NS	8,86
Interacción A B	100,12	3	33,37	0,265764		
Error	1 758,07	14	125,5764			
Total	3 708,58	23				

FUENTE: Investigación de campo 2016.

A estos resultados se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA), que muestra que tanto el factor A (distanciamiento de siembra) y el factor B (tipo de fertilizante) no son significativos con relación a la variable peso bruto fresco.

Es importante indicar que, aunque los fertilizantes y la densidad no muestran una diferencia significativa, que indicaría que no hay diferencia como tal en términos estadísticos, la densidad de siembra que mostró un mayor peso bruto fresco fue de 0,8 m entre surcos y 0,5 m entre plantas; con pesos de 34,76 kg para la fertilización química y 25,6 kg para la orgánica; en segundo lugar 0,6 m entre surcos y 0,8 m entre plantas; con pesos de 21,14 kg para la fertilización química y 13,69 kg para la orgánica. Con relación al agente de fertilización, el químico fue mayor que el orgánico, posiblemente porque el primero otorga disponibilidad inmediata a los requerimientos del cultivo debido a su fórmula activa, mientras que el orgánico lleva un proceso lento de absorción, debido a que no todos los nutrientes están disponibles para la planta en el momento y que es necesario incorporarlo al suelo con un manejo más detallado en cuanto al tiempo de aplicación.

4.3 Peso bruto seco

Cuadro 9
Resultados promedio para la variable peso bruto seco (P.B.S)

Distanciamiento de siembra (m)			Densidad (p/ha)	P.B.S. (kg)	
				Q	O
	D/S	D/P			
A	0,80	0,50	25 000	2,4	2,13
B	0,60	0,80	20 833	1,35	1,18
C	0,50	0,70	28 571	1,96	1,51
D	0,90	0,60	18 518	2,19	1,35

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Se tomó el peso bruto seco de todas las parcelas netas, se colocaron las hojas y los tallos de las plantas estudiadas en bolsas plásticas perforadas, para obtener una buena circulación de aire y no afectar la uniformidad del secado. Las muestras preparadas se colocaron en un horno con una temperatura de 60 °C, durante un período de 16 h, después de las cuales se pesaron, y se tomaron los datos que posteriormente fueron promediados para cada tratamiento y se muestran en el cuadro 9.

En el cuadro 10 se muestra el ANDEVA realizado a los datos de la variable peso bruto seco, que indica que no existe diferencia significativa tanto para el factor A (distanciamiento de siembra) como para el B (tipo de fertilizante), así como para la interacción entre éstos, lo cual significa que es irrelevante la interacción entre ellos.

Cuadro 10
ANDEVA Peso bruto seco de amaranto (*Amaranthus caudatus*) de mayo a julio del 2016

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado 05	Factor tabulado 01
Bloque	10 317	2	5 158,5	7,214	3,74NS	6,51
Tratamiento	6120	7	874,24	1,22	2,76NS	4,28
A= Distanciamiento	4 116	3	1 372,00	1,92	3,34NS	5,56
B= Tipo de Fertilizante	1536	1	1 536,00	2,15	4,60NS	8,86
Interacción A B	468	3	156,00	0,22	3,34NS	5,56
Error	10 011	14	715,07			
Total	29 448	23				

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA), que muestra que el efecto del factor A (distanciamiento de siembra) que representa los distanciamientos y el factor B (tipo de fertilizante) que representa el tipo de fertilizante no son significativos para la variable peso bruto seco, así mismo para la interacción de estos factores no existe diferencia significativa, esto expresa que no tiene importancia relevante qué distanciamiento o bien qué tipo de fertilizante se utilice, ya que desde el punto de vista estadístico no hay significancia de estos factores o su interacción para la variable peso bruto fresco, esto se explica ya que sea cual sea el distanciamiento y fertilización aplicado el contenido de agua en las plantas es constante, derivado de su tallo suculento semi leñoso.

Es importante mencionar que el tallo es el órgano de la planta provisto de yemas y hojas, que presenta foto-tropismo positivo y se extiende desde la raíz. El tallo se encuentra constituido por los vasos conductores (xilema y floema) y sus funciones principales son de sostén y de transporte. Con esto, los resultados muestran que no hubo cambios en la fenología de las plantas para esta variable evaluada.

4.4 Número de hojas por planta

Se analizaron los resultados obtenidos de las plantas cosechadas a los 45 d posteriores a la siembra, dichos resultados se muestran a continuación en el cuadro 11.

Cuadro 11

Resultados promedio para la variable número de hojas por planta (N.H.P.)

