

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE
CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA
Y QUÍMICA EN LA COMUNIDAD YALCHACTI, CHISEC, ALTA
VERAPAZ.

LUIS FELIPE CUCUL CAAL

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2015

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE
CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA
Y QUÍMICA EN LA COMUNIDAD YALCHACTI, CHISEC, ALTA
VERAPAZ.

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR

LUIS FELIPE CUCUL CAAL
CARNÉ: 201240917

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

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2015

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. M.A. Fredy Giovani Macz Choc
SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquín Yoj
REPRESENTANTE EGRESADOS: Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales
REPRESENTANTE DOCENTES: Ing. Geol. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián
PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. MAE. David Salomón Fuentes Guillermo

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

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

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

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

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. MAE. David Salomón Fuentes Guillermo

ASESOR

Ing. Agr. M.Sc. Alex Ernesto Chen Chiquín



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 08 de mayo de 2015.
Ref.: 15-A-202/2015

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 **Luis Felipe Cucul Caal**, supervisé la fase final de campo y he revisado el Informe Final de su investigación titulado **“Evaluación de cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.), bajo fertilización orgánica y química en la comunidad Yalchacti, Chisec, 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. Alex Ernesto Chén Chiquín
Asesor

». archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 06 de julio de 2015.
Ref. 15-A-207/2015

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

Estimados señores:

Por este medio remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Evaluación de cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.), bajo fertilización orgánica y química en la comunidad Yalchacti, Chisec, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Luis Felipe Cucul Caal** y cumple con las sugerencias y/o correcciones formuladas por la Comisión de PPS, por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. MAE. David Salomón Fuentes Guillermo
Revisor de Informe Final Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía -CUNOR-

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 05 de octubre de 2015
Ref. 15-A-229/2015

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 materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.), bajo fertilización orgánica y química en la comunidad Yalchacti, Chisec, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Luis Felipe Cucul Caal** 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,



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



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Ref. 15-A-231/2015
Cobán, A.V., 07 de octubre de 2015

Licenciado
Fredy Giovani Macz Choc
Director del CUNOR

Señor Director:

Adjunto remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Evaluación de cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.), bajo fertilización orgánica y química en la comunidad Yalchacti, Chisec, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Luis Felipe Cucul Caal** 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 de el trámite correspondiente a fin de que el estudiante Cucul Caal, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

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

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 materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.) bajo fertilización orgánica y química en la comunidad Yalchacti, Chisec, Alta Verapaz; como requisito previo a optar al título profesional de Técnico en Producción Agrícola.



Luis Felipe Cucul Caal
Carné: 201240917

DEDICATORIA

A Dios

Porque me ha fortalecido en los momentos más alegres y difíciles de mi vida; por su fidelidad con mi familia y conmigo.

A mis padres y hermanos

Porque fueron, son y seguirán siendo los mejores guías en mi vida; la ayuda para el trazo de mis objetivos y metas en mi pequeño paso por este mundo.

Al Instituto Normal Mixto del Norte “Emilio Rosales Ponce”

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

AGRADECIMIENTOS

A Dios	Por darme la vida y la felicidad, por guiarme siempre por el buen camino de la paz y la salvación.
A mis padres	Felipe Cucul Xal y Elvira Caal Macz, por su apoyo moral, económico y práctico en la culminación de la carrera.
A mis hermanos, tíos, primos y abuelos	Por su apoyo moral y práctico en la culminación del presente trabajo de investigación.
A mis docentes de la Carrera de Agronomía	Por hacernos soñar en hacer posible lo imposible.
A mis compañeros de estudio	César, Mauricio, Henrik, Carolina, Yokasta, Rodrigo y Luis Ac por su amistad y apoyo.
A mi asesor y al coordinador de práctica	Al Ing. Agr. M.Sc. Alex Ernesto Chen Chiquín e Ing. Agr. M.Sc. Armando Ruiz Cruz
Profesionales que apoyaron en la finalización del presente trabajo en la fase de campo.	Ing. Agr. M.Sc. Rodolfo A. Reyes Villatoro e Inga. Agra. Eunice Lisette Pax Cucul.
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) sede Fray Bartolomé de las Casas	Por la asesoría y apoyo a través del agrónomo Daniel Peinado Monroy para la realización del presente trabajo de investigación.
A la gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)	<i>Grande entre las del mundo</i> Por la oportunidad de estudiar una carrera profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	7

CAPÍTULO 1

1.1. Antecedentes	9
1.2. Marco teórico	13
1.2.1. Origen y dispersión	13
1.2.2. Clasificación taxonómica	13
1.2.3. Características morfológicas	14
1.2.4. Fenología	15
1.2.5. Variedades	15
1.2.6. Requerimientos climáticos y edáficos	16
1.2.7. Requerimientos nutricionales	17
1.2.8. Propagación	17
1.2.9. Plagas	18
1.2.10. Enfermedades	19
1.2.11. Usos y valor alimenticio del camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	200
1.3. Hipótesis	23

CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL

2.1. Características generales del área	25
2.2. Características climáticas	25
2.3. Características ecológicas	26
2.4. Suelos	26

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1. Marco metodológico	29
3.1.1. Procedencia del material experimental	29
3.1.2. Material para fertilización	32
3.2. Diseño del estudio	33
3.2.1. Diseño experimental	33
3.2.2. Análisis estadístico	33
3.2.3. Modelo estadístico	34
3.3. Variables de estudio	36

3.4. Procedimiento	36
3.4.1. Preparación del terreno	36
3.4.2. Siembra	37
3.4.3. Fertilización del cultivo	38
3.4.4. Aporque	39
3.4.5. Riegos	39
3.4.6. Manejo fitosanitario	40
3.4.7. Cosecha	41
3.4.8. Poscosecha	42
3.5. Toma de datos	42
3.5.1. Determinación caracteres morfológicos de materiales evaluados	43

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados	45
4.1.1. Descripción morfológica de los materiales genéticos de camote evaluados.	45
4.1.2. Variable rendimiento	51
4.1.3. Variable número de tubérculos por planta	53
4.1.4. Variable longitud de tubérculos	55
4.1.5. Variable diámetro de tubérculos	57
4.2. Discusión de resultados	59
4.2.1. Discusión sobre la descripción morfológica de los materiales genéticos de camote evaluados.	59
4.2.2. Análisis y discusión sobre la variable rendimiento	60
4.2.3. Análisis y discusión sobre la variable número tubérculos/planta	64
4.2.4. Análisis y discusión sobre la variable longitud de tubérculo	65
4.2.5. Análisis y discusión sobre la variable diámetro de tubérculo	66
4.2.6. Discusión general sobre la contribución de la investigación y su aplicación para la solución de problemas.	69
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXOS	79

ÍNDICE DE CUADROS

1.	Etapas del desarrollo de la planta de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	15
2.	Agrupación de variedades de acuerdo al color de pulpa	16
3.	Requerimientos de fertilización del camote	17
4.	Composición química de 100 g de raíz cruda de camote	20
5.	Composición media de 100 g de materia fresca de camote	21
6.	Datos de localización y colecta de los materiales genéticos evaluados en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz	31
7.	Análisis de Abono Orgánico Ferticonsa	32
8.	Referencia a parcelas grandes en el cultivo de camote	35
9.	Referencia a parcelas pequeñas en el cultivo de camote	35
10.	Referencia a los tratamientos en el cultivo de camote	35
11.	Características morfológicas según el descriptor del IBPG modificada	47
12.	Análisis de varianza de la variable rendimiento del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.	51
13.	Promedios del rendimiento en kg/ha del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.	52
14.	Prueba de Tukey del rendimiento para parcelas grandes del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos.	52
15.	Prueba de Tukey del rendimiento para parcelas pequeñas del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	52
16.	Análisis de varianza de la variable número de tubérculos por planta del cultivo de camote	53
17.	Promedios de números de tubérculos por planta en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica	54
18.	Prueba de Tukey del número de tubérculos para parcelas pequeñas del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos	54
19.	Análisis de varianza de la variable longitud de tubérculo en el cultivo de camote.	55
20.	Promedios de longitud en cm. en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.	55
21.	Prueba de Tukey de longitud de tubérculos para parcelas grandes del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz	56

22. Prueba de Tukey de longitud de tubérculos para parcelas pequeñas del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.).	56
23. Análisis de varianza de la variable diámetro de tubérculos en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	57
24. Promedios del diámetro de tubérculos en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz	57
25. Prueba de Tukey para diámetro de tubérculos para parcelas grandes	58
26. Prueba de Tukey para diámetro de tubérculos en parcelas pequeñas del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	58
27. Rendimiento en kg/ha del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.	85
28. Tabla de doble entrada del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) en kg/ha, de cuatro materiales genéticos.	85
29. Número de tubérculos por planta del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz	86
30. Tabla de doble entrada sobre número de tubérculos por planta del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.).	86
31. Longitud de tubérculos en cm del cultivo de camote	87
32. Tabla de doble entrada de la longitud de tubérculos en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) en cm	87
33. Diámetro de tubérculos en cm del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.	88
34. Tabla de doble entrada del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) en kg/ha, de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.	88
35. Costos de la implementación del área experimental de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz	89
36. Análisis de suelos	84
37. Descripción y cálculos efectuados en la enmienda de suelos.	85

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Mapa de ubicación del municipio de Chisec, Alta Verapaz	27
2. Mapa de ubicación de la comunidad Yalchactí, municipio de Chisec, Alta Verapaz	28
3. Área experimental del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	79
4. Croquis de la unidad experimental	80
5. Preparación del área de cultivo y eliminación de troncos y desechos de plantación previa	86
6. Obtención de muestras de suelo para análisis químico	86
7. Selección de guías de camote para siembra	86
8. Establecimiento de parcelas con los diferentes tratamientos	86
9. Identificación del área experimental	87
10. Hojas de los cuatro materiales genéticos evaluados	87
11. Presencia de plaga insectil (Saltahojas: Orden Orthoptera)	87
12. Material Resurrección Balan	87
13. Material ICTA San Jerónimo	88
14. Material Yalchactí	88
15. Material Siguanha I	88
16. Toma de datos durante el desarrollo del cultivo	88
17. Desarrollo de tubérculos en el material Siguanhá I	88
18. Vista del área experimental a los 120 días de siembra	88
19. Vista del área experimental a los 140 días de siembra	89
20. Muestreo para determinación de punto óptimo de cosecha, para el material Resurrección Balan I	89
21. Desarrollo del cultivo en general a los 5 meses de siembra	89
22. Cosecha del material genético Siguanhá I	90
23. Tubérculo del material genético ICTA San Jerónimo	90
24. Tubérculos del material genético Yalchactí	90
-- Vista de tubérculos del material Resurrección Balan	90

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1.	Rendimiento del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) en kg/ha de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica	53
2.	Número de tubérculos por planta en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica	54
3.	Longitud de tubérculos en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica	56
4.	Diámetro de tubérculos (en cm.) en el cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz; con el propósito de evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.) sobre los efectos en el rendimiento, diámetro y longitud de tubérculos por planta; en los meses de mayo a septiembre de 2 014.

En la actualidad el cultivo de camote constituye una alternativa alimenticia de gran importancia, dados los serios problemas nutricionales que vive la población de Alta Verapaz. Sin embargo por las mismas condiciones económicas y escasa información sobre el tema en el país, se siguen utilizando tecnologías de baja productividad con la que se siguen obteniendo bajos rendimientos por unidad de área, largos ciclos de cultivo y productos de baja calidad.

Con la investigación se aporta información sobre el cultivo de camote y la variabilidad genética existente en la región, específicamente en los municipios de Fray Bartolomé de las Casas, Chisec y Chahal del departamento de Alta Verapaz. En la investigación se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones, utilizando un área de 572 m² bajo las condiciones de la comunidad Yalchactí, Chisec, A.V.

Los resultados obtenidos demuestran que existe una gran variabilidad en las propiedades organolépticas y caracteres morfológicos de hojas, tallos y tubérculos de los diferentes materiales genéticos observados, según el descriptor del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR).

De acuerdo a la investigación efectuada, los materiales genéticos de camote con mejores rendimientos por unidad de área son los provenientes del cultivares de la comunidad Siguanhá I de Fray Bartolomé de las Casas (con 28 612 kg/ha) y el de la comunidad Yalchactí de Chisec, Alta Verapaz (con 27 527 kg/ha), lo que les confiere un alto potencial productivo como alternativa en la diversificación de sistemas de producción agrícola tradicionales.

En cuanto al efecto de la fertilización, el mismo fue altamente significativo en los resultados de rendimiento, longitud y diámetro de tubérculos, siendo el fertilizante químico NPK (15-15-15) el que presentó los mejores resultados según los diferentes análisis de varianza y pruebas de Tukey efectuadas, lo que representa que los cuatro materiales genéticos responden mucho mejor a esta fertilización por su rápida disponibilidad y requerimientos de potasio y fósforo en los procesos de tuberización o acumulación de carbohidratos y proteínas en los tejidos de almacenamiento; aunque con la desventaja de representar mayores costos de producción, comparados al manejo orgánico del cultivo actualmente impulsado por las nuevas tendencias de consumo en el mercado.

Basados en los datos obtenidos, el número de tubérculos por planta es un efecto atribuido a los diferentes materiales genéticos, siendo el material genético ICTA San Jerónimo el de mayor número (7,11 tubérculos /planta), presentando además los tubérculos de menor longitud y de mayor diámetro en la evaluación.

El cultivo de camote representa una oportunidad en los procesos productivos agrícolas por su adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas como las que presenta la comunidad Yalchactí, permitiendo la generación de alimentos para consumo, y comercialización de excedentes para la obtención de ingresos de la población en condiciones de pobreza y pobreza extrema de la misma, y áreas o municipios cercanos. Para ello se debe realizar más investigación sobre el cultivo, modificar las tecnologías poco productivas utilizadas y buscar otras formas de consumo del producto.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en Guatemala, el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) ha tomado importancia en la población, principalmente por los aportes económicos y alimenticios. La siembra en pequeña escala de productos agrícolas, como el de algunos tubérculos y raíces, es una actividad ejercida sin asesoramiento profesional y con el uso de tecnologías de baja productividad, obteniéndose escasos rendimientos y baja calidad del producto cosechado.

Particularmente en la comunidad Yalchactí como en otras áreas de la región, el camote siempre ha sido cultivado por las familias rurales de forma tradicional, en asociación con otras especies, como un alimento complementario.

En los últimos años se han sumado en el país ya varias instituciones y organizaciones que promocionan el cultivo de camote, tal es el caso del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) que ha promovido el establecimiento de plantaciones con materiales genéticos propios de la región.

El camote según sus requerimientos edafoclimáticos, se adapta mucho mejor en áreas tropicales donde habita una gran proporción de poblaciones en condiciones de pobreza. El camote es una alternativa de nutrición ya que contiene altas cantidades de carbohidratos y proteínas. Por lo que puede ser una importante fuente para la industria de almidón, alcohol y harina para la elaboración de pan, y para uso forrajero por su contenido de proteína en el follaje.

Desde el punto de vista de la nutrición mineral y asimilación de nutrientes, el camote es un cultivo rústico y de bajo costo de producción, que se cultiva casi todo el año. Sin embargo, hay diferencias entre los materiales de camote en su respuesta a la disponibilidad de nutrientes minerales en el suelo.

Muchas instituciones gubernamentales y no gubernamentales expresan que el camote debería protagonizar en los próximos años, un rol de importancia para compensar el déficit nutritivo de las poblaciones rurales y urbanas de bajos ingresos del país, esto junto con otros cultivos de ésta índole como la yuca y la malanga; para ello realizan procesos para impulsar y desarrollar el camote para establecerlo un cultivo básico en la población guatemalteca.

De tal manera, es de gran prioridad hacer esfuerzos para realizar investigaciones en el país, para poder potenciar de manera eficiente las posibilidades alimenticias, económicas, y de adaptación del camote con el fin de aportar información básica y útil para técnicos y productores que busquen una alternativa en la producción de este cultivo.

Con el objetivo de contribuir hacia la generación de información sobre el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) se llevó a cabo la evaluación de dicho cultivo con cuatro materiales genéticos de la región bajo fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí en el municipio de Chisec, Alta Verapaz, para lo cual utilizó un diseño experimental en bloques al azar con arreglo de parcelas divididas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El camote (*Ipomoea batatas* L.) es una planta que se desarrolla muy bien en algunos municipios de Alta Verapaz, sin embargo es un cultivo sobre el cual se tiene muy poca información, con escasas investigaciones principalmente enfocadas en la constitución nutricional y transformación industrial del producto, mas no de manejo agronómico y características de los cultivares.

Dada la gran variabilidad genética del camote en el país, la selectividad de los materiales se dificulta al establecer un proyecto productivo. Debido a que en general se desconocen las características y potenciales de los diferentes materiales, existe además el riesgo de que se presenten pérdidas por bajos rendimientos, o que las mismas características morfológicas y propiedades organolépticas no sean aceptadas por los consumidores.

Aunque el cultivo de camote ha formado parte de la alimentación de las poblaciones del área rural, el mismo no cuenta con la valoración pertinente en los aspectos nutricionales y alimenticios. Ante ello también las pocas áreas con este cultivo se manejan con tecnologías de baja productividad que afectan los rendimientos y calidad de los productos cosechados.

JUSTIFICACIÓN

Al cultivo del camote en el país no se le ha dado gran importancia en el ámbito de producción agrícola ni en el aspecto nutricional. Partiendo de la presunción de que Guatemala es uno de los centros de origen del mismo y de gran variabilidad existente, debe ser estudiado para que pueda dar principio a otros estudios de evaluación de tipo productivo y mejoramiento genético.

El desarrollo de este tema de práctica servirá como fuente de información y difusión acerca de la diversidad de materiales genéticos de camote existente en la región, específicamente los municipios de Chisec, Chahal y Fray Bartolomé de las Casas del departamento de Alta Verapaz. Además permite determinar la respuesta de estos materiales genéticos y de la fertilización química y orgánica

Las políticas agrícolas en Guatemala siempre han dado mayor importancia a los cereales, lo cual hace que los pobladores los consuman en mayor cantidad, por tal es prioritario hacer esfuerzos para la explotación eficiente y valoración ante las posibilidades alimenticias y económicas que ofrece el camote como una alternativa a las mismas.

Esta investigación dará un parámetro para una mejor selectividad de materiales genéticos de camote presentes en la región circundante a la Franja Transversal del Norte, ante la posibilidad de implementar un sistema de producción más eficiente en la producción de camote, que incluye el estudio de opciones de fertilización accesibles para los agricultores y que representen una mejora en los rendimientos y calidad de los productos cosechados. Por lo anterior, se evaluó el rendimiento de cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas L.*) bajo fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

OBJETIVOS

General:

Contribuir al desarrollo y generación de información sobre del cultivo del camote (*Ipomoea batatas* L.) mediante la evaluación de cuatro materiales genéticos de la región bajo fertilización química y orgánica.

Específicos:

- A. Determinar la respuesta de los diferentes materiales genéticos de camote bajo fertilización química y orgánica.
- B. Identificar la variación de rendimiento entre los diferentes materiales genéticos con la fertilización orgánica y química
- C. Describir algunas características morfológicas y organolépticas de los materiales genéticos evaluados.

CAPÍTULO 1

1.1. ANTECEDENTES

En Guatemala, estudios e investigaciones agronómicas referentes al cultivo del camote son escasos debido a que no se le ha dado mucha importancia.

La mayoría de estos estudios han sido efectuados por instituciones del Estado con funciones relacionadas a la agricultura e investigación, y por las áreas agronómicas de algunas universidades del país. Pero la mayoría de información referente al cultivo que se utiliza como base en el país es de origen externo, siendo en Centroamérica los países de Honduras, Costa Rica y El Salvador los que proporcionan las guías más completas para los procesos productivos en el cultivo de camote.

En el caso de Guatemala, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) realizó las primeras investigaciones para el cultivo de camote durante los años comprendidos entre 1984-1986 como parte del proyecto de “Recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala” donde Martínez¹, en el cual logró coleccionar diversos materiales de camote lo cual daba las primeras pautas de investigación y colección de materiales fitogenéticos de camote en el país, siendo identificados algunos cultivares de atractivas características organolépticas y morfológicas.

¹ Martínez, José. *Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos filogenéticos*. (Guatemala: FAO, 1995), pág. 23.

Además por su parte, Medina² realizó una caracterización de 16 materiales genéticos de camote en Moyuta, Jutiapa; recolectadas en Santa Rosa, Quiché y Petén, en la cual establece que al comparar el comportamiento de ciertos materiales en dos localidades confirma que los caracteres cualitativos son altamente influenciados por medio ambiente, existiendo una variabilidad genética entre diferentes materiales.

Según estos procesos de investigación, es importante poder definir y plasmar documentalmente las características de los diferentes materiales genéticos, mismos que son de gran utilidad en procesos de selección para procesos productivos. Sirviendo en esta investigación, como base para la definición de caracteres más relevantes que se debían de estudiar, aplicados a los materiales genéticos de camote seleccionados.

En la actualidad existen diversas instituciones que buscan incentivar y promover la producción del cultivo del camote como una alternativa de diversificación para las condiciones de la Franja Transversal del Norte (FTN), razón por la cual se realizó un estudio conjuntamente con la producción de tomate y yuca, y fue realizado por el Sector Público y Agrícola (SPA) con ayuda de instituciones internacionales.

Según información obtenida a través del señor Daniel Peinado, coordinador de proyectos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agraria (ICTA) ubicada en el Municipio de Fray Bartolomé, Alta Verapaz; el principal material que se promociona en los municipios que conforman la Franja Transversal del Norte es el ICTA San Jerónimo el cual presenta un mayor potencial para la alimentación humana y para la industria de la alimentación animal por sus altos contenidos de carbohidratos y

² Medina, Antonio. *Caracterización Preeliminar de 16 entradas de camote (Ipomoea batatas (L) Poir.) en Moyuta, Jutiapa.* (Guatemala: Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1986), pág. 96.

proteínas; sin embargo ve la necesidad de investigar y evaluar los diferentes materiales de la región dada la gran diversidad de los mismos en las diferentes regiones circundantes a la Franja Transversal del Norte.

Es por ello que el Instituto de Ciencia y Tecnología Agraria (ICTA)³ divulga que ha estado trabajando en la promoción del material de camote denominado ICTA San Jerónimo desde el año 2008. En la actualidad, su sede ubicada en Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz continúa promoviéndola por sus características organolépticas, esto en los municipios ubicados en la Franja Transversal del Norte.

Además, dentro de los procesos de investigación agrícola que promueve la misma institución, en conjunto con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el ICTA realiza un estudio sobre nueve diferentes materiales obtenidos en países sudamericanos, enfocados en la adaptabilidad de las mismas y la identificación de materiales con un mayor contenido de proteínas además del alto contenido de carbohidratos que ya contienen. Estos por el momento no son divulgados ni pueden ser utilizados por personas ajenas a la institución, hasta concluir con la investigación propuesta.

En lo que respecta al uso actual del camote en Guatemala, el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)⁴ reconoce que en algunas áreas de los municipios que conforman En Guatemala el camote se consume principalmente cocido, y conservado en forma de marqueta, siendo estos en dulces de trozos. En el área experimental se ha aprovechado para la elaboración de harina aunque su uso para tal fin es reducido.

³Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). *Memoria de Labores 2008* (Guatemala: Serviprensa, S.A; 2009), pág. 21.

⁴ Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA). *Desarrollo de productos de raíces y tubérculos* (Perú: Desarrolladora de productos de raíces y tubérculos, 1992), pág.37.

Dada la gran diversidad de materiales genéticos de origen guatemalteco, instituciones, organizaciones no gubernamentales y universidades siguen viendo la necesidad de realizar más investigación al respecto, ante la necesidad de mitigar los problemas de desnutrición en el país, y de establecer la seguridad y soberanía alimentaria, siendo el cultivo de camote un elemento que se debe considerar para el cumplimiento del mismo.

Los estudios efectuados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola en el municipio de Fray Bartolomé de las Casas, permitieron establecer ciertos parámetros sobre la fertilización química y materiales genéticos que se evaluaron y que siguen siendo en la actualidad estudiados por los mismos; además de otros elementos que constituyeron el experimento pero que fueron de aplicabilidad general como la densidad de siembra, metodología de siembra y selección de material de propagación.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. Clasificación taxonómica

Según la clasificación taxonómica según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica⁵, es la siguiente:

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Convolvulaceae
Tribu:	Ipomoeae
Género:	Ipomoea
Especie:	I. batatas L.

1.2.2. Origen y dispersión

El camote ha cumplido un papel determinante en la historia en la producción de diversos países. Según Montaldo “el camote es originario de la América Tropical. Se estima que el camote, o batata tal cual es conocido en otros países, se originó en la región comprendida entre el sur de México, Guatemala, Honduras, hasta Costa Rica.”⁶

Guatemala radica por tal como un área de vital importancia en el estudio del cultivo del camote, dada la amplia variedad de materiales genéticos disponibles en el país, mismos que se encuentran en ambientes diferentes que le confieren una diversidad de caracteres morfológicos.

⁵ Cusumano, Cosme, Et. Al. *Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato)* (Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2012), pág. 2

⁶ Montaldo, Álvaro. *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales* (Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1991), pág.232.

1.2.3. Características morfológicas

Según Valdivia⁷ los caracteres morfológicos son de vital importancia para definir los principales elementos que describen a la especie en el momento de su identificación botánica, mismos que presentan una amplia variedad, característico de cada material genético; siendo los más:

- a. **Hojas:** Son simples insertadas en el tallo, tiene una longitud de 4-20 cm., su forma puede ser orbicular ovalada, el borde se presenta como entero, dentado, lobulado o partido. La coloración varía de verde pálido hasta verde oscuro con pigmentaciones moradas.
- b. **Flores:** Están agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, con un raquis de 5-20 cm. de largo, su color va desde verde pálido hasta púrpura oscuro. El cáliz está formado por 5 sépalos libres, la corola libre abierta es infundibuliforme, el androceo posee 5 estambres soldados a la corola, el gineceo tiene 2 carpelos y el ovario es supero.
- c. **Fruto:** Es una cápsula redondeada de 3 a 7 mm. de diámetro, con apículo terminal dehiscente, posee entre 1 y 4 semillas.
- d. **Semilla:** Tienen un diámetro de 2 a 4 mm., de forma irregular a redondas levemente achatadas, de color castaño a negro, el tegumento es impermeable, lo que dificulta su germinación, pero no posee latencia.
- e. **Tallo:** Es una guía de hábito rastrero, aunque existen materiales del tipo arbustivo erecto. Su color varía de verde, verde bronceado a púrpura, y superficie glabra o pubescente.
- f. **Raíces:** Es fibrosa y extensiva, tanto en profundidad como en sentido lateral. La porción comestible es la raíz tuberosa cuya

⁷ Valdivia, Ramón. *Manejo agronómico del cultivo de camote en Nicaragua* (Nicaragua: Catholic Relief Services, 2008), pág. 3.

cáscara y pulpa varían en color de blanco a amarillo naranja, estas se originan de los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra, pueden medir 0.30 m. de longitud y 0.20 m. de diámetro.

1.2.4. Fenología

Las etapas fenológicas del camote definen algunos parámetros generales en los procesos productivos, siendo levemente variables de acuerdo al material genético:

CUADRO 1

Etapas del desarrollo de la planta de camote (*Ipomoea batatas* L.)

Etapa	Nombre de la etapa	Duración aproximada
1era.	Brotación	8-10 días
2da.	Fase vegetativa	65 días
3ra.	Floración	73 días
4ta.	Cosecha	132 días

Fuente: *El cultivo de camote*. 2005.

En todo caso el cultivo puede llegar en extremos hasta los 210 días desde brotación de hojas hasta cosecha.

1.2.5. Variedades

Hay muchas variedades de camote incluyendo variedades de piel naranja, morada y blanca con igual número y combinaciones de color de la pulpa interna. Según Zacari⁸ las variedades que se están recomendando son las de pulpa anaranjada por tener mayor contenido de β -caroteno.

En la actualidad, al describir un cultivar se toma en cuenta el carácter de la pulpa, húmeda o seca aclarando que estos términos se

⁸ Zaccari Fernanda, Et. Al. *Color y contenido de β -carotenos en boniatos, crudos y cocidos, durante su almacenamiento en Uruguay*, 2011.

<http://www.fagro.edu.uy/~agrocienza/VOL16/1/AGROCIENCIA%20VOL16%20Num1%202012.pdf>
(15/05/2014)

refieren al ablandamiento de los camotes cuando se cocinan, como consecuencia del desdoblamiento de los almidones en maltosa. Según este factor, y el del color de la pulpa, la siguiente es la agrupación de las variedades con mayor difusión mundial.

CUADRO 2

Agrupación de variedades de acuerdo al color de pulpa

Tipo seco	Tipo húmedo
Pulpa blanca o cremosa.	Pulpa anaranjada (con alto contenido de carotenoides).
Pulpa amarilla.	Pulpa amarilla
Pulpa morada	

Fuente: *Producción de camote, proyecto de diversificación económica rural USAID*. 2006

1.2.6. Requerimientos climáticos y edáficos

El camote se adapta muy bien desde el nivel del mar hasta los 1000-m.s.n.m.; sin embargo, según Bonilla “los mejores resultados para establecer plantaciones comerciales con buenos rendimientos es entre los 100-900 m.s.n.m., en donde se presentan temperaturas de 20-35 °C que aceleran su metabolismo, requiere de 12-13 horas diarias de luz.”⁹

En cuanto al suelo se adapta a aquellos que presenten buena aireación, buen drenaje, que sean livianos y con alto contenido de materia orgánica, tipo franco arenosos hasta franco arcillosos, con pH entre 5.2 y 7.7, siendo el óptimo 6 a 6.5.

El suelo juega igualmente un papel importante, ya que según Valdivia¹⁰ si el suelo es muy fértil y húmedo, el desarrollo de hojas y tallo es muy vigoroso pero su rendimiento de raíces es muy bajo al igual que

⁹ Bonilla, Julio. *Manual del Cultivo de camote*, 2009. <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715.pdf> (03/04/2014)

¹⁰ Valdivia, Ramón. *Manejo agronómico del cultivo de camote en Nicaragua* (Nicaragua: Catholic Relief Services, 2008), pág. 2.

su calidad, las raíces de mejor calidad se obtienen en suelos arenosos y pobres, pero los rendimientos son bajos. Necesita de 500 mm de precipitación durante el crecimiento y desarrollo vegetativo para llegar a formar raíces tuberosas y tener rendimientos aceptables.

1.2.7. Requerimientos nutricionales

El aspecto nutricional es uno de los más importantes en los resultados del rendimiento y calidad del tubérculo cultivado, para lo cual se han definido ciertos requerimientos muy generales que pueden guiar hacia una maximización de los productos cosechados.

CUADRO 3

Requerimientos de fertilización del camote

Elemento	Kg/Ha	Lb/Ha	Lb/Mz
N	188	415	291
P ₂ O ₅	98	217	152
K ₂ O	304	671	471
Ca	181	400	281
Mg	65	143	101
S	49	108	76
B	3,2	7	4,9

Fuente: *Producción de camote, proyecto de diversificación económica rural USAID*. 2006

1.2.8. Propagación

Comercialmente la forma más utilizada es la asexual mediante guías, ya sea de la parte basal, media o apical de las plantas adultas. Esta forma es la más efectiva y rápida de obtener plantas. Linares¹¹ explica que generalmente son guías de 30 o 40 centímetros de los cuales se entierran dos terceras partes.

¹¹ Linares, Ernesto. *El camote*, 2008.
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv81art3.pdf> (09/04/2014)

Además existe la reproducción asexual por tubérculos pero se tarda más tiempo y para el transporte es más dificultoso por su peso, se recomienda solamente para cuando se quiere guardar el material para sembrarlo la siguiente temporada. La reproducción sexual generalmente se realiza para trabajos de mejoramiento genético y establecimiento de bancos de germoplasma.

1.2.9. Plagas

Las plagas más importantes del cultivo son: gusano alambre, gallina ciega, gusanos del follaje (Lepidópteros), saltahojas, roedores y babosa.

a. Gusano alambre

Aeolus spp. y otras especies, que se considera una de las principales plagas del camote, porque el daño lo causa directamente sobre la parte exportable (tubérculo). Para Landizabal¹² además de causar que el producto no sea comerciable, permite la entrada de una serie de patógenos que causan pudriciones, los cuales se pueden establecer en las parcelas, causando mayores problemas de producción.

a. Gallina ciega

Phyllophaga sp. (Coleóptero- Scarabeidae); mismas que atacan raíces absorbentes alimentándose de ellas y por lo tanto disminuye la capacidad de absorción de nutrientes y agua, por lo que la planta se nota raquítica; el control es igual que para el picudo.

b. Tortuguillas.

Diabrotica sp. y/o Cerotoma sp. (Coleóptero-Chrysomelida) de gran importancia porque se alimenta de las hojas causando perforaciones, lo que disminuye la eficiencia fotosintética, y que para

¹²Landizabal, Ricardo. *Manual de Producción de camote (Honduras: Fintrac CDA, 2006)*, págs. 10

Landizabal “en algunos casos puede sobrepasar los límites permitidos de poblaciones y se hace necesaria la aplicación de pesticidas para su control.”¹³

c. Gusano cachudo.

Erinnys sps. (Lepidóptero-Sphingidae), mismo que ataca a la yuca, se alimenta de las hojas pudiendo causar daños severos.

d. Picudo del camote.

(*Cylasformicarius*) (Coleóptero – Curculionidae): La larva penetra en las raíces causando galerías por donde pueden penetrar patógenos con la consiguiente pérdida de calidad de las raíces.

e. Roedores

Estos generalmente presentan daños que pueden ser significativos en zonas donde hay otros cultivos que sirven de hospederos alternos, por ejemplo, la caña, yuca o piña; generando daño a los tubérculos en los procesos de almacenamiento, o en campo abierto del cultivo.

1.2.10. Enfermedades

a. **Mildiú blanco** (*Albugo ipomoeae*): Esta enfermedad según Bonilla¹⁴ es la única del follaje reportada hasta la fecha. Únicamente es importante durante los períodos de altas humedades relativas, en los que se desarrolla mucho más rápido y puede destruir todo el follaje del cultivo.

b. **Pudrición bacteriana** (*Erwinia chrysanthemi*): La pudrición por bacterias es agresiva, especialmente durante la época lluviosa. Por

¹³ Íbid, pág. 12

¹⁴Bonilla, Julio. *Manual del Cultivo de camote*, 2009.
<http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715.pdf> (06/04/2014)

lo general, se mueren o marchitan unas ramas de la planta afectada. Causa lesiones húmedas y suaves en los tallos y raíces del camote.

- c. **Pudrición de la raíz (*Fusarium solani*);** considerada una enfermedad grave que causa graves pérdidas, ya que ataca las raíces del camote. Los síntomas iniciales son una lesión en la superficie de la raíz que va formando anillos concéntricos.

1.2.11. Usos y valor alimenticio del camote (*Ipomoea batatas* L.)

El camote es un alimento de alta energía, que se caracteriza por sus raíces con un alto contenido de carbohidratos (entre 25 a 30%), de los cuales el 98% es considerado fácilmente digestible. Es una fuente excelente de carotenoides de provitamina A. Recientes estudios del papel de la vitamina A y la fibra sobre la salud humana puede realzar aún más la imagen del camote.

Según Chamba¹⁵ la composición química del camote toma en cuenta los porcentajes de cada biomolécula presente en un tubérculo de camote, aunque puede variar de acuerdo al material con el que se esté trabajando.

CUADRO 4
Composición química de 100 g de raíz cruda de camote

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Agua	72,8 g	Zinc	0,28 mg
Calorías	102	Cobre	0,2 mg
Fibras digeribles	1,1 g	Vitamina A - retinol	300 mg
Potasio	295 mg	Vitamina B - tiamina	96 mg
Sodio	43 mg	Vitamina B12 - riboflavina	55 mg
Magnesio	10 mg	Vitamina C - ácido ascórbico	30 mg

Fuente: *Cultivo del camote. 2004*

¹⁵ Chamba, Leonardo. *Cultivo del camote para el mercado Internacional* (Costa Rica: 2008), pág.7.

CUADRO 5
Composición media de 100 g de materia fresca de camote

Componente	Cantidad
Humedad	70%
Carbohidratos totales	26,1 g
Proteína	1,5 g
Lípidos	0,3 g
Calcio	32 mg
Fósforo	39 mg
Hierro	0,7 mg
Fibras digeribles	3,9 g
Energía	111 kcal

Fuente: *Manual del cultivo de camote*. 2004

Los tubérculos, se aprovechan para consumo humano como hortaliza y en sopas, industrialmente se usa para elaborar dulces, obtener almidón, el cual a su vez es materia prima para la obtención de alcohol.

a. Uso en alimentación humana y forraje del camote

El cultivo de camote para Montaldo, “desde el punto de vista de su aprovechamiento, se divide en tipo alimenticio y tipos forrajero”.¹⁶ En Guatemala se reconoce su consumo de forma cocida y conservada en dulces (trozos de tubérculos caramelizados). Se ha empezado a promover la elaboración de harina del mismos, mientras el uso como alimento para animales es aún reducido.

En ciertas comunidades de la región altaverapacense constituye parte de la alimentación de la población, y actualmente según el Centro Internacional de la Papa (CIT)¹⁷ en el ámbito médico se le ha empezado a dar importancia medicinal en la cura del cáncer del Cuello Uterino.

¹⁶Montaldo, Álvaro. *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales* (Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1991), pág. 233.

¹⁷ Centro Internacional de la Papa (CIT). *Datos y cifras sobre el camote*, 2010. <http://cipotato.org/publications/pdf/005519.pdf> (25/05/2014)

b. Uso industrial del camote

Respecto al aprovechamiento industrial del camote, Reveló¹⁸ define que “debido a la alta cantidad de amilasa que contiene, el almidón de camote al mezclarlo con dos plastificantes naturales, glicerol y sorbitol, puede servir como constituyente de láminas de plástico de alta resistencia”. Otros países han explorado los mercados produciendo harina precocida, papilla, caramelos y alcohol.

¹⁸ Reveló, José. *Prefactibilidad de la producción y comercialización de camote* (Ecuador: Universidad Técnica del Norte (UTN), 2012), pág. 1

1.3. HIPÓTESIS

Primera hipótesis

Los cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.) responderán de manera diferente, habrá una variación en los rendimientos entre los mismos.

Segunda hipótesis

La fertilización orgánica se comporta de igual manera y presenta rendimientos poco variables respecto a la fertilización química en los cuatro materiales de camote a evaluar.

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Características generales del área

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad Yalchactí del municipio de Chisec, Alta Verapaz, situada en las siguientes coordenadas:

- Latitud Norte: 15° 55' 60''
- Latitud Oeste: 90° 19' 0''

La comunidad Yalchactí se encuentra a una altitud de 213 msnm; en la Figura 1 y 2 se identifica su ubicación geográfica.

2.1.2. Características climáticas

Según los datos climatológicos de la estación del INSIVUMEH de Chisec, se registra una temperatura media anual de 24.5 grados centígrados, con una precipitación pluvial media de 2500 mm/año y una humedad relativa del 85%. La época más lluviosa es a partir de los meses de junio y octubre, con 4 meses de relativa baja precipitación (época seca), que son los meses de febrero a mayo, y abril es el mes de menor precipitación.

De acuerdo a Thorthwaite, el clima del área es A'a'Br, lo que indica que el clima es cálido sin estación fría bien definida, húmedo normalmente con vegetación natural a boscosa y sin estación seca bien definida.

2.1.3. Características ecológicas

Según la clasificación de Holdridge de acuerdo a De la Cruz¹⁹, las comunidad Yalchactí se encuentra dentro de la zona de vida Bmh-S(c), correspondiente a Bosque muy húmedo subtropical cálido, que en general se caracteriza por una amplia diversidad de flora y fauna y por contener terrenos con topografía de plana a accidentada.

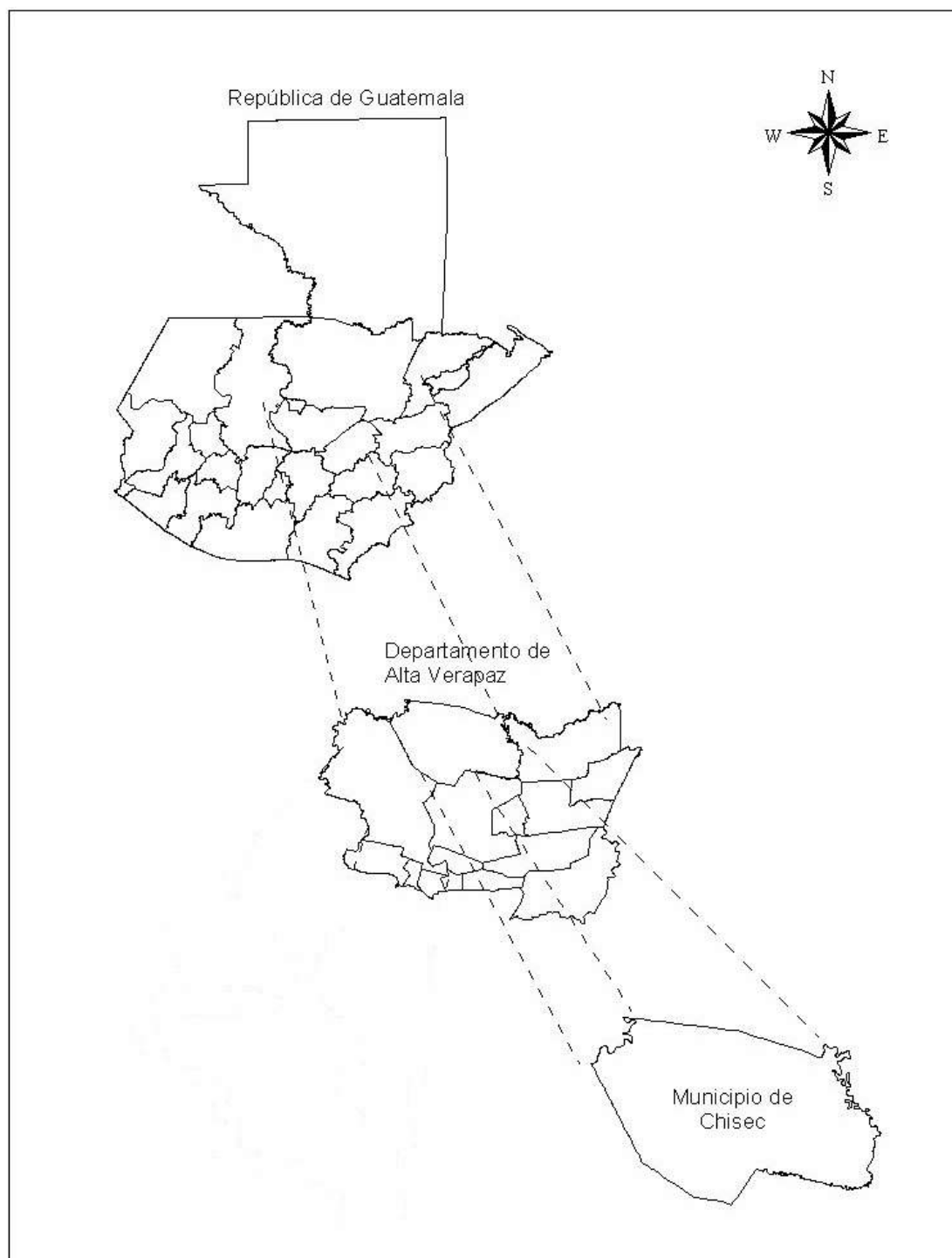
2.1.4. Suelos

Basado en clasificación de suelos según la FAO, existen áreas extensas de Molisoles (Rendzinas) con subsuelo arcilloso.

Según Simmons, Tarano y Pinto, en la clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, el tipo de suelo de Yalchactí pertenece a la serie de suelos Tzejá (Tz), que se caracterizan por ser suelos con pH muy ácidos, profundos y con relieves inclinados. Además son desarrollados sobre rocas calcáreas a elevaciones bajas.

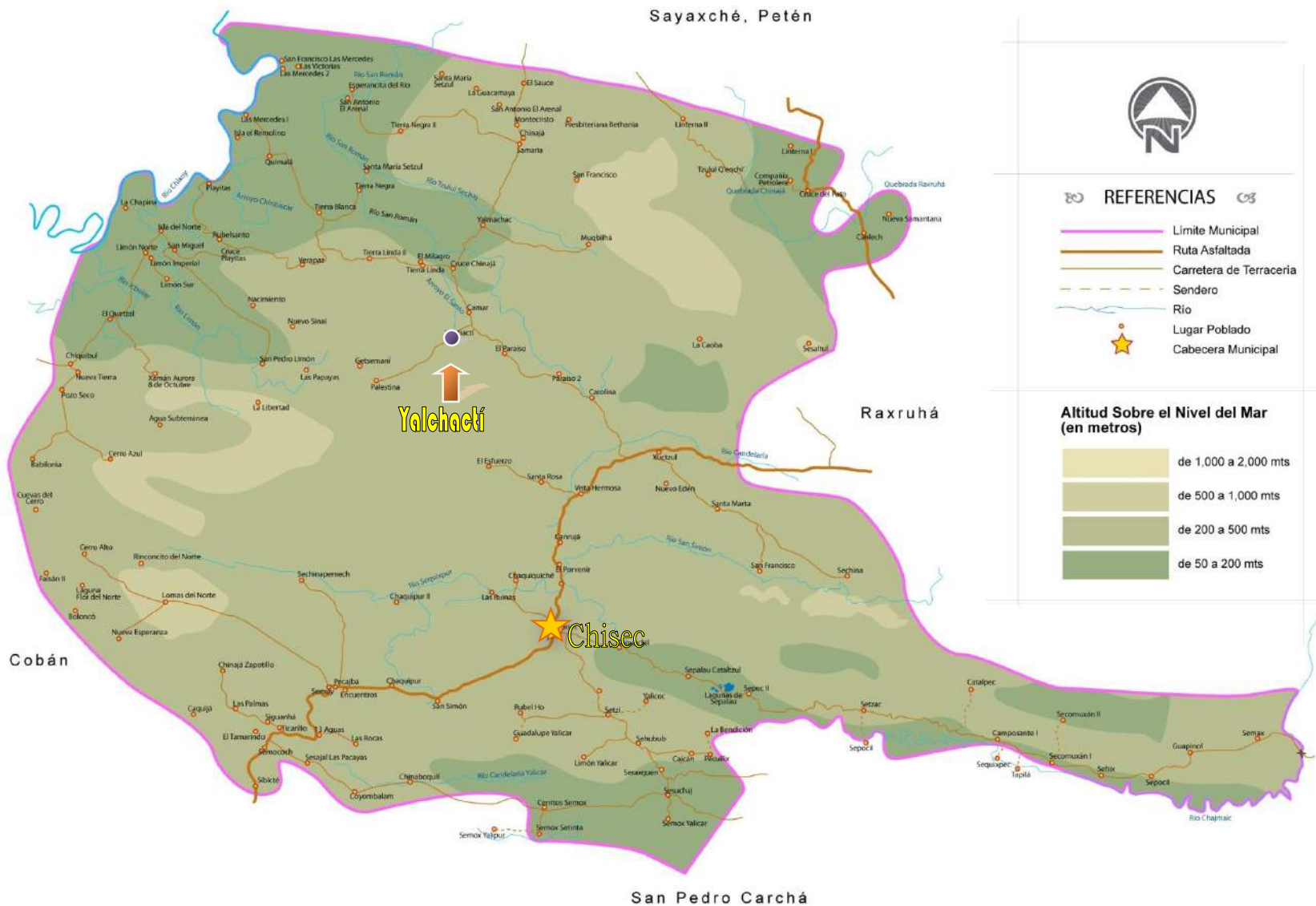
¹⁹ De la Cruz, Jorge. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. (Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación (MAGA), 1982), pág. 16.

Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Chisec, Alta Verapaz.



Fuente: Anteproyecto del centro de turismo rural para el Municipio de Chisec, Alta Verapaz. 2011

Figura 2. Mapa de ubicación de la comunidad Yalchactí, municipio de Chisec, Alta Verapaz



Fuente: Investigación de campo, en base a mapa proporcionado por la Municipalidad de Chisec, A.V. 2014

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. MARCO METODOLÓGICO

3.1.1. Procedencia del material experimental

El material genético de camote (*Ipomoea batatas* L.) constituyó un elemento de estudio fundamental en el experimento, por lo tanto se consideró importante considerar algunos aspectos para identificación y selección de los mismos, dentro de ellos:

- La adaptabilidad de los cuatro materiales genéticos en la Comunidad Yalchactí, Chisec; siendo estos procedentes de los municipios de Chisec, Chahal y Fray Bartolomé de las Casas, que presentan condiciones edafoclimáticas muy similares al del área experimental.
- Los materiales de mejor rendimiento, basados en las recomendaciones y observaciones de productores de camote en Siguanhá I, Chahal; de Resurrección Balan, Fray Bartolomé de las Casas y Yalchactí, Chisec; así como del personal de la sede del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) en Fray Bartolomé de las Casas.

- Las características morfológicas y organolépticas de los diferentes materiales genéticos, basado igualmente en las observaciones y recomendaciones de productores de camote de los municipios donde se recolectó el material de propágulo para el experimento.
- La descripción particular de la ubicación geográfica de las localidades de colecta y algunos datos importantes referentes a los materiales genéticos aparecen en el Cuadro 6.

CUADRO 6

Datos de localización y colecta de los materiales genéticos evaluados en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz

Número de Orden	Nombre asignado	Fecha de colecta	Datos de localización del sitio o lugar de recolección							Municipio	Departamento
			COORDENADAS		Altitud	Temperatura media anual	Sitio o lugar de recolección	Distancia aproximada del centro del municipio (cabecera municipal)			
			Latitud	Longitud	m.s.n.m.	°C	Comunidad, aldea, casería u otro	En km			
1	Material genético Comunidad Siguanhá I	16/05 /2014	15° 47' 20" Norte	89° 35' 12" Oeste	240	25.9	Comunidad Siguanhá I	48	Chahal	Alta Verapaz	
2	Material genético Resurrección Balan	15/05 /2014	15°47'58.24" Norte	89°51'56.29" Oeste	183	25 a 26 ²⁰	Comunidad Resurrección Balan	16	Fray Bartolomé de las Casas	Alta Verapaz	
3	Material genético Yalchactí	16/05 /2014	15°55'60" Norte	90°19' 0" Oeste	213	24.5	Comunidad Yalchactí	20.3	Chisec	Alta Verapaz	
4	Material genético ICTA San Jerónimo	15/05 /2014	15°50'44" Norte	89 °51' 57" Oeste	146.34	25	ICTA, Sede Fray Bartolomé de las Casas (centro del municipio)	<1	Fray Bartolomé de las Casas	Alta Verapaz	

Fuente: Investigación de campo. 2014

²⁰ Unidad Técnica Municipal de Fray Bartolomé de las Casas (UTM). *Ubicación geográfica de Fray Bartolomé de las Casas*. (Guatemala: Municipalidad de Fray Bartolomé de las Casas, 2010), pág. 20

Como agregado, respecto al material ICTA San Jerónimo, según el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) “éste se caracteriza por ser una planta de tipo esparcido, que se adapta en altitudes de 300 a 1000 m.s.n.m. Se desarrolla mejor en suelos franco-arenosos con adecuado contenido de materia orgánica y buen drenaje.”²¹ El ciclo del cultivar es intermedio, es decir de seis a siete meses aunque variable de acuerdo a las condiciones y manejo agronómico.

3.1.2. Material para fertilización

a. Fertilizante orgánico (Ferticonsa)

La composición física de éste fertilizante es gallinaza pura, que según Ferticonsa “se somete a procesos de deshidratación a altas temperaturas, control de humedad y eliminación de basura y otros en el proceso de tamizado, y la pulverización que permite la manejabilidad del producto”.²²

CUADRO 7
Análisis de Abono Orgánico Ferticonsa

Composición	
pH	6.2 – 7.2
Concentración de Sales (C.S)	6 – 14 dS/m
Materia orgánica MO	40 – 60%
Elementos	Concentración (p/p) %
Nitrógeno (N)	2.29 – 3.4
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.39 – 3.90
Potasio (K ₂ O)	1.7 – 2.60
Calcio (Ca)	2.10 – 5.30
Magnesio (MgO)	0.71 – 1.20
Elementos	ppm
Sodio	6185 – 19212
Boro (B ₂ O ₃)	180 – 218.15
Cobre (Cu)	22.79 – 35.50
Hierro (Fe)	180.0 – 1906

Fuente: Soluciones analíticas (AgriLab). Guatemala.

²¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). *Cultivo de camote* (Guatemala: Programa de plantas y animales, 2013), pág. 2.

²² Soluciones Analíticas. *Productos Ferticonsa* (Guatemala: Agrilab, 2008), pág. 12

b. Fertilizante químico (15-15-15)

Este tipo de fertilizante utilizado, cuenta con la fórmula completa respecto a la distribución de elementos principales para la planta, siendo éstos: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Fertilizante Triple 15 es un fertilizante granulado con:

- Nitrógeno 15 %
- Fósforo 15 %
- Potasio 15%

La forma del fertilizante fue granulado de mezcla física, marca comercial Pelicano de Disagro.

3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO

3.2.1. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones.

3.2.2. Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) del diseño utilizado y la prueba de Tukey para la comparación de promedios obtenidos, donde existió significancia estadística.

3.2.3. Modelo estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados que se obtuvieron, se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + F_j + PF_{ij} + B_{k} + E_{g} + E_{ch}$$

Dónde:

I= Materiales genéticos

J= Niveles de fertilización

K= Repeticiones

Y_{ijk} = Variable respuesta del i j k – unidad experimental.

μ = Efecto de la media general.

P_i = Efecto de la i-ésimo material genético.

F_j = Efecto de la j-ésima fuente de fertilización.

PF_{ij} = Efecto de la interacción material genético-fuente de fertilización.

B_k = Efecto del k-ésimo bloque.

E_g = Error experimental asociado a la parcela grande.

E_{ch} = Error experimental asociado a la parcela pequeña.

El área total del experimento fue de 736 m², el cual se dividió en cuatro bloques de 4 m por 32 m cada uno, que representaron las repeticiones de los respectivos tratamientos.

Se utilizó un diseño bifactorial con arreglo de parcelas divididas, en el cual se dividió cada bloque en dos parcelas grandes de 4 m por 16 m para cada fuente de fertilización. En cada parcela grande, cuatro pequeñas de 4 m por 4 m para el segundo factor que correspondió a materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.).

A continuación se hace referencia a los diferentes tratamientos de acuerdo al diseño experimental planteado (bifactorial en bloques al azar con arreglo de parcelas divididas).

CUADRO 8

Referencia a parcelas grandes en el cultivo de camote

Fuentes de fertilización	Clave
Orgánico (Ferticonsa)	F1
Químico (Triple quince)	F2

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 9

Referencia a parcelas pequeñas en el cultivo de camote

Material genético	Clave
ICTA San Jerónimo	M1
Cultivar Yalchactí, Chisec	M2
Cultivar Resurrección, Chahal	M3
Cultivar Siguanhá I, Fray Bartolomé de las casas	M4

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 10

Referencia a los tratamientos en el cultivo de camote

Fuentes de fertilización	Materiales genéticos	Clave
Orgánico (Ferticonsa)	ICTA San Jerónimo	T1: F1M1
	Cultivar Yalchactí, Chisec	T2:F1M2
	Cultivar Resurrección, Chahal	T3:F1M3
	Cultivar Siguanhá I, Fray Bartolomé de las Casas	T4:F1M4
Químico (Triple quince)	ICTA San Jerónimo	T5:F2M1
	Cultivar Yalchactí, Chisec	T6:F2M2
	Cultivar Resurrección, Chahal	T7:F2M3
	Cultivar Siguanhá I, Fray Bartolomé de las Casas	T8:F2M4

Fuente: Investigación de campo. 2014

3.3. Variables de estudio

Las variables que se evaluaron son las siguientes:

- Rendimiento: Peso de los tubérculos en kilogramos por hectárea (kg/ha).
- Número de tubérculos por planta.
- Largo de los tubérculos. (en cm.)
- Diámetro de tubérculos (en cm.)

3.4. Procedimiento

3.4.1. Preparación del terreno

El proceso de preparación del suelo se realizó de forma manual, para ello se realizó la limpia respectiva, y luego el volteo del terreno hasta una profundidad de treinta centímetros previo al establecimiento de las unidades experimentales.

Con un análisis de suelos, se definió el pH y de esta manera se estableció la cantidad requerida de cal dolomítica para llevarlo al óptimo para el desarrollo del cultivo (6.5), partiendo del supuesto inicial de que estos suelos son muy ácidos y se encontraba en menor rango que el pH óptimo para el desarrollo del cultivo.

Antes de la siembra se hizo un levantamiento de camellones partiendo de que mientras más mullido quedara el suelo, sería mejor para el desarrollo de las raíces. El distanciamiento utilizado fue de 0.5 m entre planta y 1.0 m entre surco y espacio de 0.7 m. entre bloques.

a. Aplicación de cal dolomítica (CaCO_3 MgCO_3)

La cal dolomítica que fue aplicada estaba compuesta por carbonatos de calcio y magnesio, enriquecida además con roca fosfórica considerada por ser una alternativa eficaz para corregir suelos ácidos y sobre todo para corregir la relación calcio - magnesio del suelo.

La cantidad aplicada dependió del pH y la acidez intercambiable del suelo (ver cuadros 37 y 38 en Anexos). De esta manera se aseguraba que con su aplicación se permitiría neutralizar la toxicidad del aluminio soluble, desinfectar el suelo y que a la vez lo nutriría con calcio, magnesio y fósforo. Aunque según Comcementos²³ 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.

3.4.2. Siembra

La siembra se realizó en horas de la tarde y el suelo estaba húmedo (hasta capacidad de campo). Se hicieron agujeros para poder acomodar fácilmente las guías seleccionadas. Al realizar el proceso de siembra se debía asegurar que los diferentes nudos de la guía hicieran contacto con el suelo, para asegurar su prendimiento. Por lo menos debían quedar enterrados dos nudos de la guía en el suelo para la formación de raíces adventicias y por lo menos tres por fuera (sobre el suelo) para el desarrollo de las nuevas hojas.

²³Comercializadora de Cementos. *Panfleto informativo sobre cal dolomita.*
<http://www.comcementos.com/Descargas/Cales/Cal%20Dolomita.pdf> (02 /03/ 2014)

Se colocaron las guías partiendo de los distanciamientos establecidos. El distanciamiento entre camellones fue de 1.0m y el distanciamiento entre plantas de 0.50 m.

3.4.3. Fertilización del cultivo

a. Fertilización química

Se realizaron dos aplicaciones durante el ciclo del camote (*Ipomoea batatas* L.):

- La primera aplicación se realizó 2 días después antes de la siembra para asegurar la disponibilidad de los nutrientes luego del trasplante de guías, la forma de aplicación del fertilizante NPK - triple quince (15-15-15) en forma de media luna alrededor de cada postura
- La segunda aplicación se realizó a los 70 días con aplicación en forma de media luna alrededor de cada planta, utilizando el fertilizante granulado mezcla física 15-15-15.

b. Fertilización orgánica

Se realizaron dos aplicaciones en el cultivo de camote del fertilizante orgánico compostado a base de gallinaza, marca comercial Ferticonsa en la parcela grande definida para fertilización orgánica.

- La primera aplicación se realizó 10 días antes de la siembra para asegurar la disponibilidad de los diferentes nutrientes y degradación completa del fertilizante para su uso en el cultivo.
- La segunda aplicación del mismo fertilizante se realizó a los 50 días del proceso de siembra.

3.4.4. Aporque

Mediante la práctica de cubrimiento de los tallos denominado aporque, se restableció el suelo desplazado por efecto de las lluvias y de las desmalezadas; realizando tal proceso cada 15 días desde el trasplante hasta los 70 días de desarrollo del cultivo. A partir de esta fecha hasta el fin de cosecha se realizó cada 7 días para evitar que los tubérculos fueran a provocar daños físicos por radiación solar a los mismos, y para evitar su exposición a roedores.

3.4.5. Riegos

El cultivo fue susceptible al déficit de agua al momento del prendimiento de las guías y durante la formación y engrosamiento de las raíces tuberosas. A partir de la siembra se efectuaron riegos por aspersión con bomba de mochila cada 5 días para evitar la deshidratación del material vegetal y evitar la pérdida de agua por transpiración cuando la temperatura media era muy alta. Con el inicio de las lluvias y a partir de los 70 días los riegos se realizaron riegos mínimos cada 10 días, pequeñas láminas de 10 mm.

La etapa de desarrollo foliar y desarrollo de tubérculos en la que el cultivo requería mayor cantidad de agua, la obtuvo principalmente por las precipitaciones del mes de mayo (mes en que fue sembrado) y algunas lluvias de agosto. Según datos del El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) “se obtuvo una lámina de 1,250 mm para el período del cultivo”²⁴; y considerando los requerimientos del cultivo,

²⁴ Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). *Datos meteorológicos para los departamentos del mes de agosto*. (Guatemala: 2014), pág. 1.

que según Valdivia²⁵ para el cultivo de camote es de 500 mm; era suficiente, sin embargo esto no fue uniforme por el paso de una canícula prolongada en el mes de julio.

3.4.6. Manejo fitosanitario

a. Malezas

Durante los primeros 40 días se realizó el control de maleza haciendo una limpia cada 15 días mediante control manual con azadón. El periodo crítico de competencia de malezas inició desde el alargamiento de las guías hasta el inicio de la tuberización. A partir de los 120 días el cultivo cerró los espacios con su follaje y no permitió que las malezas se desarrollaran.

b. Plagas

Para el manejo de plagas se realizó la preparación anticipada de terreno o volteo para que los huevos y pupas de algunas plagas como la Gallina Ciega (*Phyllophaga sp.*), Gusano alambre (*Aeolus sp.*). También se aplicó el insecticida clorpirifos a razón de 95 ml/área de experimento. La aplicación fue por aspersión con bomba de mochila en el follaje para controlar la presencia de saltahojas en algunos materiales genéticos.

c. Enfermedades

Para evitar problemas por enfermedades provenientes de los cultivares de origen, se sumergieron los esquejes en el fungicida Captan (polvo mojable) en el momento de siembra.

²⁵ Valdivia, Ramón. *Manejo agronómico del cultivo de camote en Nicaragua* (Nicaragua: Catholic Relief Services, 2008), pág. 2.

Además se aplicó un fungicida preventivo: Bordocop (sulfato tetracuprocálcico), con una aplicación cada 20 días, con una dosis de 80 cc/bomba, con aplicación al follaje.

3.4.7. Cosecha

El parámetro para la determinación del punto óptimo de cosecha de los tubérculos de camote fue cuando el follaje de la planta de dos materiales genéticos adquirió un tono verde pálido o amarillento (Icta San Jerónimo y Siguanhá I); éste fue el momento en que las raíces tuberosas presentaban la mejor presentación de mercado y la mayor conservación y resistencia al manipuleo.

En los demás materiales genéticos se procedió a realizar un muestreo para determinar su estado, y algunas variaciones en el color de las venas de las de acuerdo a indicaciones de pequeños productores de los mismos. La primera labor de cosecha constituyó en cortar las guías o bejucos con machete y colocarlos entre los surcos. La extracción de los camotes del suelo se realizó con piocha y pala para no dañar los tubérculos. Para evitar las escaldaduras por efectos del sol se cubrieron los tubérculos se evitando dejarlos expuestos durante más de media hora.

Luego se llevó al proceso de poscosecha, y se procedió al pesado para fines del experimento y almacenado ya que los camotes, ya que recién cosechados eran menos dulces que los almacenados por un cierto período; esto se debe al aumento posterior por acción de diastasas, de azúcar y dextrina a expensas del almidón.

3.4.8. Poscosecha

a. Lavado

Para la comercialización a cierta parte de los tubérculos únicamente fueron colocados en sacos sin ser lavados y a otra parte le fue necesario eliminar la tierra adherida (dependiendo del comprador), en este último caso fueron colocados los tubérculos en canastas plásticas grandes y sumergidas en un tanque con agua (pH 6,5 a 7,5) durante 30 segundos.

b. Secado

Después del proceso de lavado, se colocaron los camotes en canastas de plástico para el secado durante dos días para su posterior comercialización.

3.5. Toma de datos

Luego de la cosecha de tubérculos se realizó la medición de las diferentes variables planteadas. Para la determinación del rendimiento por unidad de área, se realizó el pesado de tubérculos en todas las plantas del área neta de cada unidad experimental (16 plantas, con un total de 512 plantas medidas). Datos que se ordenaron de acuerdo al tratamiento que correspondía cada unidad experimental. Para ello se utilizó una balanza.

Para las variables de número de tubérculos por planta, longitud de planta, largo y ancho de tubérculos; igualmente se tomaron todos los tubérculos cosechados en las dieciséis posturas por unidad experimental (16 plantas, con un total de 512 plantas medidas en todo el experimento). Los datos obtenidos fueron ordenados de acuerdo al tratamiento correspondiente. Para ello se utilizó una cinta métrica y un vernier (o pie de rey).

3.5.1. Determinación de caracteres morfológicos de los materiales evaluados.

Para la determinación de algunas características morfológicas de cada uno de los materiales genéticos evaluados, se tomaron datos sobre las plantas de las parcelas netas establecidas en la investigación.

Se utilizó como base el descriptor para (*Ipomoea batatas* L.) formulado por el IBPR²⁶, con ciertas modificaciones tomadas por el estudiante practicante, éstos agregados principalmente relacionadas a la definición del color de algunas partes de la planta.

²⁶Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). *Group on the genetic resources of sweet potato* (South Carolina, EEUU: IBPGR, 1981), pág .30.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Los resultados obtenidos (variables respuesta) durante el manejo agronómico de cuatro materiales genéticos de camote bajo fertilización química y orgánica, permiten finalmente seleccionar a los mejores materiales de acuerdo a sus rendimientos y describir sus características tanto morfológicas como organolépticas.

Se elaboró un cuadro con la descripción morfológica de los distintos materiales de camote evaluados, en base a un descriptor propuesto por IBPGR²⁷ que fue modificado por el investigador donde se incluyen características morfológicas del tallo, tubérculos, hojas, entre otras; que finalmente permitieron diferenciar a los materiales durante su manejo en el experimento y que establecer la amplia diversidad existente de esta especie de importancia nutricional y comercial en el país.

4.1.1. Descripción morfológica de los materiales genéticos de camote evaluados.

En el Cuadro No. 11 se presenta un resumen de características morfológicas del cultivo según el descriptor IBPGR (Internacional Board for Plant Genetic Resources), donde se incluye además la característica de coloración de acuerdo a la escala de Munsell de diferentes órganos de la planta, ya que la presentada

²⁷ Íbid

por tal descriptor es muy general. En el mismo se toman en cuenta otros elementos, como lo es la forma de la hoja según su base, ápice, base, etc; que según las observaciones realizadas, son muy característicos de cada material genético evaluado.

a. Datos generales

1. Sitio del establecimiento del cultivo: comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.
2. Año de determinación de características morfológicas: 2014
3. Nombre de la persona encargada: Luis Felipe Cucul Caal
4. Fecha de siembra: 17 de mayo de 2014
5. Fecha de cosecha: 20 y 21 de septiembre de 2014

b. Caracteres morfológicos

CUADRO 11
Características morfológicas según el descriptor del IBPG modificada

Variable	PLANTA		Tiempo para inicio de cosecha* **	TALLO					HOJA	
	Hábito de crecimiento	Tipo de planta		Velocidad de crecimiento del tallo	Longitud de los entrenudos	Pigmentación del tallo	Pigmentación del tallo*	Pubescencia del extremo del tallo	Lóbulos de la hoja madura	Tamaño de la hoja madura
Material genético										
Material Yalchactí, Chisec, A.V.	Rastrero	Esparcido	155 días	Intermedio	Intermedio	Púrpura	7.5RP 3/6	Esparcida	Nada	Mediana
Material Resurrección, Chahal, A.V.	Rastrero	Compacto	160 días	Intermedio	Corto	Verde	7.5GY6/10	Esparcida	Fuerte	Mediana
Material Siguanhá I, Fray Bartolomé de las Casas, A.V.	Rastrero	Esparcido	155 días	Rápido	Intermedio	Verde	7.5GY5/8	Esparcida	Nada	Mediana
Material ICTA San Jerónimo	Rastrero	Esparcido	170 días	Rápido	Largo	Verde	7.5GY4/2	Esparcida	Ligeramente	Mediana

Fuente: Investigación de campo. 2014

*Color según escala de Munsell, agregados por el investigador.

*** En base al período de tiempo obtenido como parte de los datos del presente experimento.

	HOJA					
Variable Material genético	Color de la hoja madura	Color de la hoja madura*	Color de hoja inmadura	Color de hoja inmadura*	Color de las venas del envés de la hoja	Largo del peciolo
Material Yalchactí, Chisec, A.V.	Verde	7.5GY6/10	Verde	7.5GY6/10	Todas las venas púrpura	Largo
Material Resurrección, Chahal, A.V.	Verde	7.5GY5/10	Verde	7.5GY5/10	La mitad del nervio principal púrpura	Intermedio
Material Siguanhá I, Fray Bartolomé de las Casas, A.V.	Amarilla verdosa	2.5GY8/10	Púrpura	5P2/4	Con manchas púrpura	Intermedio
Material ICTA San Jerónimo	Amarillo	2.5GY7/10	Verde púrpura	10GY4/8	Todas las venas púrpura	Largo

*Color según escala de Munsell, agregados por el investigador

Variable Material genético	HOJA					
	Pigmentación del pecíolo	Pigmentación del pecíolo*	Crecimiento guía principal (para la época de cosecha)	Tipo de hoja por su forma**	Tipo de hoja según su ápice**	Tipo de hoja según su base**
Material Yalchactí, Chisec, A.V.	Púrpura	7.5P2/6	3.5-5 m	Cordada	Caudado	Cordada
Material Resurrección, Chahal, A.V.	Verde	10GY7/12	3.5-5 m.	Profundamente lobulada	Caudado	Truncada
Material Siguanhá I, Fray Bartolomé de las Casas, A.V.	Verde	10GY6/14	4-5.5 m	Deltoide	Caudado	Truncada
Material ICTA San Jerónimo	Moderadamente púrpura	5P2/2	6-8 m	Deltoide	Cuspidado	Truncada

*Color según escala de Munsell, adaptado por el investigador.

**Caracteres estudiados, agregados por el investigador²⁸

²⁸ Basado en: Reyes, R.; Pax, E. 2014. Guía para la clasificación de hojas por su forma, su ápice, su base y su forma. Carrera de Agronomía. Guatemala. 11 p.

Variable	RAIZ						
	Material genético	Color de la piel de las raíces principales	Intensidad del color de la epidermis	Color de la piel de las raíces principales*	Color de la pulpa de la raíz tuberosa	Intensidad del color de la pulpa de la raíz tuberosa*	Color de la pulpa de la raíz tuberosa *
Material Yalchactí, Chisec, A.V.	Púrpura	Intermedio	2.5RP4/16	Blanco	Pálido	10RP9/2	1.5 mm.
Material Resurrección, Chahal, A.V.	Café	Pálido	10YR8/4	Anaranjado	Pálido	10YR7/10	3 mm.
Material Siguanhá I, Fray Bartolomé de las Casas, A.V.	Púrpura	Pálido	7.5RP4/12	Blanco con manchas púrpuras	Intermedio	2.5Y9/2 con manchas 2.5P4/4	2 mm.
Material ICTA San Jerónimo	Café	Pálido	5YR8/2	Anaranjado	Intermedio	7.5YR7/12	2 mm.

Fuente: Investigación de campo. 2014

*Color según escala de Munsell, adaptado por el investigador.

**Caracteres estudiados, agregados por el investigador

Los datos correspondientes a las variables evaluadas (rendimiento, ancho de tubérculos, número de tubérculos por planta y longitud de tubérculos) fueron sometidos a un análisis estadístico en la cual se consideraron las medias obtenidas en el área neta cosechada de cada unidad experimental (Ver Anexos).

De acuerdo al modelo estadístico de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, se efectuó el análisis de varianza donde existió significancia estadística para algunos factores de cada variable de estudio, posteriormente sometido a una prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Se presenta a continuación, los resultados para la variable rendimiento (Ver Cuadros 12 al 15, y gráfica 1), los de la variable número de tubérculos por planta (Cuadro 16 al 18, y gráfica 2), para la variable longitud de tubérculos (Cuadro 19 al 22, y gráfica 3) y por último el de la variable diámetro de tubérculo (Cuadro 23 al 25, y gráfica 4).

4.1.2. Variable rendimiento

CUADRO 12

Análisis de varianza de la variable rendimiento del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F	F05	F01	
Bloques	3	29167228,43					
Fertilización	1	44595318,80	44595318,8	444,14	203	34,12	** (A.S)
Error A	3	301227,585	100409,19				
Parcela grande	7	74063774,82					
Materiales genéticos	3	414144444,50	138048148,2	136,41	3,16	5,09	** (A.S)
Interacción	3	456447,52	152149,17	0,15	3,16	5,09	NS.
Error B	18	18215783,76	1011987,98				
TOTAL	31	506880450,60					

Fuente: Investigación de campo. 2014

Donde:

G.L. = Grados de libertad
S.C. = Suma de cuadrados

C.M.= Cuadrado medio

F = F calculada

N.S.= No significativo

A.S. = Altamente Significativo

F0.05 y
F0.01 = F de tabla con alfa 0.05 y 0.01

CUADRO 13

Promedios del rendimiento en kg/ha del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GRANDES	PARCELAS PEQUEÑAS				Media	
	Mat. Gen.	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas		ICTA San Jerónimo
Fertilización						
Química		28692,3803	29655,573	21861,9725	22543,4553	25688,3453
Orgánica		26363,58	27569,8625	19119,03975	20256,8193	23327,3254
Media		27527,9801	28612,71775	20490,50613	21400,1373	24507,8353

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 14

Prueba de Tukey para parcelas grandes del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

Fertilización	Media	Agrupación de Tukey (DMS=356.48)
Química	25688,3453	A
Orgánica	23327,3254	B

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 15

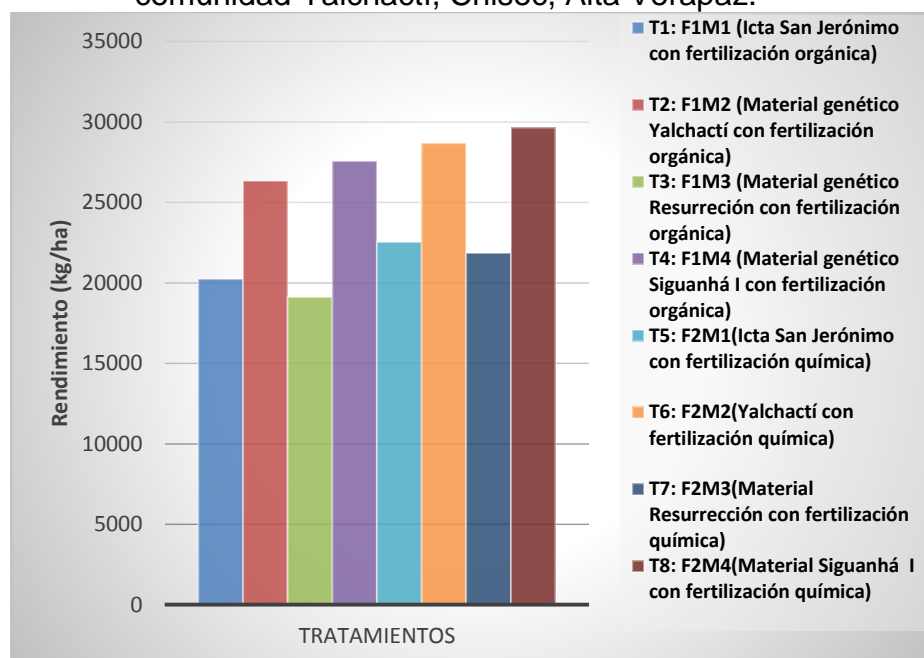
Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para parcelas pequeñas del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

Material genético	Media	Agrupación de Tukey (DMS= 1422.665)	
Siguanhá I, Chahal	28612.717	A	
Yalchactí, Chisec	27527.980	A	
ICTA San Jerónimo	21400,1373		B
Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas	20490.506		B

Fuente: Investigación de campo. 2014

Gráfica 1

Rendimiento del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en kg/ha de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.



Fuente: Investigación de campo. 2014

4.1.3. Variable número de tubérculos por planta

CUADRO 16

Análisis de varianza de la variable número de tubérculos por planta del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F	F05	F01	
Bloques	3	1,11					
Fertilización	1	0,49	0,49	2,41	203	34,12	N.S
Error A	3	0,61	0,20				
Parcela grande	7	2,22					
Materiales genéticos	3	109,01	36,33	266,82	3,16	5,09	** (A.S)
Interacción	3	0,189	0,063	0,46	3,16	5,09	N.S.
Error B	18	2	0,14				
TOTAL	31	114					

Fuente: Investigación de campo. 2014

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M.= Cuadrado medio

F = F calculada

N.S.= No significativo

A.S. = Altamente Significativo

CUADRO 17

Promedios de números de tubérculos por planta en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GRANDES	PARCELAS PEQUEÑAS				Media
Mat. Gen.	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas	ICTA San Jerónimo	
Fertilización					
Química	2,779	3,824	6,312	7,154	5,017
Orgánica	2,278	3,617	6,108	7,071	4,769
Media	2,528	3,721	6,210	7,112	4,893

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 18

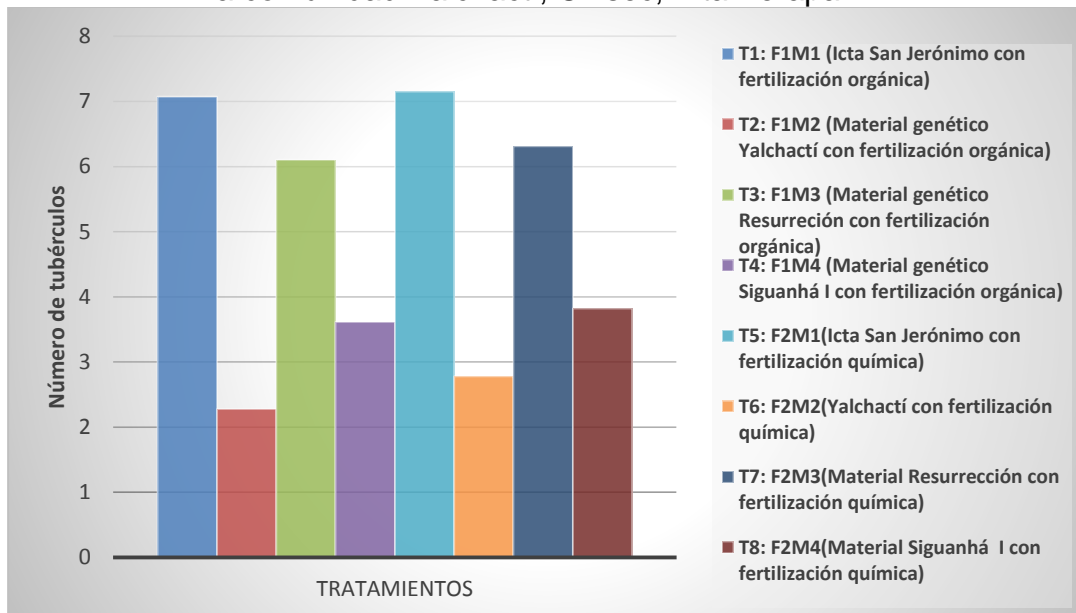
Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para parcelas pequeñas del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

Material genético	Media	Agrupación de Tukey (DMS=0.529)
ICTA San Jerónimo	7,112	A
Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas	6,210	B
Siguanhá I, Chahal	3,721	C
Yalchactí, Chisec	2,528	D

Fuente: Investigación de campo. 2014

Gráfica 2

Número de tubérculos por planta en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.



Fuente: Investigación de campo. 2014

4.1.4. Variable longitud de tubérculos

CUADRO 19

Análisis de varianza de la variable longitud de tubérculo en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F	F05	F01	
Bloques	3	9,409					
Fertilización	1	20,337	20,33	205,33	203	34,12	** (A.S.)
Error A	3	0,297	0,099				
Parcela grande	7	30,043	4,29				
Materiales genéticos	3	1011,200	337,06	287,89	3,16	5,09	** (A.S.)
Interacción	3	1,284	0,42	0,37	3,16	5,09	N.S.
Error B	18	21,075	1,17				
TOTAL	31	1063,602					

Fuente: Investigación de campo. 2014

Donde: F = F calculada
 G.L. = Grados de libertad N.S.= No significativo
 S.C. = Suma de cuadrados A.S. = Altamente Significativo
 C.M.= Cuadrado medio
 F0.05 Y F0.01 = F de tabla con alfa 0.05 y 0.01

CUADRO 20

Promedios de longitud en cm. en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GRANDES	PARCELAS PEQUEÑAS				Media
	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas	ICTA San Jerónimo	
Mat. Gen.					
Fertilización					
Química	26,2794	15,8670	14,5952	11,6979	17,1099
Orgánica	25,2160	13,8821	12,6163	10,3474	15,5155
Media	25,7477	14,8746	13,6058	11,0227	16,3127

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 21

Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para parcelas grandes del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

Fertilización	Media	Agrupación de Tukey (DMS=0.3539)
Química	17,1099	A
Orgánica	15,5155	B

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 22

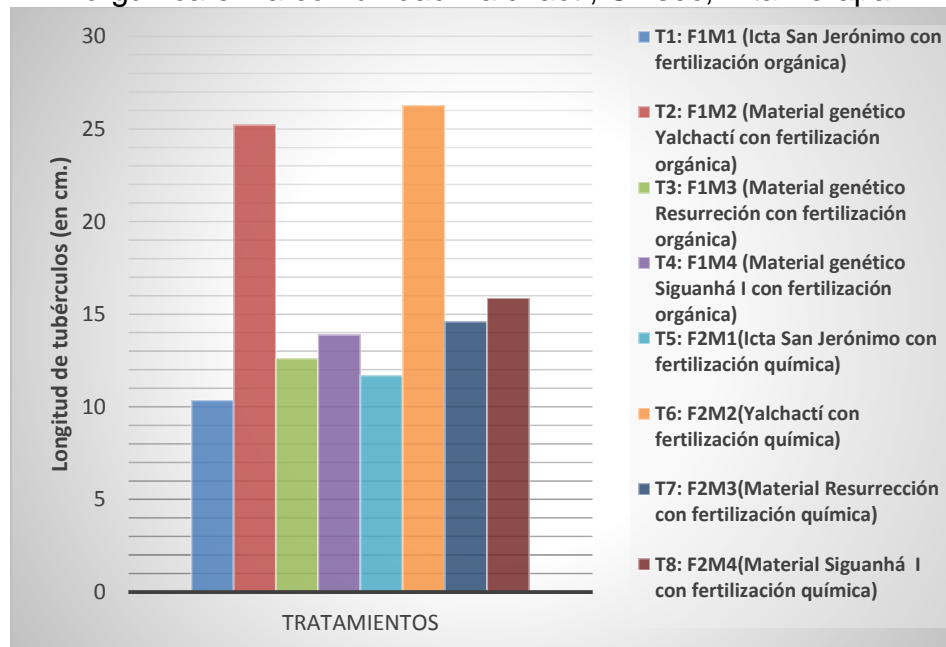
Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para parcelas pequeñas del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

Material genético	Media	Agrupación de Tukey (DMS = 1.53)		
Yalchactí, Chisec	25.7477	A		
Siguanhá I, Chahal	14.8746		B	
Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas	13.6058		B	
ICTA San Jerónimo	11.0227			C

Fuente: Investigación de campo. 2014

Gráfica 3

Longitud de tubérculos en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.



Fuente: Investigación de campo. 2014

4.1.5. Variable diámetro de tubérculos

CUADRO 23

Análisis de varianza de la variable diámetro de tubérculos en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F	F05	F01	
Bloques	3	8,502					
Fertilización	1	12,266	12,26647	47,68	203	34,12	*(S)
Error A	3	0,772	0,25729				
Parcela grande	7	21,541	3,07724				
Materiales genéticos	3	46,095	15,36511	29,81	3,16	5,09	** (A.S.)
Interacción	3	0,434	0,14467	0,28	3,16	5,09	N.S.
Error B	18	9,277	0,51537				
TOTAL	31	77,347					

Fuente: Investigación de campo. 2014

Donde:

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M.= Cuadrado medio

F0.05 Y F0.01 = F de tabla con alfa 0.05 y 0.01

F = F calculada

N.S.= No significativo

A.S. Altamente

= Significativo

CUADRO 24

Promedios del diámetro de tubérculos en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GRANDES	PARCELAS PEQUEÑAS				Media	
	Mat. Gen.	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas		ICTA San Jerónimo
Fertilización						
Química		9,002	10,814	8,192	11,219	9,807
Orgánica		7,964	9,179	7,045	10,088	8,569
Media		8,483	9,996	7,618	10,653	9,188

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 25

Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para parcelas grandes del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

Fertilización	Media	Agrupación de Tukey (DMS=0.57)
Química	9,807	A
Orgánica	8,569	B

Fuente: Investigación de campo. 2014

CUADRO 26

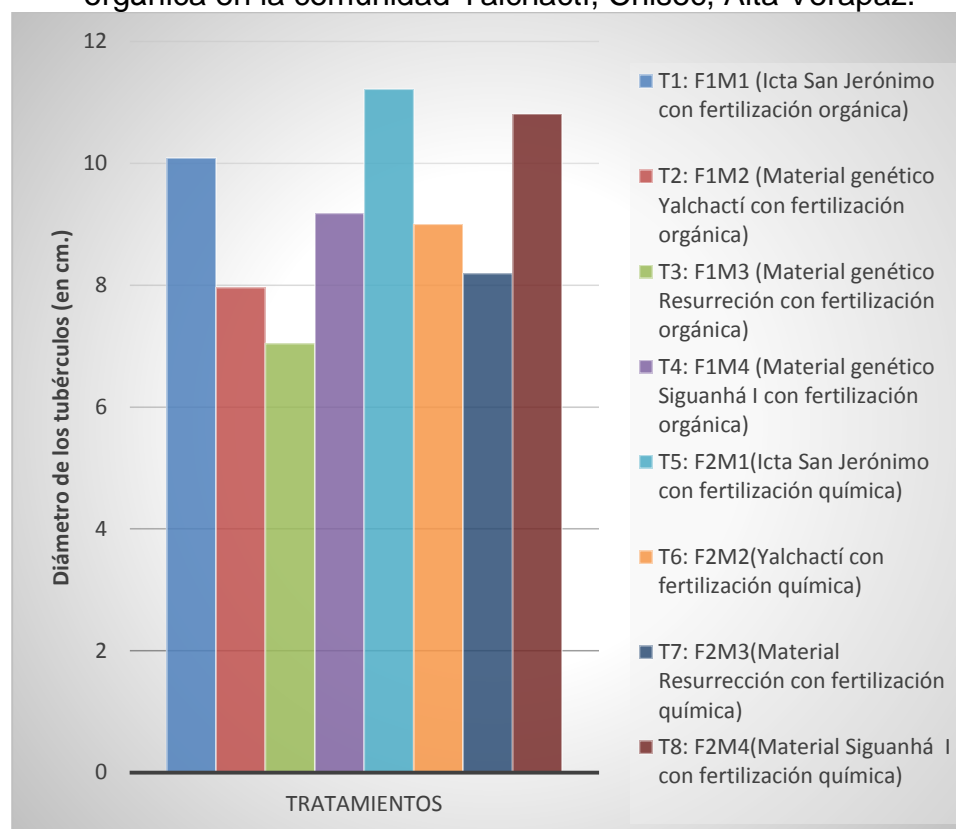
Prueba de Tukey para parcelas pequeñas del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

Material genético	Media	Agrupación de Tukey (DMS=1.02)	
ICTA San Jerónimo	10,653	A	
Siguanhá I, Chahal	9,996	A	
Yalchactí, Chisec	8,483		B
Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas	7,618		B

Fuente: Investigación de campo. 2014

Gráfica 4

Diámetro de tubérculos (en cm.) en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.



Fuente: Investigación de campo. 2014

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Discusión sobre la descripción morfológica de los materiales genéticos de camote evaluados.

Cada uno de los materiales evaluados presenta grandes diferencias respecto a sus caracteres morfológicos, lo que permite diferenciarlos fácilmente. En este caso se ha evidente la gran variabilidad de la especie *Ipomoea batatas* L. como se observa en el Cuadro 11.

Cada una de esas características puede influir en la toma de decisiones sobre el material a sembrar en un proyecto productivo por ejemplo: el color que constituye una propiedad organoléptica que fácilmente puede discriminar un material genético. Claramente existen otros elementos como el sabor y olor, pero que en el caso de esta investigación se toma prioridad a la determinación de características morfológicas de cada material porque los mismos no se encuentran descritos ni identificados por ningún autor.

La toma de datos para estos elementos de estudio, se obtuvieron conforme avanzaban las etapas del desarrollo vegetativo del cultivo, el cual presentó grandes variaciones al llegar a su punto de cosecha. Por ejemplo, materiales como Siguanhá y San Jerónimo presenta un cambio en el color de hoja, esto permite claramente determinar el final del proceso de tuberización (traslado de carbohidratos y proteínas a los tejidos de almacenamiento).

Estos caracteres son específicos para cada material, siendo muy variables, sin embargo en cuestión de tiempo de cosecha la diferencia fue mínima entre los tres materiales recolectados en comunidades (precoces), el de mayor tiempo fue ICTA San Jerónimo.

Respecto a la característica referente al color de la pulpa, los materiales ICTA San Jerónimo y Resurrección, contienen un alto contenido de carotenoides, que le proporcionan la pigmentación naranja observada en los mismos, característica que no presentan los materiales Yalchactí y Siguanhá I.

4.2.2. Análisis y discusión sobre la variable rendimiento

La variable rendimiento es importante en la toma de decisiones sobre cierto cultivo previo a su establecimiento en campo. En este caso, basado en el ANDEVA, los factores fertilización y material genético fueron altamente significativos

atribuyendo su influencia en las diferencias de peso de tubérculos por planta.

Basados en el mismo análisis de varianza (Cuadro 12), no existe ninguna significancia de la interacción entre la fertilización y los materiales genéticos en el rendimiento kg/ha de camote obtenidos, lo que indica que el efecto de cada uno de los factores mencionados es independiente.

Para la prueba de Tukey realizada sobre las fuentes de fertilización (Cuadro 13), se obtuvo que el fertilizante químico NPK (15-15-15) presenta mejores resultados que el fertilizante orgánico. Esta diferencia se atribuye al contenido de elementos que proporciona cada uno de los fertilizantes, influenciando en el rendimiento final obtenido. En el período de crecimiento y de formación de tubérculos la planta es muy exigente en potasio favoreciendo el aumento de peso y la formación de carbohidratos; que en el caso del fertilizante químico 15-15-15 proporciona un porcentaje mucho mayor al proporcionado por el fertilizante orgánico.

Cabe mencionar por tal que el potasio, según la FAO está involucrado en la síntesis de azúcares y almidones simples²⁹, que por otra parte permite que la energía producida en un sitio (follaje) sea transferida a otra parte de la planta (tubérculo). Este movimiento de energía dentro de la planta depende de la producción eficiente de tejidos de apoyo que den fuerza a la planta, la conversión de nitrógeno a biomasa y finalmente el movimiento de los carbohidratos a los tubérculos.

²⁹ La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas*. (Costa Rica: Oficina Regional para América Latina y el Caribe), pág. 2

Otra de las grandes funciones que desencadena el potasio es la actividad enzimática y tiene una relación directa en las relaciones del agua, controlando los movimientos estomáticos que influyen indirectamente en la producción de azúcar.

En el caso de la fertilización orgánica, que presentó rendimientos igualmente altos y similares a los obtenidos con fertilización química, pero con diferencia significativa según el ANDEVA; puede representar una alternativa en el mercado actual.

La creciente preferencia del consumidor sobre los alimentos producidos mediante agricultura orgánica y los altos precios en los cuales se comercializan, presenta una buena oportunidad en el desarrollo del cultivo mediante el uso de estos recursos agroecológicos. A esto último hay que incluir los bajos costos de inversión al utilizar fertilizantes orgánicos que son mucho más accesibles que los fertilizantes de tipo químico.

En la prueba efectuada sobre las parcelas pequeñas en las cuales se ubicaron los materiales genéticos, se obtuvo que el material genético proveniente del cultivar de la comunidad Siguanhá I, del municipio de Chahal; presentó el mejor rendimiento, sin embargo el material Yalchactí también se considera igual en rendimiento según esta prueba.

Respecto a la diferencia de rendimientos, los materiales provenientes de cultivares de comunidad Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas y el material ICTA San Jerónimo, presentaron rendimientos mucho menores por lo cual mediante la prueba de Tukey se ordenó a cada uno en una diferente agrupación.

El rendimiento obtenido en cada una de las parcelas es el resultado de la influencia de los factores estudiados y las

condiciones a las cuales fue expuesta durante el ciclo vegetativo. De allí, que la fertilización o abonamiento de este cultivo constituye un factor vital de manejo, orientado a obtener una adecuada nutrición como fundamento para alcanzar la máxima producción por unidad de superficie.

El material Resurrección Balan fue el que presentó el rendimiento promedio más bajo aunque con poca diferencia en comparación con el material ICTA San Jerónimo. Según lo explican don Daniel Peinado, coordinador de proyectos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agraria (ICTA) ubicada en el Municipio de Fray Bartolomé, Alta Verapaz; este material fue lanzado desde 2011 para su divulgación y comercialización. En los últimos dos años se han estado realizando pruebas con el material en las condiciones de Fray Bartolomé de las Casas (en condiciones edafoclimáticas similares al de la comunidad Yalchactí) pero según las observaciones en este municipio, no se ha podido superar los rendimientos obtenidos en el municipio de origen (San Jerónimo, B.V.) donde se obtienen 25 toneladas por hectárea.

El material ICTA San Jerónimo se desarrolla muy bien en ambientes con pocas precipitaciones pero bien distribuidas. Sin embargo en la comunidad Yalchactí y demás áreas de la Franja Transversal del Norte, se caracterizan por sus altas y distanciadas precipitaciones que suelen saturar demasiado el suelo, a la cual este material tuvo alta sensibilidad, que al final indujo a una mayor formación de follaje, y presentó un efecto directo en el proceso de tuberización.

En este caso en los materiales Siguanhá I y Yalchactí se obtuvieron rendimientos considerablemente altos similares a los obtenidos en otros países centroamericanos que producen camote para exportación (Gráfica 1). En el caso del primer material

combinado con la fertilización química, con el cual se obtuvo un rendimiento de 29655.573 kg/ha; o sea 29.655 ton/ha.

Debido a que las condiciones fueron las mismas para todos los materiales, y la mínima interferencia de factores como enfermedades y plagas que hubieran podido afectar los rendimientos de tubérculos, los materiales Yalchactí y Siguanhá son una excelente alternativa para el productor por sus altos rendimientos en condiciones edafoclimáticas similares al de la Comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

4.2.3. Análisis y discusión sobre la variable número de tubérculos por planta

Para la variable número de tubérculos por planta, luego de haber realizado el análisis de varianza (Cuadro 16) se determinó que la fertilización no tuvo ninguna incidencia, al no haber significancia estadística; mientras que los materiales genéticos fueron altamente significativos sobre los resultados obtenidos, razón por la que se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey para las mismas. En esta prueba se identificó que los cuatro materiales genéticos son totalmente diferentes, con diferencias estadísticas considerables entre cada una.

El material ICTA San Jerónimo es el material genético que presenta mayor cantidad de tubérculos por planta (media de 7.112 por planta) que relacionado con el rendimiento presentado anteriormente, se requieren de una mayor cantidad de de los mismos para completar cierto peso que con otros materiales se completa con una menor cantidad de tubérculos.

Los materiales Yalchactí o Siguanhá, mismos que presentan altos rendimientos por planta, producen pocos tubérculos; lo que

significa que estos son relativamente grandes en comparación a materiales como ICTA San Jerónimo y el proveniente del cultivar de la comunidad Resurrección, Fray Bartolomé de las Casas.

En la Gráfica 3, creada en base a las medias obtenidas en el análisis estadístico de la variable número de tubérculo por plantas se puede observar que el material ICTA San Jerónimo presentó el índice mayor tanto en la fertilización química (T5) como con la fertilización orgánica (T1).

4.2.4. Análisis y discusión sobre la variable longitud de tubérculo

Para estudio de la variable longitud de tubérculos se realizó un análisis de varianza, en ella se observa que los materiales genéticos y la fertilización aplicada son altamente significativos sobre las diferencias en los resultados obtenidos; razón por la cual se realizaron las comparaciones de medias correspondientes a la parcela grande (cuadro 21) y parcela pequeña (cuadro 22).

De acuerdo a la prueba de Tukey para la parcela grande, las parcelas manejadas con fertilización química (15-15-15) presentaron tubérculos con mayor longitud comparados a los producidos con fertilización orgánica. Se deduce entonces que un aumento de longitudes por el efecto de fertilización, representó igualmente un aumento del rendimiento en los materiales genéticos explicados anteriormente.

Estas diferencias representan la respuesta al suministro de nutrientes para el desarrollo óptimo de las plantas de camote. Debido a que en el inicio de la formación de tubérculos (almacenamiento de carbohidratos en las raíces), la planta requiere de un alto contenido de potasio y fósforo en el suelo; algo que fácilmente el fertilizante químico 15-15-15 ofrecía porque el mismo

cuenta con un porcentaje mayor de cada elemento mencionado en comparación a los ofrecidos por el fertilizante orgánico.

Respecto a la influencia del factor referente a los materiales genéticos de camote, que según el análisis de varianza fue altamente significativo y basados en la prueba de Tukey efectuada, Yalchactí se establece como el material que presenta los tubérculos con mayor longitud con una media de 25.7477 cm. En el caso de los materiales Siguanhá I y Resurrección, los dos son iguales según la prueba de comparación de medias efectuado mientras que material ICTA San Jerónimo que anteriormente presentó el mayor número de tubérculos por planta, el análisis refleja que estos son de pequeña longitud con una media de 11.0227 cm.

La longitud de los tubérculos es un factor importante en la definición de los espacios en los mercados, siendo los de exportación los más estrictos en el mismo. Por ello, tubérculos con grandes longitudes no son muy preferibles, mismo caso de los tubérculos pequeños.

4.2.5. Análisis y discusión sobre la variable diámetro de tubérculo

El diámetro fue una variable relevante en la determinación de las características de los diferentes materiales genéticos, presentando efectos sobresalientes de acuerdo a la fertilización aplicada en la evaluación.

Basado en los resultados del análisis de varianza realizado para el diámetro de tubérculos (Cuadro 23), los materiales genéticos y la fertilización aplicada fueron significativos, lo que significa que estos explican las diferencias respecto a las dimensiones de diámetro determinadas. En ningún momento existe

significancia entre factores, por lo tanto el efecto es independiente uno de otro.

En el caso de los materiales genéticos que fueron altamente significativos, de acuerdo a la comparación de medias mediante prueba de Tukey efectuada (Cuadro 26), el material ICTA San Jerónimo y el material Sigunhá I son iguales, presentando los mayores diámetros. De igual manera se considera que Yalchactí y Resurrección Balan son estadísticamente iguales.

El material Siguanhá, que fue uno de los presentó una de longitudes medias más altas, además resultó como el segundo de mayor diámetro, lo que finalmente permitió que el mismo se constituyera como el material de mayor rendimiento por unidad de área en el experimento realizado.

En referencia al material ICTA San Jerónimo, éste que finalmente presentó tubérculos de menor longitud, pero de mayor diámetro en comparación a los demás y un mayor número de tubérculos, puede ser un material atractivo para el mercado que exige materiales de estas magnitudes y características. La dificultad se presenta en relación al rendimiento obtenido en comparación a otros materiales genéticos que presenta bajo las condiciones de la comunidad Yalchactí, Chisec, A.V.

En el caso del material Yalchactí, que presentó una media en longitud de tubérculos más alto en comparación a los demás materiales pero que en cuestiones de diámetro fue menor al material Siguanhá I, se puede deducir que las variables longitud o diámetro no definen la demás característica y mucho menos el rendimiento, ya que este también va en función de la cantidad de tubérculos producidos por planta.

El diámetro y la longitud media de los diferentes materiales genéticos, constituyen elementos importantes en la definición de la forma de los tubérculos para la descripción morfológica de cada material genético, esto es tomado en cuenta en la definición de caracteres presentados con anterioridad, según el descriptor del IBPR utilizado.

Con esto se define que cada material manejado en condiciones idóneas de riego, suelo y clima presenta un diámetro característico que lo diferencia de los demás materiales genéticos, pero que de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes en el suelo puede presentar ciertas variaciones.

Las diferencias en diámetro observadas y originadas por la fertilización aplicada tienen una relación directa con los rendimientos obtenidos; discutidos anteriormente. La fertilización química en general presentó tubérculos con mayor diámetro (media de 9.807 cm) comparados a los producidos con fertilización orgánica utilizando gallinaza compostada, marca comercial Ferticonsa (media de 8.569 cm.) siendo la primera, la más eficiente de las dos.

El efecto de la fertilización sobre los resultados se debe a que las plantas de camote tienen un alto requerimiento de fósforo y principalmente de potasio en el proceso de formación de tubérculos, o sea el almacenamiento de carbohidratos en la raíz. Una disponibilidad mayor de los elementos mencionados y de nitrógeno para la formación de follaje permitió superar a las plantas manejadas con fertilización orgánica.

Planteados los resultados de los diferentes tratamientos (Gráfica 4), con el material ICTA San Jerónimo y fertilización química utilizando 15-15-15 (T1) se obtuvieron los diámetros más altos en los tubérculos producidos.

4.2.6. Discusión general sobre la contribución de la investigación y su aplicación para la solución de problemas.

La generación de conocimientos y la puesta en práctica de experimentos para la solución de problemas y mejora de actividades fue un elemento importante en el desarrollo de la investigación. Luego de identificar las principales características morfológicas de los materiales genéticos y finalmente evaluados con fertilización química y orgánica, se determina que la implementación de ciertas prácticas y el adecuado control de aspectos fitosanitarios, disponibilidad de agua para las plantas, nutrientes y condiciones del suelo definen en gran parte el éxito de un proyecto productivo.

Al considerar que muchas de las comunidades del área rural, como el caso de la comunidad Yalchactí, se siguen utilizando tecnologías de baja productividad y que no se realiza un manejo óptimo de los cultivos, se limita las posibilidades de obtener producciones con altos rendimientos. Como se observó en el desarrollo del proyecto productivo de camote, prácticas como volteo del terreno ofrecen condiciones mucho más adecuadas para el desarrollo de tubérculos, además si se incluye cierta fertilización (sea química u orgánica se promueve la obtención de excelentes cosechas y se reduce el ciclo del cultivo para cosecha, que difiere a lo que está acostumbrado el pequeño productor de estas regiones.

Claramente estos períodos de tiempo para cosecha son los que frecuentan empresas y organizaciones, principalmente de países centroamericanos que se dedican a la exportación de tubérculos de camote. En el caso de Guatemala, al camote no se le da gran importancia y se siembra sin el menor cuidado, fertilización, riego ni otras prácticas necesarias para poder obtener productos de calidad. Por esta razón se siguen obteniendo cosechas en un año o

más, que comparado al manejo que se le dio en el experimento (cinco meses para cosecha), el último resulta muy efectivo.

Con los resultados y datos obtenidos; y poniendo en práctica en forma de réplica el manejo realizado en el cultivo para las familias de las comunidades, organizaciones o empresas, permitiría:

- Mejorar la selectividad de los materiales genéticos de camote para la siembra en huertos familiares y procesos productivos extensivos.
- Establecer proyectos productivos en los cuales se cuenta ya con una idea de los rendimientos esperados por unidad de área y las características morfológicas de los productos finales a obtener.

Ante esto cabe considerar la importancia de valorar el cultivo, dadas las bondades nutricionales que ésta ofrece, para la solución y alternativa ante los problemas alimenticios que dan origen a los términos de seguridad y soberanía alimentaria.

En el caso del primero se pretende obtener productos en cantidad y de calidad para toda la población, fin que persigue mejorar las oportunidades de alimentación nutritiva en las personas del mundo y asegurar el cumplimiento del derecho a la alimentación. La búsqueda constante de alimentos mucho más nutritivos es una situación que actualmente incluye al camote, dado que muchos materiales genéticos contienen no solamente carbohidratos, sino además se constituyen como una excelente fuente de proteínas lo que lo hace más atractivo.

Ante este nuevo panorama, instituciones como el ICTA y la FAO buscan mantener y promover los diferentes materiales genéticos con los que se cuentan en las diferentes áreas, a manera

de evitar la pérdida de la biodiversidad y además de promover el cultivo: aprovechar los excedentes de productos cosechados para su comercialización.

En la actualidad además se presenta la necesidad de buscar alternativas para una producción agrícola mucho más apegada a la problemática ambiental, en general se pretende buscar soluciones que se dirijan a buscar la sostenibilidad en las actividades.

La agricultura orgánica es ahora una tendencia que enmarca además los gustos y preferencias de muchos consumidores, a los cuales se deben de ajustar los sistemas productivos.

Dado que los rendimientos son menores hasta cierta parte (como se observó en el experimento), comparado a lo ofrecidos por el uso de fertilizantes químicos; pero que pueden ser mejorados o determinadas otras alternativas que involucren el uso de materiales disponibles por el agricultor (recursos de finca) para reducir costos y posibilitar una mejora en su producción, con poca inversión dados los altos costos que representa el uso de fertilizantes químicos. Para tal es importante continuar investigando y buscando nuevas alternativas dirigidas a generar conocimiento que posibilite el alcance de un desarrollo integral agrícola, social y ambiental.

CONCLUSIONES

1. Los cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.) evaluados presentaron diferencias en rendimientos y características morfológicas. Respecto al rendimiento, los más sobresalientes fueron los cultivares de Siguanhá I y de Yalchactí, que expresaron los mejores rendimientos por unidad de área tanto para la fertilización química como la orgánica, lo que les confiere un alto potencial productivo como alternativa en la diversificación de sistemas de producción agrícola tradicionales.
2. Basados en el análisis de varianza y prueba de Tukey sobre el rendimiento, altura y diámetro de tubérculos; estadísticamente la fertilización química (15-15-15) presentó mejores resultados respecto a la fertilización orgánica utilizando gallinaza compostada de marca comercial Ferticonsas; mismo que se atribuye a la más rápida absorción de nutrientes por la planta, y a la excelente disponibilidad de elementos como el potasio, necesarios en los procesos de tuberización para la síntesis de almidones en el camote, por ello se acepta la segunda hipótesis planteada.
3. En el número de tubérculos por planta, el material genético ICTA San Jerónimo fue el material que presentó el mayor de mayor número de tubérculos por planta, y el de menor número fue el material Yachactí; respecto a la fuente de fertilización ésta no tuvo ningún impacto sobre esta variable.

4. Las características morfológicas de los diferentes materiales (tallo, hoja y raíz) permitieron una buena discriminación entre genotipos, aunque dichas diferencias fueron más marcadas en los caracteres de los tubérculos que es el producto que finalmente se aprovecha del cultivo de camote y que define la selectividad de un material genético.
5. De acuerdo a los análisis efectuados sobre los rendimientos obtenidos se acepta la primera hipótesis, dado que cada material responde de diferente manera definido por su información genética. Ante ellos en los análisis de varianza y pruebas de Tukey efectuadas, el material genético resulta altamente significativo, en el cual cabe mencionar que el material Yalchactí I presentó el mejor rendimiento en comparación con los demás materiales
6. De acuerdo a la información obtenida en la investigación, los rendimientos presentados por la fertilización orgánica son similares a los de la fertilización química, lo que representa una gran oportunidad dado los bajos costos de inversión que representa el uso del primero, incluyendo las nuevas ventanas de mercado y las tendencias de los consumidores que tienen a preferir productos orgánicos en la actualidad; mismos que pueden ser producidos con recursos y usuales desechos de animales o producción agrícola de las fincas, fácilmente accesibles y con posibilidades de que el mismo agricultor las produzca.
7. El cultivo de camote constituye una excelente alternativa para la solución de problemas en alimentación y nutrición de las personas de Guatemala y la comunidad Yalchactí por su alto contenido en carbohidratos y proteínas. Esto y la generación de excedentes para la comercialización y obtención de ingresos para la población en situaciones de pobreza y pobreza extrema representan una oportunidad, la cual debe iniciar con su implementación en los sistemas productivos diversificados y la modificación de tecnologías de baja productividad utilizadas.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener altos rendimientos en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.), basados en las nuevas tendencias de consumo, precios atractivos y bajos costos de inversión, se recomienda utilizar fertilización orgánica que de acuerdo a la investigación se obtuvieron rendimientos muy similares a los presentados con fertilización química, donde se debe priorizar la disponibilidad del elemento potasio (K) ya que es determinante en los procesos de tuberización del camote.
2. Realizar una caracterización de los diferentes materiales de camote en el país utilizando métodos estadísticos multivariantes, acompañado de un estudio de aceptabilidad sobre sus propiedades organolépticas, influyentes en el éxito y preferencia de los materiales genéticos en el mercado local y de exportación.
3. Evaluar el efecto de diferentes distanciamientos de siembra entre plantas y de otras fuentes de fertilización orgánica sobre el rendimiento, número y dimensiones de tubérculos en el cultivo de camote.
4. Realizar una investigación sobre el efecto de diferentes dosis de fertilización tanto química como orgánica en el rendimiento, cantidad de materia seca, dimensiones y número de tubérculos por planta.
5. Impulsar propuestas para la valoración del cultivo de camote como alternativa para la mitigación de los problemas alimenticios en la población, por sus características nutricionales y su influencia en los temas de seguridad y soberanía alimentaria.

6. Desarrollar actividades participativas con el apoyo de agricultores para la selección de materiales genéticos, e investigación sobre la motivación para llevar proyectos productivos con el cultivo de camote.
7. Crear un banco de germoplasma en la región para el estudio de técnicas de mejoramiento y, el fomento de consumo y producción de camote en huertos familiares.
8. Promover la investigación bromatológica del camote para el aprovechamiento y definición de otras formas que incluyan la transformación del camote a expensas de habilitar nuevos espacios en el mercado.
9. Investigar el potencial de mercado del camote para el establecimiento de producciones comerciales intensivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, Julio. *Manual del cultivo de camote*, <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715.pdf> (02 de marzo de 2 014)
- Casaca, Ángel. *El cultivo de camote*. Costa Rica: Escuela Centroamericana de Agricultura de Costa Rica, 2 005.
- Holdridge, Leslie. *Texto aplicativo del mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formas vegetales*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, 1 957.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola –ICTA-. *Memoria de labores 2008*. Guatemala: Serviprensa, 2 009.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-. *Datos meteorológicos para los departamentos de Alta y Baja Verapaz*. Guatemala: Departamento Nacional de Investigación y Servicios Climáticos, 2 014.
- Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). *Group on the genetic resources of sweet potato*. Charleston South Carolina, United States of América: Committee of Plant Productivity, 1 981.
- Linares, Edelmira y Robert Bye. *El camote*, <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv81art3.pdf> (05 de marzo de 2 014)
- Martínez, José. *Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos filogenéticos*. Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1 996.
- Medina, Antonio. *Caracterización preeliminar de 16 entradas de camote (Ipomoea batatas (L) Poir) en Moyuta, Jutiapa*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 1 986.
- Reyes, Rodolfo y Eunice Pax. *Guía para la clasificación de hojas por su forma, su ápice, su base y su forma*. Guatemala: Centro Universitario del Norte-Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Agronomía, 2 014.

Unidad Técnica Municipal de Fray Bartolomé de las Casas –UTM-. *Datos geográficos de Fray Bartolomé de las Casas, A.V.* Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, Guatemala: Unidad Técnica Municipal, 2 010

Valdivia, Rodolfo. *Manejo agronómico del cultivo de camote en Nicaragua.* Nicaragua: Chatolic Relief Services, 2 008



V.ºB.º

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Adán García Véliz', written over a horizontal line.

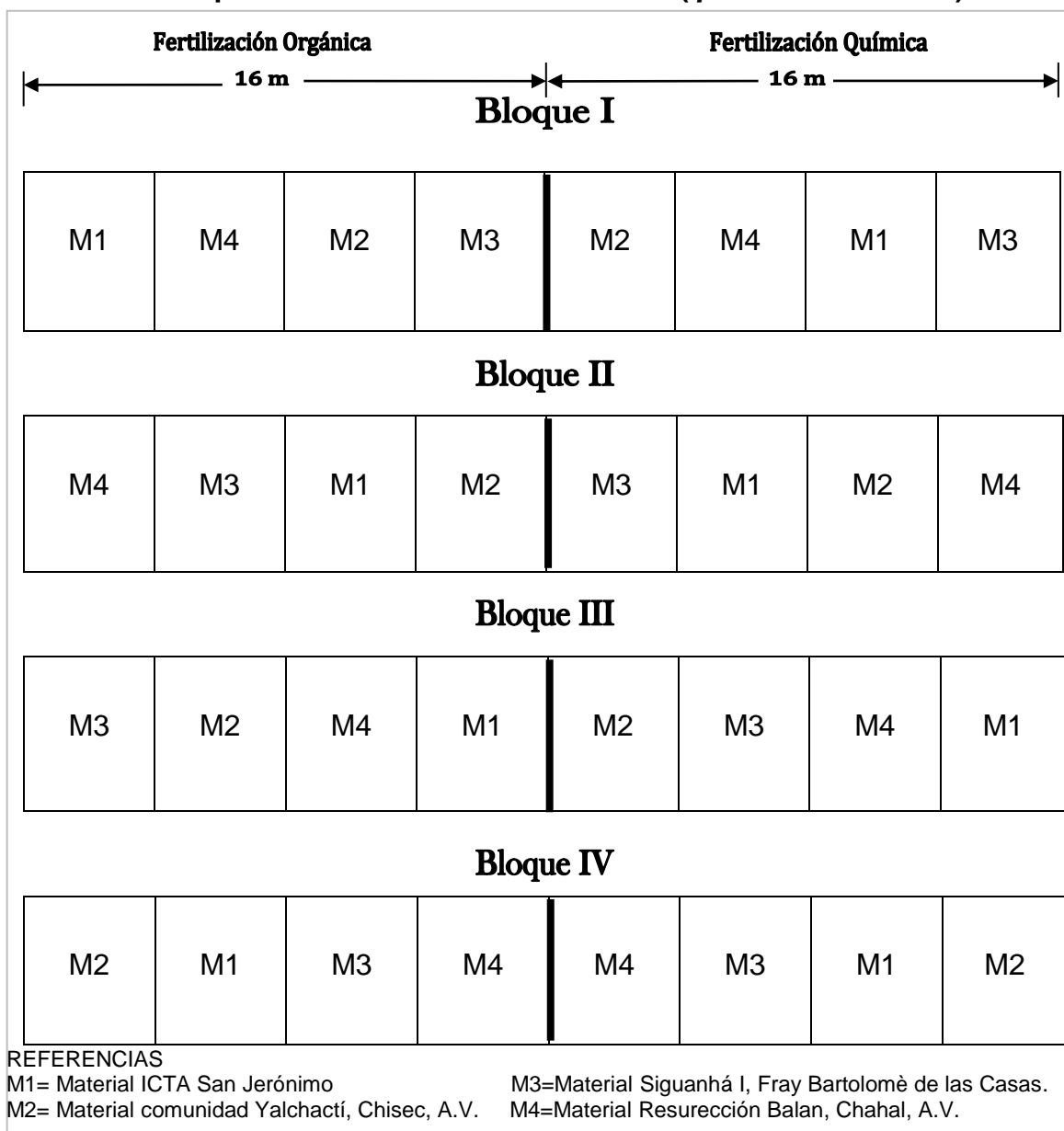
Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
Bibliotecario



ANEXOS

ANEXO 1:

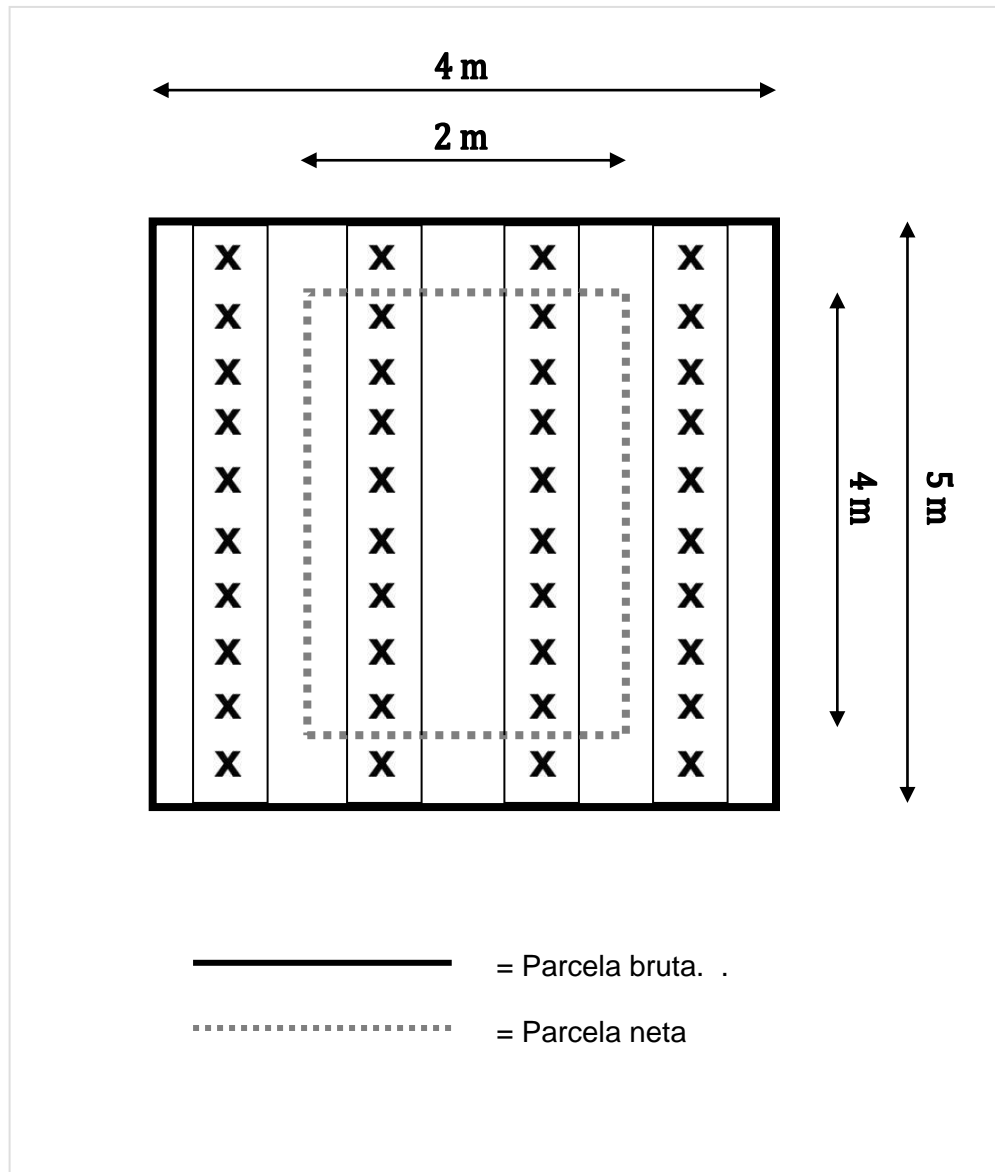
Figura 3.
Área experimental del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.)



Fuente: Investigación de campo. 2014

ANEXO 2

Figura 4. Croquis de la unidad experimental



Fuente: Investigación de campo. 2014

ANEXO 3

DESCRIPTOR PARA (*Ipomoea batatas* L.)

El descriptor utilizado fue formulado por el IBPR³⁰, con ciertas modificaciones tomadas por el estudiante practicante. Según el descriptor, se designan los siguientes caracteres, donde las letras en paréntesis indican los estados de crecimiento en que se debían de tomar los datos. Únicamente fueron tomados los referentes a hojas, tallos y raíces, porque en el cultivo no se llegó a floración (que no se incluyen a continuación).

Previo a ello, se establece la codificación de las características y parámetros evaluados, así como las épocas de registro de datos, son los que oficialmente considera el descriptor.

Sobre las épocas de registro de datos que debían coincidir directamente con las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo, dicho descriptor especifica lo siguiente:

- a) Siembra (si se usan semillas)
- b) Renuevo (retoños o brotes) si se usan raíces tuberosas
- c) Corte de esquejes
- d) Siembra (si se usan esquejes)
- e) Cuando aproximadamente existe el 50% de follaje
- f) Cuando aproximadamente existe el 100% de follaje
- g) Una semana antes de la cosecha
- h) En la cosecha
- i) Cuando los tubérculos de camote han sido cosechados

³⁰Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). *Group on the genetic resources of sweet potato* (Charleston, South Carolina, 1981), Pág. 30.

1 — Hábito de crecimiento (e—f)

- 1 — rastrero
- 2 — no rastrero

2 — Tipo de planta (e—f)'

- 3 — compacto
- 7 — esparcido

3 — Velocidad de crecimiento del tallo (e)

- 3 — lento
- 5 — intermedio
- 7 — rápido

4 — Largo de los entrenudos (f)

- 3 — corto
- 5 — intermedio
- 7 — largo

5 — Pigmentación del tallo (e—g)

- 3 — verde
- 5 — moderadamente púrpura
- 7 — púrpura

6 — Pubescencia del extremo del tallo (sobre los 10 cm. apicales con hojas inmaduras) (e—g)

- 0 — nulo
- 3 — esparcida
- 5 — moderada
- 7 — abundante

7 — Lóbulos de la hoja madura (g)

- 0 — ausente
- 3 — ligeros
- 5 — moderados
- 7 — profundos

8 — Tamaño de la hoja madura (g)

- 3 — pequeña
- 5 — mediana
- 7 — grande

9 — Color de la hoja madura (e-g)

10 — Color de la hoja inmadura (e-g)

Se tomaron los siguientes colores para ambas variables (Var. 9 y Var. 10)

- 1 — amarilla
- 2 — amarilla verdosa
- 3 — verde
- 4 — verde púrpura
- 5 — púrpura

11 — Color de las venas del envés de la hoja (e-g)

- 1 — amarillo
- 2 — verde
- 3 — con manchas púrpuras
- 4 — la mitad del nervio principal púrpura
- 5 — todo el nervio principal púrpura
- 6 — todas las venas púrpuras

12 — Largo del pecíolo (f- g)

- 3 — corto
- 5 — intermedio
- 7 — largo

13 — Pigmentación del pecíolo (f-g)

- 1 — verde
- 2 — moderadamente púrpura
- 3 — púrpura

14 — Color de la piel de las raíces principales (h)

- 1 - blanco
- 2 - amarillo
- 3 - café
- 4 - rojo
- 5 - púrpura
- 6 - blanco con manchas verdes
- 7 - amarillo con manchas verdes

15 — Intensidad del color de la epidermis (raíz almacenadora) (h)

- 3 — pálido
- 5 — intermedio
- 7 — oscuro

16— Color de la pulpa del camote (h-i)

- 1— blanco
- 2 — amarillo
- 3 — anaranjado
- 4 — púrpura
- 5 — amarillo con manchas blancas
- 6 — amarillo con manchas rosadas
- 7 — blanco con puntos amarillos
- 8 — amarillo con manchas anaranjadas
- 9 — blanco con manchas púrpuras

17 — Intensidad del color de la pulpa del camote (h-1)

- 3 — pálido
- 5 — intermedio
- 7 — oscuro

18 — Grosor de la epidermis (en mm.)(h-1)

19 - Crecimiento de la guía principal, en cm. (media de mínimo 10 plantas)

- Donde: las letras a la derecha de cada variable indica la etapa del desarrollo del cultivo en el cual se deben los datos.

ANEXO 4

RESUMEN DE RESULTADOS POR CADA VARIABLE DE ESTUDIO EN EL CULTIVO DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.)

4.1. Variable rendimiento

CUADRO 27

Rendimiento en kg/ha del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

FUENTE DE FERTILIZACIÓN	MATERIAL GENÉTICO	REPETICIONES				Xij
		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	
Fertilizante químico (15-15-15)	Yalchactí, Chisec	29446,26	26220,13	30618,35	28484,78	114.769,52
	Siguanhá I, Chahal	30040,01	28263,79	31386,64	28931,85	118.622,29
	Resurrección, Fray	20699,25	21364,63	23279,50	22104,51	87.447,89
	ICTA San Jerónimo	21397,35	21988,00	23682,97	23105,50	90.173,82
PARCELA GRANDE X.k		101582,87	97836,55	108967,46	102626,64	
Fertilizante orgánico (Ferticonsas)	Yalchactí, Chisec	26365,57	25053,65	27102,60	26932,50	105454,32
	Siguanhá I, Chahal	26876,57	27552,89	28216,51	27633,48	110279,45
	Resurrección, Fray	19024,93	18994,59	20933,89	17522,75	76476,159
	ICTA San Jerónimo	18898,85	17961,16	22977,66	21189,61	81027,277
PARCELA GRANDE X.k		91165,92	89562,29	99230,66	93278,34	
Σ Bloques X...k		192748,79	187398,84	208198,12	195904,98	784250,730

Fuente: investigación de campo. 2014

CUADRO 28

Tabla de doble entrada del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en kg/ha, de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GR. FERTILIZACIÓN	PARCELAS PEQUEÑAS (N-P-K)				Xi...
	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bart.	ICTA San Jerónimo	
Química (15-15-15)	114.769,52	118.622,29	87.447,89	90.173,82	411.013,52
Orgánica (Ferticonsas)	105.454,32	110.279,45	76.476,16	81.027,28	373.237,21
X.j	220.223,84	228.901,74	163.924,05	171.201,10	784.250,73

Fuente: investigación de campo. 2014

4.2. Variable número de tubérculos por planta

Determinados los datos referentes al número de tubérculos promedio por planta en cada unidad experimental, éstos fueron tabulados y se presentan a continuación de forma resumida; y además la tabla de doble entrada para la variable rendimiento por planta (en kg/ha)

CUADRO 29

Número de tubérculos por planta del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

FUENTE DE FERTILIZACIÓN	MATERIAL GENÉTICO	REPETICIONES				Xij
		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	
Fertilizante químico (15-15-15)	Yalchactí, Chisec	2,6890	2,8650	3,1033	2,4580	11,11
	Siguanhá I, Chahal	3,5278	3,9870	4,1089	3,6730	15,29
	Resurrección, Fray Bartolomé	6,2566	5,5153	6,9297	6,5458	25,24
	ICTA San Jerónimo	7,3157	6,9281	7,8189	6,5521	28,61
PARCELA GRANDE X.k		19,789	19,295	21,961	19,2288	
Fertilizante orgánico (Ferticonsas)	Yalchactí, Chisec	2,356	2,565	2,233	1,958	9,112
	Siguanhá I, Chahal	3,306	3,662	3,998	3,502	14,46
	Resurrección, Fray Bartolomé	5,817	6,579	5,639	6,399	24,43
	ICTA San Jerónimo	6,951	7,157	7,678	6,498	28,28
PARCELA GRANDE X.k		18,43	19,9619	19,5480	18,3570	
Σ Bloques X...k		38,219	39,257	41,509	37,586	156,57

Fuente: investigación de campo. 2014

CUADRO 30

Tabla de doble entrada sobre número de tubérculos por planta del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GR. FERTILIZACIÓN	PARCELAS PEQUEÑAS (N-P-K)				Xi...
	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bart.	ICTA San Jerónimo	
Química (15-15-15)	11,12	15,30	25,25	28,61	80,27
Orgánica (Ferticonsas)	9,11	14,47	24,43	28,28	76,30
X.j	20,23	29,76	49,68	56,90	156,57

Fuente: investigación de campo. 2014

4.3. Variable longitud de tubérculo

CUADRO 31

Longitud de tubérculos en cm del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

FUENTE DE FERTILIZACIÓN	MATERIAL GENÉTICO	REPETICIONES				Xij
		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	
Fertilizante químico (15-15-15)	Yalchactí, Chisec	26,858	24,458	27,566	26,236	105,118
	Siguanhá I, Chahal	16,129	14,967	17,517	14,855	63,468
	Resurrección, Fray	14,947	13,979	15,687	13,769	58,381
	ICTA San Jerónimo	10,585	13,387	10,655	12,165	46,792
PARCELA GRANDE X.k		68,518	66,790	71,425	67,025	
Fertilizante orgánico (Ferticonsas)	Yalchactí, Chisec	25,549	23,565	26,266	25,485	100,864
	Siguanhá I, Chahal	12,864	13,486	15,590	13,589	55,528
	Resurrección, Fray	12,169	13,547	12,915	11,835	50,465
	ICTA San Jerónimo	10,817	9,358	11,547	9,669	41,390
PARCELA GRANDE X.k		61,398	59,955	66,317	60,578	
Σ Bloques X...k		129,916	126,746	137,742	127,603	522,006

Fuente: investigación de campo. 2014

CUADRO 32

Tabla de doble entrada de la longitud de tubérculos en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en cm, de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GR. FERTILIZACIÓN	PARCELAS PEQUEÑAS (N-P-K)				Xi...
	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bart.	ICTA San Jerónimo	
Química (15-15-15)	105,12	63,47	58,38	46,79	273,76
Orgánica (Ferticonsas)	100,86	55,53	50,47	41,39	248,25
X.j	205,98	119,00	108,85	88,18	522,01

Fuente: investigación de campo. 2014

4.4. Variable diámetro de tubérculos

CUADRO 33

Diámetro de tubérculos en cm del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

FUENTE DE FERTILIZACIÓN	MATERIAL GENÉTICO	REPETICIONES				Xij
		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	
Fertilizante químico (15-15-15)	Yalchactí, Chisec	8,689	9,168	9,856	8,295	36,009
	Siguanhá I, Chahal	10,457	11,266	11,980	9,553	43,255
	Resurrección, Fray	7,524	7,980	8,528	8,737	32,769
	ICTA San Jerónimo	10,282	12,979	11,638	9,979	44,877
PARCELA GRANDE X.k		36,952	41,392	42,002	36,56321	
Fertilizante orgánico (Ferticonsas)	Yalchactí, Chisec	7,553	8,321	8,918	7,062	31,854
	Siguanhá I, Chahal	10,049	9,599	8,915	8,152	36,715
	Resurrección, Fray	6,854	6,751	7,265	7,308	28,178
	ICTA San Jerónimo	9,568	11,169	10,647	8,967	40,351
PARCELA GRANDE X.k		34,02	35,83931	35,74546	31,48877	
Σ Bloques X...k		70,976	77,232	77,748	68,052	294,008

Fuente: investigación de campo. 2014

CUADRO 34

Tabla de doble entrada del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en kg/ha, de cuatro materiales genéticos con fertilización química y orgánica en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz.

PARCELAS GR. FERTILIZACIÓN	PARCELAS PEQUEÑAS (N-P-K)				Xi...
	Yalchactí, Chisec	Siguanhá I, Chahal	Resurrección, Fray Bart.	ICTA San Jerónimo	
Química (15-15-15)	36,01	43,26	32,77	44,88	156,91
Orgánica (Ferticonsas)	31,85	36,71	28,18	40,35	137,10
X.j	67,86	79,97	60,95	85,23	294,01

Fuente: investigación de campo. 2014

ANEXO 5

CUADRO 35

Costos de la implementación del área experimental de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la comunidad Yalchactí, Chisec, Alta Verapaz

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUMATORIA	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q.)	
1. COSTOS VARIABLES					
A. MANO DE OBRA					
Limpia del terreno	Jornal	2	60.00	120.00	
Remoción de troncos del área experimental	Jornal	1	60.00	60.00	
Volteo de terreno	Jornal	3	60.00	180.00	
Piteado y delimitación del área experimental	Jornal	1	60.00	60.00	
Elaboración de camellones	Jornal	2	60.00	120.00	
Aplicación de fertilizantes	Jornal	1	60.00	60.00	
Aplicación de agroquímicos	Jornal	1	60.00	60.00	
Control de maleza	Jornal	5	60.00	300.00	
Cosecha	Jornal	4	60.00	240.00	
Poscosecha	Jornal	3	60.00	180.00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q1380.00
B. MATERIALES E INSUMOS					
Cal dolomítica	Kilogramo				
Material vegetativo de camote	Metros	360	0.41	145.00	
Fertilizante orgánico marca comercial Ferticonsa	Quintal	3	153.00	153.00	
Fertilizante químico 15-15-15	Kilogramo	69	5.21	360.00	
Fertilizante foliar Bayfolan	Litro	1	75.00	75.00	
Insecticida organofosforado Clorpirifos	1/10 de litro	1	16.00	16.50	
Insecticida Volaton	1/10 de litro	1	23.00	23.00	
Rafia	Rollo	4	7.00	28.00	
Sacos	Saco	20	5.00	100.00	Q695.50
TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS					Q2075.50
TOTAL COSTOS DIRECTOS					
COSTOS FIJOS					
Renta de espacio físico	Área de 576 m ²	1	400.00	400.00	
TOTAL COSTOS FIJOS					Q200.00
COSTO TOTAL					Q2275.50

Fuente: investigación de campo. 2014

CUADRO 36 Análisis de suelos

Orden: 21-3601
 Propietario: PEQUEÑOS PRODUCTORES
 Finca: COMUNIDAD YALCHACTÍ
 Localización: Chisec, ALTA VERAPAZ
 Cultivo: HORTALIZAS

AS-1



Informe de Resultados de Análisis de Suelos

No.	Identificación	pH	mg/L				Cmol/L		miligramos/Litro (mg/L)				%
			Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	A.I.	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	M.O.	
	Niveles Adecuados:	[5.50-6.50]	[30 - 75]	[0.38 - 0.77]	[5 - 10]	[0.82 - 2.05]	Menor que 1.5	[1 - 7]	[40 - 250]	[10 - 250]	[2 - 25]	[3.00-6.00]	
16,053	LOTE # 01 YALCHACTÍ - LUIS FELIPE CUCUL CAAL	6.00	10.0	0.59	30.25	3.92	0.06	1.99	74.25	83.63	2.02	11.40	

A.I.= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)
 M.O.= Materia Organica

No.	Identificación	Cmol(+)/L	Porcentaje de Saturación en el CICE de:				Equilibrio de las Bases			
			CICE	Potasio	Calcio	Magnesio	A.I.	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg
	Niveles Adecuados	[5 - 25]	[4 - 6]	[60 - 80]	[10 - 20]	[menor que 25]	[5 - 25]	[2.5 - 15]	[2 - 5]	[10 - 40]
16,053	LOTE # 01 YALCHACTÍ - LUIS FELIPE CUCUL CAAL	36.75	1.61	82.3	10.67	5.40	51.26	6.65	7.71	57.9

CICE= Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

pH: método de Potenciometría, relación 1:2.5 - Suelo:Agua

Solución extractante para Potasio, Calcio, Magnesio, Cobre, Hierro, Manganeso, Cinc, Azufre, Fósforo con: Mehlich 3, metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP por subcontratación

El límite de detección para fósforo es de 10 mg/L.

Solución extractante para Acidez Intercambiable con: KCl 1 Normal, metodología por volumetría.

Materia orgánica: Método de Walkley y Black


 Ing. Humberto Jiménez
 Coordinador ANALAB



1. Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
2. Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los criterios de Aceptación establecidos por Analab.
3. El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
4. La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Cuadro 37. Descripción y cálculos efectuados en la enmienda de suelos.

Aplicación de cal dolomítica en el área del experimento.

Cálculo de cal a aplicar para neutralizar el pH del suelo

Cal a aplicar para neutralizar pH		
meq de calcio para neutralizar el Aluminio =	Acidez intercambiable X Factor	
Factor=	2	
meq de calcio para neutralizar el Aluminio =	0.06 (Acidez intercambiable) X 2 = 0.12 meq/100 ml de calcio	
Considerando que meq/100 ml = Cmol/l		
R// 0.12 meq de calcio necesarios a aplicar.		
Conversión a ppm		
	Peso atómico	Valencia
Ca	40.08	2
ppm= (X) Meq/100 ml * PE * 10		
Meq/100 ml		0.12
P.E. = pa/va		20.04
Constante		10
Resultado ppm		24.048
Resultado en kg/ha = 62.4 kg/ha		

Considerando que el área de 1 ha = 10,000 m², y el área del experimento:

576 m²

$$62.4 \text{ kg/ha} * \frac{(576 \text{ m}^2)}{10,000 \text{ m}^2} = 3.59 \text{ kg/área del experimento}$$

- **Cal utilizada: 32.5 % de CaO**

$$\text{Ca: } 40.078 \times 1 = 40.078 \text{ gr}$$

$$\text{O: } 15.999 \times 1 = 15.999 \text{ gr}$$

56.06 gr

$$40.078 \text{ gr Ca} \times \frac{100 \%}{56.06 \text{ gr CaO}} = 71.35 \%$$

56.06 gr CaO

- **Dado que:**

Se necesitan 3.59 kg. (100 % Ca)

$$3.59 \text{ kg Ca} \times \frac{71.35 \%}{100\%} = 5.03 \text{ kg}$$

100%

Cal aplicada= 5.03 kg = 11.06 libras de Cal dolomítica.

Figura 5

Preparación del área de cultivo y eliminación de troncos y desechos de plantación previa



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 7

Selección de guías de camote para siembra



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 6

Obtención de muestras de suelo para análisis químico



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 8

Establecimiento de parcelas con los diferentes tratamientos



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 9
Identificación del área experimental



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 11
Presencia de plaga insectil
(Saltahojas: Orden Orthoptera)



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 10
Hojas de los cuatro materiales
genéticos evaluados



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 12
Material Resurrección Balan



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 13
Material ICTA San Jerónimo



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 14
Material Yalchactí



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 15
Material Siguanha I



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 16
Toma de datos durante el desarrollo del cultivo



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 17
Desarrollo de tubérculos en el material Siguanhá I



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 18
Vista del área experimental a los 120 días de siembra



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 19
Vista del área experimental a los 140 días de siembra



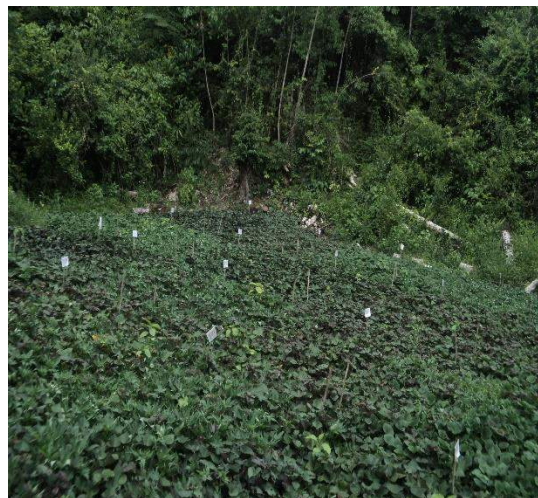
Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 20
Muestreo para determinación de punto óptimo de cosecha, para el material Resurrección Balan I



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 21
Desarrollo del cultivo en general a los 5 meses de siembra



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 22
Cosecha del material genético
Siquanhá I



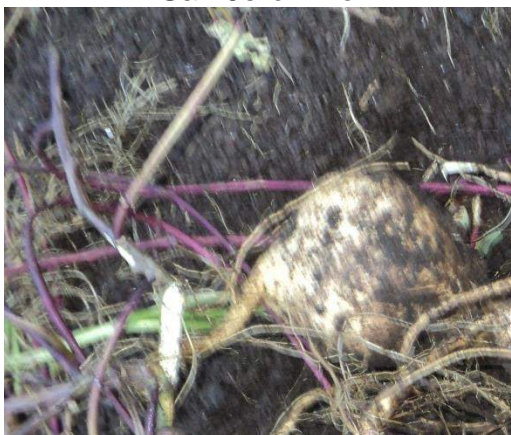
Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 24
Tubérculos del material genético
Yalchactí



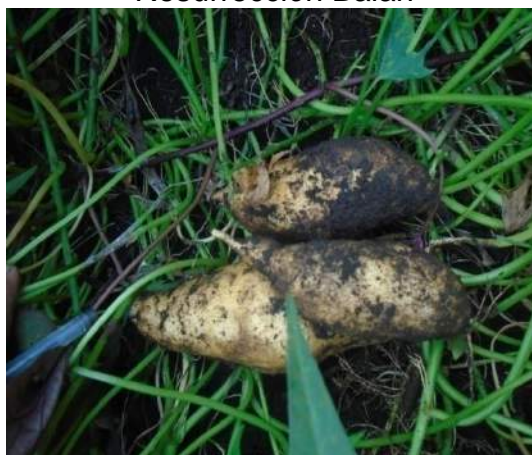
Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 23
Tubérculo del material genético ICTA
San Jerónimo



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014

Figura 25
Vista de tubérculos del material
Resurrección Balan



Tomada por: Luis Felipe Cucul. 2014



CUNOR

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala



15159

El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos, luego de conocer el dictamen de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

Técnico en Producción Agrícola

Al trabajo titulado:

Evaluación de cuatro materiales genéticos de camote (*Ipomoea batatas* L.) bajo fertilización orgánica y química en la Comunidad Yalchacti, Chisec, Alta Verapaz

Presentado por el (la) estudiante:

Luis Felipe Cucul Caal

Autoriza el

IMPRIMASE

"Id y enseñad a todos"


Lic. Zoot. M.A. Fredy Giovanni Macz Choc
DIRECTOR



Cobán, Alta Verapaz octubre del 2015