Distanciamiento de siembra (m)			Densidad (p/ha)	N.H.P.	
	D/S	D/P		Q	O
A	0,80	0,50	25 000	87,26	64,86
B	0,60	0,80	20 833	82,73	64,00
C	0,50	0,70	28 571	87,6	60,93
D	0,90	0,60	18 518	116,46	64,93

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Cuadro 12

Resultados obtenidos en campo para la variable número de hojas por planta

Bloque 3	No. plantas	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4	
	1	52	52	82	97	107	62	68	52
2	82	61	91	68	96	54	74	57	
3	96	68	86	75	86	72	81	72	
4	79	70	55	63	123	81	56	81	
5	88	88	79	47	105	78	63	86	
	químico	Orgánico	Químico	orgánico	químico	orgánico	químico	orgánico	
Bloque 2	No. plantas	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4	
	1	203	57	138	72	123	47	105	55
2	188	58	87	58	110	56	116	53	
3	150	70	79	62	103	68	96	62	
4	103	57	103	91	98	45	89	65	
5	127	72	145	47	126	63	86	68	
	químico	Orgánico	Químico	orgánico	químico	orgánico	químico	orgánico	
Bloque 1	No. plantas	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4	
	1	58	78	86	52	72	68	72	76
2	73	63	68	54	104	55	45	58	
3	87	56	55	67	74	52	77	62	
4	94	55	48	59	128	64	81	58	
5	103	43	104	53	81	74	77	64	
	químico	Orgánico	Químico	orgánico	químico	orgánico	químico	orgánico	

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Como se puede observar en el cuadro anterior, las mayores cantidades de hojas por planta se reportan en la densidad de 0,9 m entre surcos y 0,6 m entre plantas, seguido de la densidad 0,8 m entre surcos y 0,5 m entre plantas, expuestas a fertilización química, lo que significa probablemente que la competencia entre plantas no es tan fuerte como para afectar el desarrollo foliar, además de mejorar el desarrollo fotosintético y la mayor absorción nutricional, derivado de la mejor disposición de los nutrientes con respecto a la fertilización química.

Se presume probablemente que el mayor distanciamiento entre surcos permitió un mejor desarrollo de las hojas al no tocarse entre ellas sus raíces, ni producir sombra para las plantas vecinas, es probable que

la disponibilidad de agua fue más uniforme para las plantas y hubo una mejor porosidad en el suelo debido a la penetración de las raíces.

Dichos resultados se sometieron a un ANDEVA, el cual se muestra a continuación en el cuadro 13.

Cuadro 13
ANDEVA del número de hojas por planta

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado 05	Factor tabulado 01
Bloque	1 703,19	2	851,595	3,935 8	3,74	6,51
Tratamiento	7 510,03	7	1 072,86	4,958 5	2,76	4,28
A= Distanciamiento	1 206,06	3	402,02	1,858 0	3,34NS	5,56
B= Tipo de fertilizante	5 301,45	1	5 301,45	24,50	*4,60	8,86
Interacción A B	1 002,52	3	334,17	1,544 4	3,34NS	5,56
Error	3 029,19	14	216,37			
Total	12 242,41	23				

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Los resultados mostrados a través del ANDEVA, indican que solo el efecto del agente de fertilización es significativo con respecto al número de hojas por planta, por lo que fue necesario aplicar la prueba de Tukey.

Es importante indicar que la densidad de siembra no es significativa para esta variable, más sin embargo los agentes de fertilización sí lo son para este estudio, derivado de que el desarrollo foliar en las diferentes etapas de crecimiento de la planta están ligadas mayoritariamente a la disposición nutricional que se tenga.

Se presume que los tipos de fertilización son significativos debido a la interacción que se tiene directamente en el desarrollo de las hojas, mas sin embargo la significancia no se refleja en cuanto a los distanciamientos debido a que pueden o no desarrollarse hojas aunque exista competencia tanto de nutrientes como de luz y agua.

Ya que el factor del fertilizante es significativo se realizó la prueba de Tukey, dando como resultado lo que a continuación se muestra en los cuadros 14 y 15.

Cuadro 14

Promedios de tratamientos de la variable número de hojas por planta

Tratamiento	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Promedio	87,27	72,87	80,47	64	87,6	60,93	106,47	64,93

FUENTE: Investigación de campo 2016.

Cuadro 15

Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable número de hojas por planta

Parámetro comparador Tukey = $4,83\sqrt{(216,37/24)} = 13,894$

Tratamiento	D1	C1	A1	B1	A2	D2	C2	B2
Promedio	106,47	87,27	87,27	80,47	72,87	64,93	64	60,93
	A	b	B	bc	C	c	c	c

FUENTE: Investigación de campo 2016.

De acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey el mejor tratamiento para la variable número de hojas por planta, fue el distanciamiento de 0,9 m entre surco y 0,6m entre planta bajo la fertilización química, esto pudo deberse al desarrollo radicular de cada planta estudiada bajo este tratamiento, ya que con un mayor distanciamiento en cuanto al surco, las raíces no interfirieron entre sí, así mismo, no hubo competencia directa en cuanto a luz, agua y nutrientes;

en cuanto a la fertilización, cada fertilizante tiene un modo de acción, la cual ya viene formulada para la fácil absorción de cada nutriente para la planta.

De acuerdo a toda la interacción y discusión de todas las variables en conjunto puede establecerse que para la producción de amaranto (*Amaranthus caudatus*) bajo las condiciones de Cobán, Alta Verapaz, el mejor tratamiento fue el de los distanciamientos de 0,9m entre surco y 0,6m entre planta.

Es importante mencionar que para las variables evaluadas en esta investigación las características mayormente favorables en cuanto a fertilización, las obtuvo el fertilizante químico, posiblemente por su contenido de los principales nutrientes para la planta, como son el nitrógeno, fósforo y potasio, así como la rapidez en su solubilización en el campo y su fácil absorción por las raíces.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y expuestos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- a) El amaranto (*Amaranthus caudatus*) muestra una marcada respuesta a los tipos de fertilización y los distanciamientos evaluados, en cuanto a su crecimiento y producción.
- b) Es aceptada la hipótesis planteada, puesto que el distanciamiento de 0,9 m entre surco y 0,6 m entre planta mostró características superiores que los otros tres distanciamientos evaluados, así como también que el fertilizante más efectivo para el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) es el químico, ya que estadísticamente en la investigación se demuestra.
- c) El distanciamiento de siembra 0,9 m entre surco y 0,6 m entre planta, con una densidad de 18 518 p/ha, presentó los mejores resultados en cada una de las variables evaluadas bajo fertilización química.
- d) El amaranto (*Amaranthus caudatus*) respondió de mejor manera a la fertilización química, bajo las condiciones donde se desarrolló la investigación, además superó por mucho en todas las variables al fertilizante orgánico lombricompost.

- e) El amaranto (*Amaranthus caudatus*) se desarrolló de mejor manera en condiciones templadas bajo fertilización química.
- f) El distanciamiento de 0,9 m entre surco y 0,6 m entre planta favorece la aireación en la plantación de amaranto (*Amaranthus caudatus*), lo cual influye directamente en el crecimiento de las plantas.
- g) En campo definitivo la planta presentó deficiencias de desarrollo radicular cuando el distanciamiento entre ellas es menor a 0,9 m entre surcos y 0,6 m entre plantas.
- h) Al considerar la disponibilidad de nutrientes para la planta, el fertilizante químico 15-15-15, superó considerablemente al fertilizante orgánico lombricompost, en todas las variables.
- i) Existe una diferencia considerablemente mayor en cuanto a rendimiento bajo fertilización química, sobre la orgánica, para todas las variables evaluadas en esta investigación.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados, discusión y conclusiones obtenidas en la presente investigación se recomienda lo siguiente:

- a) La utilización del distanciamiento de 0,9 m entre surcos y 0,6 m entre plantas, con una densidad de 18 518 p/ha para cultivar el amaranto (*Amaranthus caudatus*), bajo las condiciones climáticas y edafológicas del municipio de Cobán, A.V.
- b) Realizar estudios para evaluar la producción de semilla, posterior al corte a 5 cm del suelo, con el fin de establecer el porcentaje de producción de semillas por planta y así indagar en su rentabilidad.
- c) Realizar investigaciones sobre dosificación de fertilizantes con el fin de establecer el rendimiento en amaranto (*Amaranthus caudatus*), transcurridos sus 45 d a cosecha.
- d) Investigar el contenido nutricional de algunas especies de amaranto, como por ejemplo; *Amaranthus hypochondriacus* y *A. cruentus*, para mejorar la selección del cultivar y establecer los objetivos de la plantación.
- e) Realizar estudios con algunas alternativas orgánicas para la fertilización con el fin de aumentar los rendimientos con menor uso de químicos.

- f) Utilizar la variedad de amaranto (*Amaranthus caudatus*), por su adaptabilidad y resistencia, en la región de Alta Verapaz.
- g) Promover el amaranto (*Amaranthus caudatus*) en la población para generar mayor interés en su producción y consumo, así como motivar la diversificación de cultivo en el área de las Verapaces.

BIBLIOGRAFÍA

Abono mineral 15-15-15. <http://www.projar.es/productos/abonos-compuestos/abono-mineral-15-15-15/> (23 de marzo de 2016).

Amaranto evolución. <http://amarantoevolucion.blogspot.com/2013/05/generalidades-del-amaranto.html> (21 de marzo de 2016).

Amarantum. <http://www.amaranto.com.mx/vertical/faq/faq.htm> (22 de marzo de 2016).

Alejandro, I. "Fertilización y densidad de población en amaranto (*amaranthus hypochondriacus*)". *Revista Chapingo México*. 29-30 (abril 1981.): 20-27.

Alfaro, M.A. *Evaluación del rendimiento y composición química del amaranto (amaranthus hypochondriacus L.) en tres diferentes épocas de corte*. Tesis ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 1985.

Características del municipio de Cobán. <http://www.guatificate.com/municipio-de-Coban-alta-verapaz.html> (23 de marzo de 2016).

Corado Castellanos, M.A. *Evaluación del rendimiento foliar del amaranto (Amaranthus hypochondriacus) utilizando dos métodos y diferentes distanciamientos de siembra*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía, 1986.

Cultivo de amaranto. http://www.intervida.org.gt/?page_id=176&lang=es (23 de marzo de 2016).

Downton, J.S. "Amaranthusedulis: a high lysine grain amaranth". *Worldcrops* 25 (1): 20.

El amaranto. <http://www.botanical-online.com/amaranto.htm> (21 de marzo de 2016)

Hernández de León, G.J. *Evaluación de 16 cultivares de Amaranto (Amaranthus sp.) para semilla en Salcajá*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 1988.



Innovación agrícola. ¿qué es un fertilizante?. http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=249 (23 de marzo de 2016).

Lombricompost. <http://islaverdeatitlan.com/uncategorized/lombricompost/> (23 de marzo de 2016).

Moreno Estrada, Winston Iván. *Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento foliar en bleado, la Democracia, Escuintla*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 1993.

Pérez Sierra, Herbert Fernando. *Ampliación y readecuación del Centro Universitario del norte (CUNOR)*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 2016.

Sumar Kalinowsky, L. "El amaranto y su potencialidad". *Boletín el pequeño gigante*. 2:4 (mayo 1993) 43-49.

Tello Galicia, Sergio Estuardo. *Evaluación de variedades de amaranto (Amaranthus sp.) para la producción de grano y forraje, en el municipio de Chiantla, Huehuetenango*. Tesis Médico y Veterinario. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2003.

Vásquez Santos, Wingston Guillermo. *Diseño de la carretera hacia la comunidad Monte Blanco y el sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Yalgúo, cantón las Casas y Bella Vista, caseríos Chinimlajóm y Quibejá, municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 2011.

Villafuerte Villeda, Abelardo. *Evaluación del rendimiento foliar de cuatro cultivares de amaranto en Cobán, Alta Verapaz*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 1986.



V.ºB.º
[Handwritten signature]

Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO



ANEXO 1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades a realizar	Mayo				junio				Julio			
	Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración de semillero y siembra												
Preparación del terreno												
Trasplante												
Raleo												
Fertilización												
Limpias												
Control de plagas y enfermedades												
Cosecha												
Toma de datos												
Fase de gabinete												

Fuente: investigación práctica profesional supervisada. 2016.

ANEXO 2

Resultados promedio para cada una de las variables estudiadas

Distanciamiento de siembra (m)			Densidad de p/ha	A.M.C. (m)		N.H.P.		P.B.F. (kg)		P.B.S. (kg)	
				Q	O	Q	O	Q	O	Q	O
	D/S	D/P									
A	0,80	0,50	25 000	1,71	1,40	87,26	64,86	15,64	11,52	2,4	2,13
B	0,60	0,80	20 833	1,52	1,29	82,73	64,00	9,51	6,16	1,35	1,18
C	0,50	0,70	28 571	1,68	1,30	87,6	60,93	10,66	11,08	1,96	1,51
D	0,90	0,60	18 518	1,89	1,34	116,46	64,93	11,61	7,47	2,19	1,35

FUENTE: Investigación de campo 2016.

D/S: distancia entre surco**D/P:** distancia entre planta**O:** orgánico**A.M.C.:** altura al momento de corte**N.H.P.:** número de hojas por planta**Q:** químico**P.F.:** peso fresco**P.S.:** peso seco

**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 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Al trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA BAJO FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) EN CONDICIONES DEL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ

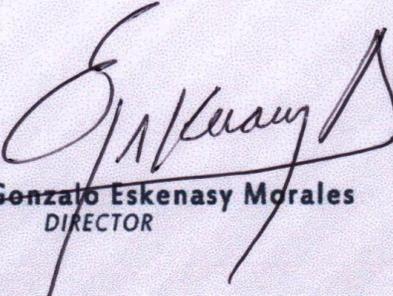
Presentado por el (la) estudiante:

CRISTIAN OSWALDO TENI JUAREZ

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 22 de Septiembre de 2017.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR

