

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos

Informe final

“Tecnologías de producción agrícola familiar para el incremento de la disponibilidad de alimentos en el corredor seco de Baja Verapaz.”

Equipo de investigación
Ing. Agr. Juan Carlos Galeano Fernández
Coordinador
Ing. Ángel René Córdón Adquí
Investigador
Enio Benjamín Pérez Andrés
Auxiliar de investigación I

Guatemala, 31 de diciembre del 2020

Centro Universitario de Baja Verapaz

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Dra. Sandra E. Herrera Ruiz
Coordinadora del Programa de Investigación Asentamientos Humanos

Ing. Agr. Juan Carlos Galeano Fernández
Coordinador del proyecto

Ing. Ángel René Córdón Adquí
Investigador

Enio Benjamín Pérez Andrés
Auxiliar de investigación

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2020. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.52.0.10.0.22, 4.8.52.0.10.0.22, durante el año 2020 en el Programa Universitario de Investigación de Asentamientos Humanos

Índice (numérico)

Índice de contenido general (introducción, capítulos, conclusiones, referencias, apéndice)

No	Contenido	Página
1.	Resumen	6
2.	Palabras clave	6
3.	Abstract and Keyword	7
4.	Introducción	7
5.	Planteamiento del problema	9
6.	Preguntas de investigación	11
7.	Delimitación en tiempo y espacio	11
8	Marco teórico	11
8.1	Aspectos relevantes del Corredor Seco en Guatemala	11
8.2	El desafío de la producción agrícola en zonas áridas y semiáridas.	12
9.	Estado del arte	16
10.	Objetivo General	19
11.	Objetivos específicos	19
12.	Materiales y métodos	19
12.1	Enfoque y tipo de investigación	19
12.1.1	Enfoque de la investigación	19
12.1.2	Tipo de investigación:	19
12.2	Método	20
12.3	Operacionalización de las variables o unidades de análisis	23
13	Vinculación, difusión y divulgación	25
14	Productos, hallazgos, conocimientos o resultados esperados	26

15	Análisis y discusión de resultados	44
16.	Conclusiones	45
17.	Impacto esperado	47
18.	Referencias	48
19	Apéndice	50

Índice de tablas

Tabla	Descripción	Página
1.	Tratamientos. Diferentes sustratos orgánicos existentes en la región.	22
2.	Operacionalización de las variables o unidades de análisis	23
3.	Árboles de 10 metros de altura o más con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.	24
4.	Árboles de 4 a 10 metros de altura con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.	27
5.	Arbustos hasta 4 metros de altura con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.	28
6.	Hierbas y plantas hasta 2 metros de altura con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.	29
7.	Plantas de cobertura y rastreras con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.	30
8.	Datos de porcentaje de humedad en el suelo, diferentes métodos de siembra.	39
9.	Rendimiento obtenido en libras del cultivo de maíz y otros cultivos asociados en el Sistema Milpa, en una parcela de 225 m ²	41
10	Calendario de siembras y cosechas en la modalidad de huerto biointensivo.	42
11	Aporte calórico y productividad de cultivos en huerto biointensivo por ciclo en un área de 10 m ²	43

Índice de figuras

Figura	Descripción	Página
--------	-------------	--------

1.	Distribución espacial por especies en jardín botánico	30
1.	Comparación % de humedad en el suelo de tres modalidades de siembra por cada lectura	41
2.	Diseño de siembra, asocio y policultivos, en modalidad de huerto biointensivo, en una parcela de 100m ²	12

Título del proyecto:

“Tecnologías de producción agrícola familiar para el incremento de la disponibilidad de alimentos en el corredor seco de Baja Verapaz.”

1. Resumen

El vínculo investigación extensión rural en el Corredor Seco, tiene el desafío de contrarrestar el efecto de la sequía y desertificación para asegurar la alimentación y nutrición de las familias más vulnerables. La escasez del recurso hídrico, la baja fertilidad de los suelos, la degradación de los recursos naturales, son causas para una menor disponibilidad de alimentos en la región.

En este estudio se validaron experiencias exitosas sobre tecnología agrícola de producción de alimentos aplicada a zonas áridas y semiáridas; se estudiaron técnicas de manejo de cultivos y sustratos que inciden en el aumento de la humedad en el suelo; y, se estudiaron diseños de sistemas de agrícolas con principios agroecológicos en función de una dieta balanceada para las familias rurales del territorio del Corredor Seco.

Para cumplir con los objetivos: se elaboró un inventario de especies nativas con potencial alimenticio y tolerancia a la sequía, se implementó un jardín botánico para conservación y docencia, se evaluó el efecto de sustratos orgánicos sobre la retención de la humedad en el suelo y, se midió el efecto sobre el rendimiento, la biomasa y la conservación de la humedad del suelo, del diseño hidrológico de parcela según el método de la Línea Clave en una parcela de maíz. Se diseñó un huerto biointensivo en función de una dieta balanceada. Se comparó “El Sistema Milpa” y el sistema tradicional de siembra de maíz.

2. Palabras clave

Sequía, árida, semiárida, humedad, biointensivo

3. Abstract and keyword

The rural extension research link in the Dry Corridor has the challenge of counteracting the effect of drought and desertification to ensure food and nutrition for the most vulnerable families. The scarcity of the water resource, the low fertility of the soils, the degradation of the natural resources, are causes for a lower availability of food in the region.

In this study, successful experiences on agricultural technology for food production applied to arid and semi-arid zones were validated; Crop and substrate management techniques that affect the increase in soil moisture were studied; and, designs of agricultural systems with agroecological principles based on a balanced diet for rural families in the territory of the Dry Corridor were studied.

To meet the objectives: an inventory of native species with nutritional potential and tolerance to drought was drawn up, a botanical garden was implemented for conservation and teaching, the effect of organic substrates on the retention of moisture in the soil was evaluated and, The effect on yield, biomass and soil moisture conservation of the hydrological plot design according to the Key Line method in a corn plot was measured. A biointensive orchard was designed based on a balanced diet. The “Milpa System” and the traditional corn sowing system were compared.

Keywords

Drought, arid, semi-arid, humidity, biointensive

4. Introducción

El territorio del Corredor Seco en Centroamérica y en Guatemala, es un área en proceso de desertificación y en la cual es notable la degradación de los recursos naturales. Por la baja

precipitación pluvial, alta temperatura, salinidad en los suelos entre otros factores se caracteriza como zona árida y semiárida. Se clasifica la vulnerabilidad por sequía en alta y muy alta. (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos, 2010)

Como efecto de las condiciones agrestes y del fenómeno de canícula prolongada que se ha dado en forma recurrente en los últimos seis años, la disponibilidad de alimentos es limitada y las familias no cuentan con los recursos para el acceso a los mismos. Altos niveles de pobreza, pobreza extrema, insalubridad, desnutrición, son algunos de los múltiples problemas que afrontan las familias en el lugar. (FAO, 2012)

La academia y las instituciones que se ocupan de los servicios de investigación y extensión, tienen como desafío el generar propuestas de solución a la problemática existente. Una ruta es facilitar tecnología propia para zonas áridas y semiáridas para la producción de alimentos, el aprovechamiento eficiente del recurso hídrico, la recuperación del paisaje y los recursos naturales.

En la presente investigación se validó información sobre experiencias exitosas de tecnología agrícola de producción de alimentos aplicada a zonas áridas y semiáridas; se estudiaron técnicas de manejo de cultivos y sustratos que inciden en el aumento de la humedad en el suelo; y, se diseñaron sistemas de producción agrícola en base a principios agroecológicos en función de una dieta balanceada para las familias rurales del territorio del Corredor Seco.

Para cumplir con los objetivos propuestos se desarrollaron varias actividades: se realizó un inventario de especies nativas y foráneas con potencial alimenticio y tolerancia a la sequía, para la conservación de dichas especies se implementó un jardín botánico en las instalaciones del Centro Universitario de Baja Verapaz.

Otra actividad fue la evaluación del efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre la retención de la humedad en el suelo y el rendimiento del cultivo. Se evaluaron cinco tratamientos: gallinaza, compost, bocashi, biocarbón y un tratamiento testigo. Para las variables: diámetro del tallo a los 40 días de la siembra, altura de la planta a los 40 días de siembra y peso de la planta en fresco a los 40 días de siembra fue la gallinaza el tratamiento que presentó los mejores resultados con un 95% de confianza. En cuanto a la retención de la humedad en el suelo, se retuvo mayor humedad en los tratamientos de biocarbón y testigo.

Otro estudio consistió en medir en una parcela de maíz el efecto sobre el rendimiento, y la conservación de la humedad del suelo, de la aplicación del diseño hidrológico de parcela según el método de la Línea Clave. Las mismas variables se midieron también en una parcela con el diseño agroecológico llamado “Sistema Milpa”. Ambas modalidades de siembra, Línea Clave y Sistema Milpa, fueron comparadas con una parcela testigo, la cual consistió en la modalidad de siembra tradicional de los agricultores de la región. En cuanto a la retención de la humedad en el suelo según el Análisis de Varianzas no se encontraron diferencias significativas entre las modalidades de siembra, sin embargo, en el análisis descriptivo se observa mayor retención de humedad en el suelo en la modalidad de siembra con el sistema en Línea Clave, seguido por la modalidad en Sistema Milpa y la parcela testigo con menor retención.

Una acción estratégica importante desarrollada fue el diseño de un huerto biointensivo en base de una dieta balanceada para las familias del lugar, en una parcela de 100 m² se implementó un huerto con la capacidad de dar sostenimiento a la dieta de una familia promedio de cinco miembros durante un año, como resultado se obtuvo un diseño de huerto y programación de cultivos para mantener una producción sostenida durante el año.

La tecnología validada y estudiada es de importancia para la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en el corredor seco en Baja Verapaz y la seguridad alimentaria y nutricional de las familias. El uso de sustratos orgánicos, el diseño agroecológico de las unidades de producción, el diseño hidrológico de las parcelas, el uso de variedades de plantas tolerantes a la sequía, son tecnologías propias de la agricultura familiar que contribuyen: a la retención de la humedad en el suelo y la recuperación del mismo, al incremento de la productividad por unidad de área, a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias.

5. Planteamiento del problema

Según FAO (2017), describe el “Corredor Seco Centroamericano” como:

Una zona de bosque tropical seco en la vertiente pacífica de Centroamérica desde la costa pacífica de Chiapas (México) hasta el oeste de Costa Rica y provincias occidentales de Panamá. Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, se consideran los países más vulnerables a la sequía y a precipitaciones extremas. Las lluvias irregulares hacen que ésta sea una de las zonas del mundo más susceptibles a la variabilidad y al cambio

climático. Existen más de 45 millones de habitantes, un 40% vive en zonas rurales. En Honduras y Guatemala, este porcentaje asciende al 50%. Más de la mitad de los habitantes viven por debajo del umbral de la pobreza, y un 20% se encuentra en situación de pobreza extrema. De los 1.9 millones de pequeños productores de granos básicos que hay en Centroamérica, la mitad se encuentran en la zona del Corredor Seco (entre el 54 y el 67%). Viven en zonas con infraestructura y servicios limitados, y son escasos sus recursos para enfrentar los riesgos. Alrededor del 10% de la población sufre de subalimentación, un porcentaje que varía en función de la situación climatológica.

Los servicios de investigación y extensión rural en el corredor seco tienen el reto de generar tecnología adecuada para contrarrestar el efecto de la sequía y la desertificación para asegurar la alimentación y nutrición de las familias más vulnerables. Debe plantearse una agricultura propia para zonas áridas y semiáridas o agricultura de secano en el mejor de los casos.

El “Corredor Seco en Guatemala”, comprende una extensión de 10,200 km² en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Quiché, Baja Verapaz, El Progreso y Guatemala e incluye un total de 46 municipios. Se habla del Corredor Seco Ampliado que incluye a más departamentos. El proceso de desertificación es grave y conlleva realizar medidas de adaptación y mitigación para contrarrestar los efectos principalmente en la inseguridad alimentaria, la degradación de los recursos naturales y las actividades económicas de los habitantes de la región. (MAGA, 2010)

En el año 2014 y 2015 en Guatemala se dio el fenómeno de canícula prolongada, cuyo efecto ha provocado la pérdida del 80% de las cosechas de maíz y del 63% de frijol a nivel nacional. Ello ha puesto en riesgo de inseguridad alimentaria a aproximadamente 800,000 familias. (Contreras, 2015)

Un sector importante dentro del agro guatemalteco es la denominada Agricultura Familiar. Según la FAO: “la agricultura familiar (AF) representa más del 80% de las explotaciones agrícolas en América Latina y el Caribe; provee, a nivel de cada país, entre 27% y 67% del total de la producción alimentaria. Ocupa entre el 12% y el 67% de la superficie agropecuaria, y genera entre el 57% y el 77% del empleo agrícola en la región” (FAO, 2012)

Los medios de vida predominantes en el territorio son la dependencia a la agricultura de granos básicos. La escasez del recurso hídrico, la baja fertilidad de los suelos, la degradación de

los recursos naturales, entre otras, son razones de relevancia para plantearse la interrogante: ¿Cuáles son los principales desafíos que el sistema de investigación y extensión rural debe afrontar en el territorio del corredor seco en Guatemala para generar tecnología para la producción de alimentos y la conservación de los recursos naturales?

6. Preguntas de investigación

Pregunta General:

¿Cuáles alternativas tecnológicas de producción agrícola son viables de estudiar e implementar para un desarrollo sostenible en zonas áridas y el incremento en la disponibilidad de alimentos para las familias rurales del territorio del Corredor Seco en Guatemala?

Preguntas Específicas:

¿Qué medidas deben adoptarse para la caracterización, conservación y mejoramiento de los recursos fitogenéticos de la zona para el aprovechamiento integral de los mismos en forma sostenible?

¿Cuáles tecnologías de manejo deben priorizarse para la optimización del recurso hídrico para fines agrícolas?

¿Cuáles técnicas agroecológicas aplicar en la producción agrícola, para la recuperación y conservación de los sistemas naturales y la producción sustentable de alimentos?

7. Delimitación en tiempo y espacio

Delimitación en tiempo:

El proyecto se desarrolló del 2 de febrero al 31 de diciembre del año 2020.

Delimitación espacial:

El área de estudio del proyecto fue el corredor seco de Baja Verapaz, los ensayos de campo y laboratorio se implementaron en las instalaciones del Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV.

8. Marco teórico

8.1 Aspectos relevantes del Corredor Seco en Guatemala

Según MAGA (2010), “El Corredor Seco “abarca un total de 10,200 km² en los departamentos de Quiché; Baja Verapaz; El Progreso; Guatemala; Zacapa; Chiquimula; Jalapa y Jutiapa; incluye un total de 46 municipios.” El 12% es área plana, un 53% laderas con pendientes poco pronunciadas y la otra parte de la región a áreas más elevadas. En cuanto al clima, la temperatura promedio en las regiones de menor altitud se mantiene en los 24°C. El 78.5% de la región tiene una precipitación promedio inferior a los 1000 mm anuales y en el 11.5% del territorio es inferior a los 500 mm anuales. Las condiciones descritas propician que según el mapa de vulnerabilidad por sequía el 45% del territorio es de alta a muy alta la vulnerabilidad a amenazas por sequía.

La situación de los suelos ofrece un panorama poco alentador. Según el mapa de fertilidad de los suelos, el 60% del territorio tiene suelos con baja y media fertilidad. El mapa de erosión del suelo indica que el 57% de los suelos presentan una condición de muy alto y alto peligro de erosión. Según informes del INAB, en Guatemala se pierden más de 4,900 toneladas métricas de suelo al año por efecto de la erosión. (MAGA, 2010)

A nivel socioeconómico, en los departamentos de Baja Verapaz y El Quiché los medios de vida predominantes en la población son la dependencia a la agricultura y los recursos naturales. El tipo de agricultura que se practica es ocasional, de subsistencia y principalmente orientada a la producción de granos básicos, maíz y frijol.

Según proyecciones basadas en la Encuesta Nacional del Condiciones de Vida 2014, en el departamento de Baja Verapaz existen aproximadamente 316,000 habitantes, de los cuales un 60% son población indígena, el 66.3% del total viven en pobreza y de ellos un 24.6% en pobreza extrema. El 58.37% de los habitantes del departamento son jóvenes menores a los 24 años de edad. El 51.5% es población rural y el 51.10% es población femenina. (Instituto Nacional de Estadística, 2016)

8.2 El desafío de la producción agrícola en zonas áridas y semiáridas.

Según Águila (2013), la disponibilidad del agua en base a la precipitación media anual y su relación con la evaporación en un área determinada determinan una relación que cuando es

menor a 0.65 se considera una zona de clima árido o semiárido. La productividad de los suelos depende su capacidad de retener el agua, textura, profundidad y contenido de materia orgánica.

Según Sánchez (2015), “las zonas áridas y semiáridas son aquellas superficies en donde las precipitaciones son de 250 milímetros anuales o menos, y semiáridas aquellas en donde la precipitación oscila entre más de 250 y menos de 500 milímetros.”

El desafío para el vínculo investigación extensión es estudiar e implementar alternativas tecnológicas para un desarrollo sostenible en zonas áridas. las principales vías de acción son:

8.2.1 Caracterización, conservación y mejoramiento de los recursos fitogenéticos de la zona para el aprovechamiento integral de los mismos en forma sostenible.

Guatemala es un país megadiverso, según Azurdía (2016), reconocido como los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, lo cual sirve para satisfacer las necesidades antropogénicas, especialmente la alimentación y nutrición. Los recursos genéticos son parte útil de la biodiversidad. Están constituidos por los parientes silvestres de las plantas cultivadas, son el reservorio genético para mejorarlas. Las especies nativas son importantes en la alimentación y nutrición, deben ser valorizadas debido que pueden constituirse en elementos potenciales para enfrentar la seguridad alimentaria del país.

Yoshimoto y Ariano, (2017), describen la diversidad de Guatemala en el territorio del corredor seco de como un territorio pequeño pero rico en flora y fauna y por ello Guatemala es considerado como un país megadiverso. Un ejemplo es el Bosque Estacionalmente Seco el cual es un ecosistema con abundante diversidad de plantas espinosas, suculentas como los cactus y otras especies raras y amenazadas.

Para desarrollar sistemas agrícolas en zonas áridas y semiáridas es necesario valorizar el recurso fitogenético existente propio del lugar. Elaborar un inventario de plantas locales o introducidas con capacidad de adaptación y tolerancia a la sequía es el primer paso, en función de las necesidades humanas principalmente la alimentación.

La UNESCO, (1,982), propone el desarrollo de técnicas de secano y el uso de variedades tolerantes a la sequía. “Si se emplean variedades nativas y resistentes ya seleccionadas por siglos

de experiencia de los labradores, es perfectamente factible obtener plantas que resisten la sequía y que se adaptan al contenido en agua del suelo, dando una cosecha mínima en períodos desfavorables y cultivos excelentes cuando la lluvia abunda”.

En Guatemala se han dado importantes avances al liberar variedades mejoradas de maíz y frijol con tolerancia a la sequía. El ICTA, introdujo las variedades de maíz ICTA B-5 e ICTA B-7, recomendables para zonas de humedad limitada, (sequía). En el cultivo del frijol de la variedad ICTA-Chortí, sus resultados son positivos en cuanto a la tolerancia a la sequía y con elevados niveles de hierro. (MAGA, 2017)

8.2.2 Implementar tecnologías para la optimización del recurso hídrico para fines agrícolas.

La relación entre la oferta y la demanda de agua en el corredor seco de Guatemala es muy compleja. Según la UNESCO (1982), en las regiones secas la planificación para los cultivos debería considerarse tomando en cuenta la información meteorológica para contribuir a elecciones más racionales entre la siembra de cultivos de secano y de regadío.

La humedad en el suelo es un aspecto fundamental que debe considerarse en las unidades de producción agrícola, porque de ella depende el adecuado desarrollo de los cultivos. Según López (2017): “Los límites para la humedad aprovechable o disponible total son los contenidos de humedad a Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), estos se pueden expresar en contenido gravimétrico o volumétrico.” Mientras que el agua fácilmente aprovechable por la planta está dada por los límites entre CC y el criterio o umbral de riego (Cr o UR), la cual es agua que está disponible directamente por la planta en la zona radicular efectiva (profundidad efectiva de raíces)”.

Las necesidades de riego en un cultivo están dadas por la diferencia entre evapotranspiración y la Pp, (precipitación efectiva). Las variaciones de las precipitaciones y de la ETo van a determinar la magnitud de las necesidades de riego y el período del año donde se requiere. En Guatemala hay un período seco de 5 a 6 meses, de noviembre a abril, presentándose otro entre julio y agosto otro, por una disminución de la precipitación. (Selles Van, 2019)

En un campo de cultivo es importante considerar estrategias para optimizar el uso del agua. Existen dos actividades importantes a considerar: la mejora de la textura y la estructura del suelo para contener más humedad y el uso de tecnologías de riego con mayor grado de eficiencia.

De acuerdo a FAO (2000), “los métodos de riego predominantes en la región de América latina y El Caribe, es el riego superficial (86,7% de la superficie equipada para riego), seguido del riego por aspersión (10,8%) y finalmente el riego localizado (2,5%).”

Según Selles Van, (2019) una forma de enfrentar el desbalance hídrico es aumentar la superficie de riego mecánico, aspersión, microaspersión y riego localizado, por su mayor eficiencia de aplicación respecto de los riegos de superficie, logrando de esta forma una mayor disponibilidad de agua para el cultivo, al disminuir la demanda bruta de agua.

8.2.3 Aplicar técnicas agroecológicas en la producción agrícola, para la recuperación y conservación de los sistemas naturales.

En la agricultura actual hay dos tendencias: la agricultura convencional o tradicional y la agricultura alternativa. La primera obedece al legado de la “Revolución Verde”, en la cual el principal objetivo es el aumento de la productividad del sistema agrícola a cualquier costo. Se caracteriza por el uso intensivo de insumos externos principalmente productos químicos con efecto residual y contaminante. (IICA, ICTA, USDA, 2011)

La agricultura alternativa ha tomado auge en las últimas décadas, pero sus principios son aplicados por las civilizaciones a lo largo de la historia. Esta forma de producir alimentos, se enfoca en la salud humana y la conservación del entorno natural. Se basa en aprovechar subproductos como insumos de producción para que se integre un ciclo semicerrado y se dependa en lo mínimo de insumos externos.

En el concepto de la agricultura alternativa se han promovido varias escuelas o movimientos, con nombres son diferentes, los principios de estas corrientes similares. Según la Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004), algunos de ellos son:

- a. Preparación los suelos con el mínimo de ruptura y volteo para evitar que se erosionen y se altere el contenido de microorganismos decisivos para su fertilidad.
- b. Utilizar semillas Puras y sanas que no haya sufrido manipuleo genético.

- c. Mantener los niveles de productividad de los suelos adicionándoles nutrientes a partir de abonos orgánicos.
- d. Efectuar el manejo de plagas y enfermedades por medios biológicos.

Ante el cambio climático, cobra importancia la agricultura de conservación, agricultura del carbono o agricultura regenerativa, la cual busca imitar a la naturaleza en sus procesos, al mantener y retener en el sistema la mayor cantidad de CO₂, para un balance de carbono y evitar la contaminación atmosférica.

Según IICA et. al. (2001) La agricultura de conservación se basa principalmente en tres principios:

Movimiento mínimo del suelo. Realizar una labranza cero o labranza mínima para propiciar una labranza ecológica. El manejo de rastrojos, permite la formación de una composta activa para reactivar la actividad biológica del suelo y la mejora de la fertilidad.

Cobertura permanente del suelo. Sea por cultivos de cobertura fijadores de nitrógeno o residuos y rastrojos se obtienen beneficios como: se genera una capa natural contra malezas difíciles, se mejora la infiltración, se protege el suelo contra la evaporación, se protegen y alimentan microorganismos y fauna del suelo, aumenta el nivel de humedad en el sistema.

Rotación de cultivos o alternancia con leguminosas. Los beneficios son: evitar la incidencia de plagas, enfermedades y malezas; diferentes tipos (grosor, largo, diseño) de raíces contribuye en mejorar la estructura y la percolación profunda; se explora a diferentes profundidades del suelo; extrae y hace disponibles los nutrientes del suelo.

9. Estado del arte

Para incrementar la disponibilidad de alimentos a través de la producción agrícola en el Corredor Seco, a nivel de la Agricultura Familiar, es necesario disponer de tecnología propia para zonas áridas y semiáridas. Para ello hay tres aspectos básicos que hay que considerar:

9.1 Tecnología de producción de especies alimenticias con tolerancia a la sequía, valorando la biodiversidad local y sus recursos fitogenéticos.

Azurdia C. (2016), realizó un estudio de especies nativas de Guatemala y otras introducidas con un alto valor nutricional, que son poco conocidas o subutilizadas, muchas de ellas tolerantes a la sequía. El autor hace una comparación del contenido nutricional de especies nativas de Mesoamérica como: la chaya, el bleado, el chipilín, la hierba mora; con la espinaca la acelga y la lechuga, teniendo las plantas locales mayor potencial nutricional que las otras.

Martínez (2013), elaboró un manual para la producción y el consumo de cuatro plantas nativas de alto valor nutritivo: bleado, hierba mora, jukuma y chipilín. Destaca la importancia en la alimentación para los pueblos mesoamericanos, su fácil producción y adaptación a condiciones agrestes.

Yoshimoto, y Ariano, (2017), presentan un listado de especies de plantas registradas en el Parque Los Cerritos, la Reserva Cerro Tzankujil y la Reserva Natural Heloderma. Un inventario abundante de especies introducidas y locales adaptadas a las condiciones del Bosque Estacionalmente Seco en Guatemala de las cuales se pueden obtener algunos beneficios como: uso medicinal, energía, recreación y alimentación.

La Universidad del Valle de Guatemala y Bioersivity desarrollan el proyecto “Integrando cadenas de valor agro-biodiversas, cambio climático y nutrición: empoderando a los más necesitados para manejar mejor el riesgo”. Se pretende mejorar la producción, uso y comercialización de especies subutilizadas para apoyar la adaptación al cambio climático, fortalecer la seguridad alimentaria, nutrición e ingresos de comunidades pobres en Mali, India y Guatemala. (Biodiversity international, 2018)

9.2 Tecnología para optimizar el uso del recurso hídrico y el aumento de la humedad en los suelos.

Una tecnología efectiva en la captación del agua de lluvia en las parcelas y un mejor aprovechamiento de la humedad del suelo es el método de la Línea Clave o Keyline. Se diseña y maneja el patrón de laboreo del suelo en una parcela agrícola, lo que permite captar y almacenar el agua de lluvia en el sustrato y maximizar el recurso hídrico restituyendo al suelo su profundidad y fertilidad. (Cortez y Ramírez Luna, 2013)

Vásquez (2014), expone sobre, el beneficio de aplicar técnicas sencillas de conservación de suelos y agua como: las acequias o zanjas de infiltración, los andenes o bancos, terrazas o el incremento de la cobertura vegetal del suelo a nivel de parcela. Esta tecnología aumenta considerablemente la retención de la humedad en el suelo. Una parcela cubierta con pasto puede retener hasta un 40% de humedad, y un área boscosa hasta un 70%

Mueller (2011), presenta un concepto integrador y holístico, denominado los “Paisajes de Retención de Agua de Lluvia”. Una combinación de técnicas para captar y almacenar agua aunado a la integración de técnicas agroecológicas de producción agrícola permite la recuperación natural del paisaje y revitaliza en ciclo hidrológico. Se busca el máximo aprovechamiento del recurso hídrico en un territorio.

Siendo el agua un factor limitante en el Corredor Seco. Es importante considerar la tecnología de riego apropiada para optimizar el uso del recurso hídrico. Según Selles Van G. (2019), es necesario aumentar la superficie de riego mecánico, aspersión, microaspersión y riego localizado, por su mayor eficiencia de aplicación del agua, comparada con riegos de superficie, con se obtiene mayor disponibilidad de agua para el cultivo, al disminuir la demanda bruta de agua.

9.3 Métodos y técnicas de agricultura alternativa para la producción de alimentos con principios agroecológicos para conservar, mantener y recuperar el recurso suelo.

Friedrich T. (2016) es uno de los principales ponentes sobre la Agricultura de Conservación. Esta tecnología tiene como principal objetivo la recuperación del suelo y para ello aplica tres principios básicos: disturbio mínimo del suelo, cobertura orgánica permanente del suelo, diversificación de especies asociadas en secuencia y asociación.

Otra tecnología es los “Huertos Biointensivos”, ha sido desarrollada y patentada en 1999 por la organización Ecology Action. Se pretende producir alimentos sanos a nivel familiar y cambiar las prácticas agrícolas actuales que destruyen 6 libras de suelo por cada libra de alimento obtenida y la alta dependencia a insumos. (Jeavons, 2002)

Según Jeavons (2002), los beneficios al producir intensivamente en minihuertos son: puede reconstruir el suelo hasta 60 veces más rápido que la propia naturaleza; se reduce del 67 al 87% del consumo de agua por unidad de producción; reducción del 99% de la energía utilizada;

incremento del 100% en la fertilidad del suelo; incremento del 200% en la producción calórica por unidad de superficie; entre otros.

Una tecnología ancestral en Meso América y Guatemala es “El sistema milpa”, este es un agro ecosistema o sistema ecológico agrícola cuyos principales componentes productivos son el maíz, el frijol y la calabaza (llamados a veces las tres hermanas o también milpa tradicional). Además, puede estar junto a otras plantas como manía, hierbas, miltomate, hortalizas, árboles frutales o complementados por chile y tomate. (Méndez, 2017)

Según Méndez (2017), algunos beneficios de este sistema son: mayor producción de alimentos por unidad de área, la cobertura vegetal permanente y el manejo de rastrojos aumenta la retención de humedad en el suelo y se incorpore materia orgánica. Los policultivos reducen la incidencia de plagas y enfermedades propias de un monocultivo. El maíz, el frijol y el ayote forman parte de la dieta de los guatemaltecos, misma que puede complementarse con otras especies asociadas a este concepto de siembra.

10. Objetivo general.

Compilar y validar tecnologías adecuadas de producción agrícola familiar para el incremento en la disponibilidad de alimentos en el territorio del corredor seco de Baja Verapaz.

11. Objetivos específicos

Elaborar un inventario de especies vegetales alimenticias nativas y foráneas tolerantes a la sequía.

Implementar un jardín botánico con especies de importancia económica en la región tolerantes a la sequía.

Validar tecnologías para el aumento de la retención de la humedad y conservación del suelo en las unidades de producción agrícola.

Diseñar parcelas de producción agrícola bajo el enfoque de agricultura familiar con principios agroecológicos en función de una dieta balanceada de nutrientes para los habitantes de la región.

12. Materiales y métodos

12.1 Enfoque y tipo de investigación

12.1.1 Enfoque de la investigación: en el presente estudio el enfoque de investigación será Mixto debido a que se medirán variables cuantitativas y también variables cualitativas.

12.1.2 Tipo de investigación: consta de diferentes momentos donde se aplicarán diferentes tipos de investigación principalmente: documental, descriptiva, correlacional y explicativa.

Se realizó una revisión documental, compilación de tecnologías de producción agrícola para zonas áridas y semiáridas que han tenido éxito a nivel nacional o en otros países y que pueden replicarse en el territorio del corredor. Se priorizaron aquellas que por su naturaleza puedan ser adoptadas y replicadas por los productores de la región.

Se estudió tecnología que contribuye a conservar la humedad en el suelo. Para ello se evaluó el efecto de diferentes tipos de sustrato para conservar la humedad y en la producción de biomasa, lo cual es una investigación correlacional. Y a los resultados totales se les realizó análisis descriptivos propios de una investigación explicativa.

12.2 Método:

En función de los objetivos específicos se desarrollarán las siguientes actividades:

12.2.1 Objetivo específico 1. Elaborar un inventario de especies vegetales alimenticias nativas y foráneas tolerantes a la sequía.

Para el logro del objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- a. Revisión documental de estudios previos realizados en el territorio sobre biodiversidad y recursos fitogenéticos existentes.
- b. Reconocimiento de campo del Bosque Estacionalmente Seco en el departamento de Baja Verapaz y comunidades registradas por su vulnerabilidad a la sequía con mayor impacto, observando la disponibilidad de alimentos en el territorio y recolectando muestras de especies existentes con potencial alimenticio.

- c. Con la información de las actividades anteriores se elaboró un inventario de especies con potencial alimenticio con información de importancia.

12.2.2 Objetivo específico 2. Implementar un jardín botánico con especies de importancia económica en la región tolerantes a la sequía.

- a. Con la información obtenida del inventario elaborado, se implementó un jardín botánico en las instalaciones del Centro Universitario de Baja Verapaz, con especies tolerantes a la sequía y con potencial alimenticio y nutricional. El fin de este proyecto es la conservación in situ de dichas especies.

12.2.3 Objetivo específico 3. Validar tecnologías para el aumento de la retención de la humedad y conservación del suelo en las unidades de producción agrícola.

- a. Se implementó un ensayo de campo para medir el efecto de diferentes tipos de sustrato en la conservación de la humedad en el suelo y la producción de biomasa en el cultivo de maíz.

- i. **Diseño Experimental:** Diseño Completamente al Azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones.

- ii. **Hipótesis Estadística:**

Ho: $T = T_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

Ha: $T \neq T_i$ para al menos un i ; $i = 1, 2, \dots, T$ (al menos uno de los tratamientos produce un efecto distinto)

- iii. **Modelo Estadístico:** $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$ Donde: $i = 1, 2, \dots, T$ y $j = 1, 2, \dots, r$

siendo,

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

μ = media general de la variable de respuesta

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

E_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

iv. Supuestos: las suposiciones que validan el análisis de varianza son las siguientes:

Los errores son independientes

Los errores están normalmente distribuidos con media cero y varianza constante

Existe homogeneidad de varianza entre los tratamientos

El modelo es lineal y de efectos aditivos.

v. Tratamientos:

Tabla 1.

Tratamientos. Diferentes sustratos orgánicos existentes en la región.

Tratamiento	Descripción
1	Mezcla de suelo con gallinaza
2	Compost
3	Bocashi
4	Mezcla de suelo con Biocarbón
5	Testigo: suelo de la parcela.

vi. Variables respuesta:

Conservación de la humedad en el sustrato en el tiempo

Producción de biomasa generada a los 40 días de siembra.

Rendimiento expresado en kilogramos por hectárea de maíz.

vii. Recopilación de la información

Se tomaron registros del comportamiento de la humedad en el cultivo cada quince días.

Se colectó la biomasa y se midió en Kg. de peso fresco a los 40 días de la siembra, se midió el diámetro del tallo a los 40 días de siembra, altura de la planta a los 40 días después de la siembra.

Se midió el rendimiento final en Kilogramos por hectárea por cada uno de los tratamientos.

viii. Procesamiento y análisis de la información

Con los resultados obtenidos se efectuó un análisis de varianzas (ANDEVA) para verificar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, y se aplicó una prueba múltiple de medias de Tukey para identificar los sustratos que aportaron los mejores resultados.

- b. Se estableció una parcela con cultivo de maíz utilizando el modelo de diseño hidrológico Keyline o línea clave y se midieron los efectos en la conservación de la humedad del suelo, la producción de biomasa y los rendimientos en kilogramos por hectárea.

- i. Manejo, procesamiento y análisis de la información

Se describe el comportamiento de la humedad en el suelo durante el ciclo del cultivo. Se comparará el rendimiento obtenido con el promedio de parcelas de productores en el lugar que apliquen manejo tradicional. Se calculó el rendimiento en kilogramos por hectárea. Para las dos variables se aplicó estadística descriptiva.

12.2.4 Objetivo específico 4. Diseñar parcelas de producción agrícola bajo el enfoque de agricultura familiar con principios agroecológicos en función de una dieta balanceada de nutrientes para los habitantes de la región.

Para el logro del objetivo se desarrollarán las siguientes actividades:

- a. Se implementaron dos parcelas de producción de maíz: una bajo el sistema milpa, (policultivos, maíz, frijol, ayote, otros); y la parcela testigo con la forma convencional de producción en el área. Se midió la productividad por área, la conservación de la humedad en el suelo y factores asociados al manejo del cultivo.
- b. En función de una dieta balanceada se diseñó y se implementó un huerto biointensivo de producción de hortalizas priorizando especies propias de la región. Se registrarán todas las actividades de manejo y se midió la producción en biomasa por área, costos y aportes calóricos.

12.3 Operacionalización de las variables o unidades de análisis:

Tabla 2

Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Objetivos específicos	VARIABLES o unidades de análisis que serán consideradas	Forma en que se medirán, clasificarán o cualificarán
Elaborar un inventario de especies vegetales alimenticias nativas y foráneas tolerantes a la sequía.	Especies vegetales alimenticias nativas y foráneas tolerantes a la sequía.	Se clasificaron en función del uso actual y potencial como fuente de alimento priorizando aquellas con mayor contenido nutricional.
Implementar un jardín botánico con especies de importancia económica en la región tolerantes a la sequía.	Especies vegetales alimenticias nativas y foráneas tolerantes a la sequía.	Se priorizaron aquellas especies con potencial alimenticio y nutricional con tolerancia a la sequía y con posibilidades de ser cultivadas.
Validar tecnologías para el aumento de la retención de la humedad y conservación del suelo en las unidades de producción agrícola	<p>Conservación del % de humedad en el suelo por la aplicación del diseño hidrológico de parcela Línea Clave.</p> <p>Efecto de diferentes sustratos sobre la humedad del suelo.</p> <p>Efecto de diferentes sustratos orgánicos en el rendimiento en cultivo el cultivo de maíz.</p> <p>Costos de producción asociados a la incorporación de sustratos orgánicos al suelo.</p>	<p>Se midió el comportamiento de la humedad en el suelo a través de métodos directos como el gravimétrico e indirectos utilizando tensiómetros.</p> <p>A través de un diseño experimental completamente al azar se midió el efecto que tienen diferentes sustratos orgánicos en la humedad del suelo y el rendimiento en cultivo del maíz. Se realizará un análisis de varianza para cada una de las variables y se determinará por prueba múltiple de medias los mejores tratamientos.</p> <p>Se midieron los costos de producción asociados a cada uno de los sustratos orgánicos evaluados.</p>
Diseñar parcelas de producción agrícola bajo el enfoque de agricultura familiar con principios	Diseño de parcelas en función de una dieta balanceada para las familias.	Se compiló información sobre los requerimientos calóricos, se implementó un huerto biointensivo diseñado en función de la dieta. Se

<p>agroecológicos en función de una dieta balanceada de nutrientes para los habitantes de la región.</p>	<p>Productividad del sistema milpa.</p> <p>Conservación de la humedad en el suelo con el sistema milpa.</p>	<p>midió la biomasa producida, los costos de producción y las calorías de los alimentos producidos.</p> <p>Se comparó la siembra de maíz bajo el sistema milpa versus el sistema tradicional de la región. Se midió el rendimiento en Kg/ha y análisis de Beneficios/Costos.</p> <p>Se comparó la diferencia en el porcentaje de humedad a los largo del cultivo bajo el enfoque de sistema milpa versus el sistema tradicional de siembra.</p>
--	---	---

13 Vinculación, difusión y divulgación

Durante el desarrollo del proyecto se contó con la colaboración del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola I.C.T.A., y el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, sede Baja Verapaz, principalmente en el intercambio de experiencias sobre tecnologías de la Agricultura Familiar.

La información generada en la investigación fue socializada en comisiones del Concejo Departamental de Desarrollo de Baja Verapaz, principalmente en la Comisión Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional CODESAN, la misma a nivel municipal COMUSAN, en los municipios de Salamá, San Jerónimo, San Miguel Chicaj. Se participó en el foro de la Comisión Departamental de Medio Ambiente CODEMA. En ambas comisiones participan instituciones como SESAN, MAGA, ICTA, CONRED, MSPAS, MINEDUC, PLAN INTERNACIONAL, OXFAM, entre otras.

El día miércoles 4 de noviembre, de 09:00 a 10:00 horas, se transmitió por radio Universidad, en el programa de la DIGI, Ciencia y Sociedad, dirigido por el Licenciado David Marroquín, una entrevista sobre aspectos de importancia del presente proyecto.

Como referente y para orientar decisiones e incidir en el desarrollo del territorio del corredor seco, se elaboró un ensayo académico: “Desafíos del vínculo investigación extensión para la transferencia de tecnología agrícola familiar en el territorio del corredor seco de Guatemala”.

Como uno de los productos del proyecto y de la vinculación con actores afines al tema, en el 2021, el Centro Universitario de Baja Verapaz, impartirá el diplomado: “Estrategias de intervención institucional para el desarrollo, con énfasis en Seguridad Alimentaria, Biodiversidad y Sistemas Energéticos”, el mismo cuenta con un componente específico sobre tecnologías para la Agricultura Familiar.

14 Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:

Resultados objetivo específico 1. Elaborar un inventario de especies vegetales alimenticias nativas y foráneas tolerantes a la sequía.

A continuación, se presenta información de importancia de especies alimenticias características del corredor seco en Baja Verapaz, los datos fueron recabados en el área de influencia del proyecto. Se consideró diferentes estratos del bosque: árboles de 10 metros de altura o más, árboles de 4 a 10 metros de altura, arbustos de hasta 4 metros de altura, yerbas y plantas de hasta 2 metros de altura, y plantas de cobertura y rastreras.

Tabla 3. Árboles de 10 metros de altura o más con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.

Nombre científico (Familia)	Nombre común	Forma y tamaño				Extacción de nutrientes	Preferencias			Funciones			Usos			Observaciones	
		Forma	Altura	Ancho de copa (metros)	Agrupación o Salta		Sol o Sombra	Tolera sequía	Tolera heladas	Fijador de nitrógeno	Acumulador de nutrientes	Producción biomasa	Cobertura viva	Flores (insectos benéficos)	Parte comestible		Nutrimiento principal
<i>Bambusa oldhami</i>	Bambú oldhami	Bambú	13 m	2.5 m	A	Sol	Si						Brotos	Vit Min	Construcción	Puede dar mucha sombra!	
<i>Phoenix datilifera</i> (Palácaceas)	Dátil	Palma	Hasta 30 m		A	Sol							Fruto	Energía Vit Min	Madera, hojas p/techos, savia comestible	60-90% azúcar, 2.5% grasa, 2% proteínas, contiene más hierro que la carne	
<i>Hymenaea courbaril</i> (Leguminosas)	Guapinol	Árbol			A	Sol	N	No			Si		Pulpa de vaina	Energía Prot	Concentrado para animales, madera excelente, resina-copal	Es uno de los alimentos vegetales más ricos que se conocen	
<i>Mammea americana</i> (Guttíferáceas)	Mamey	Árbol	10 - 15 m	8 - 9 m	A	Sol	N						Fruto	Vit	Excelente madera, semilla y hojas insecticidas	Rico en Vit A, C y B2	
<i>Mangifera indica</i> (Anacardiáceas)	Mango	Árbol	5-15 m	6-12 m	A	Sol	N						Fruto	Vit y Energía	Carbon, la semilla se usa como alimento animal	11-20% azúcares	
<i>Anacardium occidentale</i> (Anacardiáceas)	Marañón	Árbol		8 m	A	Sol	N						Fruto y nuez	Vit Energía		Semilla 14-15% proteína y +40% grasa	
<i>Tamarindus indica</i> (Leguminosas)	Tamarindo	Árbol	10 - 20 m	10 - 20 m	A	Sol	N	No			Si		Pulpa de vaina	Min Energía	Medicinal, hojas tiernas y flores comestibles. Carbon, rompevientos	El fruto con el más alto contenido de Calcio y fósforo, 62% azúcar	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Leguminosas)	Guacaste							Si									
<i>Pithecellobium dulce</i> (Leguminosas)	Guamuchil							Si					Vainas				

Fuente: información propia. Colectada en cercanías del Centro Universitario de Baja Verapaz, aldea El Progreso, San Miguel Chicaj, Baja Verapaz

Tabla 4. Árboles de 4 a 10 metros de altura con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.

Nombre científico	Nombre común	Forma y tamaño				Agrupación o Salta	Extracción de nutrientes	Preferencias			Funciones				Usos			Observaciones
		Forma	Altura (mts)	Ancho de copa (metros)				Sol o Sombra	Tolera sequía	Tolera heladas	Fijador de nitrógeno	Acumulador de nutrientes	Producción biomasa	Cobertura viva	Flora (insectos beneficios)	Parte comestible	Nutrimiento principal	
<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	Arbol	4.5 m	3.5 m	A		Sol								Fruto	Vit C		
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Arbol	8 m c/poda	8 m c/poda	A		Sol								Fruto	Energía Prot Vit		10 - 25 % grasa Razas y variedades para muchos climas. Polinización cruzada
<i>Otatea acuminata A.</i>	Bambú Otatea	Bambú	6.8 m	6.8 m	A		Sol										Varas	
<i>Pouteria campechiana (Sapotaceas)</i>	Canistel	Árbol		5 - 8	A		Sol								Fruto	Vit Energía		39% carbohidratos
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Arbol	2-10 m c/poda	2 - 4 m c/poda	A		Sol	S	Si								Tutor para guías, excelente leña	
<i>Spondias purpurea (Anacardiáceas)</i>	Cirueta tropical, Jocote	Arbol	5 - 10 m	6 - 8 m	A		Sol		N						Fruto	Vit Min	Cerco vivo, forraje	2 variedades (frutos rojos y amarillos)
<i>Erythrina americana</i>	Colorín	Arbol	2 - 8 m c/poda	3 - 5 m c/poda	A		Sol Ms	S	Si						Flores		Forraje, tutor para guías, leña	Semillas tóxicas
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite, Madre de Cacao	Arbol	2 - 8 m c/poda	3 - 5 m c/poda	A		Sol		N	Si							Cerca viva, forraje	
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Arbol	4 - 10 m	4 - 5 m	A		Sol		No	Si							Tutor para guías, leña	
<i>Psidium guajava (Mirtáceas)</i>	Guayaba	Arbol	5 - 6 m	5 - 6 m	A		Sol	Si	S						Fruto	Vit Min	Medicinal, carbón, madera	Fruto muy aho en vit C, sembrar en lugares sin heladas
<i>Annona diversifolia (Anonáceas)</i>	Ilama	Árbol	8 mts	7 m	A		Sol		No						Fruto	Vit Min		
<i>Spondias mombin (Anacardiáceas)</i>	Jobo	Arbol			A		Sol		N						Fruto	Vit Min	Cerco vivo, forraje	Menos apreciado que Jocote, fruto más pequeño
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta gorda	Arbol	6 - 7 m	3.5 m	A		Sol Ms	S							Semillas culinaria	CM		
<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	Palma	6 m	5 m	A		Sol Ms		Sr	Af	S				Fruto	Cal Vit		
<i>Sapindus saponaria</i>	Pipe, Jaboncillo, Kile	Arbol	5-8 m con poda	5-8 m	A		Sol		Sr				M	Nuez	Aceit e prot.			Pistache con 60% aceite y 19-24% proteína
<i>Pistacia Vera (Anacardiáceas)</i>	Pistache	Arbol	5-7 m con poda	8 - 10 m	A		Sol		Sr									
<i>Averrhoa carambola (Oxalidáceas)</i>	Carambolo	Árbol	6 - 8 m	6 m	A		Sol		No						Fruto	Vit Min	El jugo de la fruta limpia ollas de cobre y moho de hierro	Hay variedades ácidas y otras dulces
<i>Myrciaria cauliflora</i>	Jaboticabo	Arbusto	3.5 m	2.2 m	A		Sol		S						Fruto	Vit		Tarda mucho en dar (vale la pena la espera)

Fuente: información propia. Colectada en cercanías del Centro Universitario de Baja Verapaz, aldea El Progreso, San Miguel Chicaj, Baja Verapaz

Tabla 5. Arbustos hasta 4 metros de altura con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.

Nombre común y Nombre científico	Nombre común	Forma y tamaño				Agrupación o Salta	Preferencias				Funciones				Usos			Observaciones
		Forma	Altura	Ancho de copa (metros)	Extracción de nutrientes		Sol o Sombra	Tolera sequía	Tolera heladas	Fijador de nitrógeno	Acumulador de nutrientes	Producción biomasa	Cobertura viva	Flores (insectos benéficos)	Parte comestible	Nutrimiento principal	Otros usos	
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Arbol	2-4 m	3.5 m	A	Sol	S							Semillas culinarias				
<i>Calliandra houstoniana</i>	Caliandra	Arbusto	2 - 4 m	2 - 3 m	A	Sol Ms	S	Si								Tutor para guías, leña		
<i>Carissa Grandiflora</i> (Apocináceas)	Carissa	Arbusto	1.5 - 5 m	1.6 - 2m	A	Sol	S							Fruto	Energía Vit		12% azúcar, 1% grasa	
<i>Cnidioscolus acronitifolius</i>	Chaya	Arbusto	2.5 m	1.5-2.0 m	A	Sol	Sr							Hojas cocinadas	Prot Vit Min	Medicinal		
<i>Tithonia diversifolia</i>	Gigantón	Hierba	2 - 3 m	1.5 m	A	Sol	Sr		Af			Si				Acumulador nutrientes (P)		
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Arbusto	3 m	4 m	S	Sol	Sr							Venenosa		Acetate para bio-combustible o jabón	Se dispersa fácilmente por semilla	
<i>Jatropha curcas</i>	Jatrofa, Piñón	Arbusto	3 - 4 m	2 - 3 m	A	Sol	Sr							Semillas cocinadas		Acetate para bio-combustible o jabón	Conseguir variedad comestible	
<i>Citrus latifolia</i>	Limón Persa	Arbol	3.5 - 4.0 m	5.0 - 6 m	A	Sol	S							Fruto	Vit C			
<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	Arbol	4 m	3.6 m	A	Sol	S							Fruto	Vit C			
<i>Moringa stenopetala</i>	Moringa	Arbol	Hasta 4 m con poda		A									Hojas, vainas		Purifica agua		
<i>Citrus x sinensis</i>	Naranja	Arbol	4 m	5 m	A	Sol	S							Fruto	Vit			
<i>Carica papaya</i>	Papaya	Arbol	3 - 8 m	2 - 3 m	A	Sol	N							Fruto	Vit Min	Flores medicinales, hojas frorrage		
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga o Cereza de Cayena	Arbusto	2.20 m	2 m	A	Sol	S							Fruta	Vit			
<i>Citrus x paradisi</i>	Toronja	Arbol	3.5 - 4.0 m	5 - 6 m	A	Sol	S							Fruto	Vit C			
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tuna	Cactus	2.5 m c/poda	3.0 m c/poda	A	Sol	S							Fruta	Vit Min	Cerca viva	13% azúcar, rica en vit C. No soporta exceso humedad	
<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	Pasto	1.8 m	2 m	A	Sol	S							Tallos	Cal Min	Forraje		

Fuente: información propia. Colectada en cercanías del Centro Universitario de Baja Verapaz, aldea El Progreso, San Miguel Chicaj, Baja Verapaz

Tabla 6. Hierbas y plantas hasta 2 metros de altura con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.

Nombre común y Nombre científico	Nombre común	Forma y tamaño				Agrupación o Salta	Extracción de nutrientes	Preferencias			Funciones				Usos			Observaciones
		Forma	Altura	Ancho de copa (metros)				Sol o Sombra	Tolera sequía	Tolera heladas	Fijador de nitrógeno	Acumulador de nutrientes	Producción biomasa	Cobertura viva	Flores (insectos beneficios)	Parte comestible	Nutrimiento principal	
<i>Canavalia ensiformis</i>	Canavalia	Hierba	60 cm		A		Sol		N	Si					Semillas Gallinas			Excelente abono verde
<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilín	Arbusto	1- 2 m	1 - 1.5 m	A				Sr	Si					Hoja	Cal, hierro, betacaroteno		
<i>Cymbopogon winterianus</i>	Citronela	Pasto		1-1.5 m	A		Sol		Sr									Control de erosión, productor de carbón
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote	Hierba	70 cm	60 cm	A		Sol Ms		S						Hojas	Vit Min CM		Cocina y medicinal
<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	Hierba	60 cm	60 cm	A		Ms								Hojas	Hierro		
<i>Zingiber officinale</i>	Jengibre	Hierba	0.5 - 1 m	40 cm	A		Ms								Raíz	Vit Min CM		Cocina y medicinal
<i>Lactuca indica</i>	Lechuga tropical	Hierba	1 m	40 cm	A		Sol								Hojas	Vit Min		
<i>Rumex mexicanus</i>	Lengua de vaca	Hierba	40 cm	60 cm	A		Ms		S	A					Hojas cocinadas (2 veces)			Forraje y Acumulador de nutrientes
<i>Morus alba</i>	Morena	Hierba	2 m c/poda	1 m c/poda	A		Sol		S						Hojas tiernas y fruto	Vit Min Prot		Forraje
<i>Opuntia cochenillifera</i>	Nopal	Arbusto	0.5 - 1 m c/poda	70 cm c/poda	A		Sol		S						Hojas (pencas)	Vit Min		
<i>Amaranthus sp.</i>	Quelites	Hierba	60 cm	60 cm	A		Sol Ms								Hojas cocinadas	Vit Min Prot		
<i>Aloe vera</i>	Sábila	Hierba	70 cm	70 cm	A		Sol		S									Medicinal
<i>Maranta arundinacea</i>	Sagú	Hierba	90 cm	70 cm	A		Sol Ms		Sr						Raíz	Cal		Almidón
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	Arbusto	2.5 - 3 m	1.5 - 2 m	A		Sol								Raíz	Cal		
<i>Cymbopogon citratos</i>	Zacate limón	Pasto	80 cm	1 m	A		Sol Ms		S						Hojas en té	CM		Medicinal
<i>Cajanus cajan</i>	Guandul, Chícharo de Árbol	Arbusto	3 m	2 m	A		Sol		N	Si					Frijoles	Prot		Alimento gallinas (la semilla) y forraje animales
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Rosa de Jamaica	Arbusto					Sol								Flores			
<i>Ananas comosus</i>	Piña	Hierba					Sol								Fruto			
<i>Xanthosoma saggitifolium</i>	Macal, Tiquisque morado, Taioba	Hierba	1 - 2 m	1 - 1.5 m	A		Sol Ms		Sr						Raíz, hoja	Energía Vit Min		
<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga, Taro	Hierba	1 - 2 m	1.5 - 2 m	A		Sol Ms		Sr						Raíz y hojas	Energía Vit Min		
<i>Bromelia pinguin</i>	Muta, Piñuela	Hierba	1 m				Ms								Cerco vivo			Cogollos tiernos y frutos comestibles

Fuente: información propia. Colectada en cercanías del Centro Universitario de Baja Verapaz, aldea El Progreso, San Miguel Chicaj, Baja Verapaz

Tabla 7. Plantas de cobertura y rastreras con productos comestibles en el bosque estacionalmente seco en Baja Verapaz.

Nombre científico	Nombre común	Forma y tamaño			Agrupa o Salta	Extracción de nutrientes	Preferencias			Funciones				Usos			Observaciones
		Forma	Altura				Sol o Sombra	Tolera sequía	Tolera heladas	Fijador de nitrógeno	Acumulador de nutrientes	Producción biomasa	Cobertura viva	Floras (insectos benéficos)	Parte comestible	Nutrimiento principal	
<i>Arachis pintoi</i>	Cahahuate o mani forrajero	Hierba	10 - 20 cm		S	Sol	Ms	S	Si			Si				Forraje	Si hay suficiente humedad
<i>Ipomoea batatas</i>	Camote o batata	Guía	30 - 40 cm		S	Sol		Sr				Si		Raíz	Cal		
<i>Cucurbita ficifolia</i>	Chilacayote	Guía	30 - 40 cm		S	Sol	Ms					Si		Fruto y semillas	Vit Min Prot		
<i>Desmodium spp.</i>	Pega Pega	Guía			S	Sol											Rebrota después de una helada
<i>Citrulus lanatus</i>	Sandía																
<i>Cocumis melo</i>	Melón																
<i>Cucurbita pepo</i>	Calabaza																
<i>Lepidium sativum</i>	Mastuerzo																
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga													Hojas			Alto en ácido omega 3

Fuente: información propia. Colectada en cercanías del Centro Universitario de Baja Verapaz, aldea El Progreso, San Miguel Chicaj, Baja Verapaz

Resultados objetivo específico 2. Implementar un jardín botánico con especies de importancia económica en la región tolerantes a la sequía.

Con la información generada del inventario se implementó un jardín botánico en las instalaciones del Centro Universitario de Baja Verapaz, con especies tolerantes a la sequía y con potencial alimenticio y nutricional. El fin de este proyecto es la conservación in situ de dichas especies. Contar con un banco de recursos fitogenéticos con especies alimenticia

Figura 1. Distribución espacial por especies en jardín botánico

LISTADO DE PARCELAS

1. Sistema Milpa
2. Huerto biointensivo
3. Plantas salvajes
4. Testigo sistema tradicional maíz
5. Algodón
6. Loroco
7. Aloe vera
8. Chayo
9. Sorgo
10. Alfalfa
11. Cactusos
12. Maíz forrajero
13. Rosa de Jamaica
14. Grandul
15. Yuca
16. Unbráculo
17. Abonos orgánicos
18. Experimentos sustratos de maíz
19. Sistema Keyline
20. Biofibrina



Resultados objetivo específicos 3 y 4. Validar tecnologías para el aumento de la retención de la humedad y conservación del suelo en las unidades de producción agrícola

- a. Medición del efecto de diferentes tipos de sustrato en la conservación de la humedad en el suelo y la producción de biomasa en el cultivo de maíz.

Análisis de Varianza 1. Peso fresco planta de maíz a los 40 días después de la siembra.

Variable:	Peso fresco de planta	Dimensión:	Gramos
Tipo:	Cuantitativa	Escala:	Razón
Fecha:	Octubre 2020	Proyecto:	B12CU-2020

Modelo Estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

Ho: $\tau = \tau_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

Ha: $\tau \neq \tau_i$ para al menos un i ; $i = 1, 2, \dots, t$. (al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	213342.16	4	53335.54	9.06	0.0002
Tratamiento	213342.16	4	53335.54	9.06	0.0002
Error	117741.20	20	5887.06		
Total	331083.36	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=145.20955

Error: 5887.0600 gl: 20

Tratamiento Medias n E.E.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
A	301.60	5	34.31 A
C	198.80	5	34.31 A B
B	191.20	5	34.31 A B
E	60.60	5	34.31 B
D	58.60	5	34.31 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conclusión: Con un 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula

Supuestos

Normalidad de los residuos																															
<p>Shapiro-Wilks (modificado)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>n</th> <th>Media</th> <th>D.E.</th> <th>W*</th> <th>p(Unilateral D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RDUO peso en gramos</td> <td>25</td> <td>0.00</td> <td>70.04</td> <td>0.91</td> <td>0.1158</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)	RDUO peso en gramos	25	0.00	70.04	0.91	0.1158	Cumple																		
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)																										
RDUO peso en gramos	25	0.00	70.04	0.91	0.1158																										
Homogeneidad de varianzas																															
<p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>F.V.</th> <th>SC</th> <th>gl</th> <th>CM</th> <th>F</th> <th>p-valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Modelo</td> <td>22966.18</td> <td>4</td> <td>5741.55</td> <td>2.75</td> <td>0.0570</td> </tr> <tr> <td>Tratamiento</td> <td>22966.18</td> <td>4</td> <td>5741.55</td> <td>2.75</td> <td>0.0570</td> </tr> <tr> <td>Error</td> <td>41801.39</td> <td>20</td> <td>2090.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>64767.57</td> <td>24</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Modelo	22966.18	4	5741.55	2.75	0.0570	Tratamiento	22966.18	4	5741.55	2.75	0.0570	Error	41801.39	20	2090.07			Total	64767.57	24				Cumple
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor																										
Modelo	22966.18	4	5741.55	2.75	0.0570																										
Tratamiento	22966.18	4	5741.55	2.75	0.0570																										
Error	41801.39	20	2090.07																												
Total	64767.57	24																													

Conclusión: Con un 95% de confianza el tratamiento gallinaza aplicado al suelo produce los mejores resultados en peso de la parte área de maíz en gramos, a los 40 días de la siembra.

Análisis de Varianza 2. Diámetro de tallo en centímetros a los 40 días después de la siembra.

Variable:	Grosor del tallo	Dimensión:	Centímetros
Tipo:	Cuantitativa	Escala:	Razón

Fecha:	Octubre 2020	Proyecto:	B12CU-2020
--------	--------------	-----------	------------

Modelo Estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

Ho: $\tau = \tau_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

Ha: $\tau \neq \tau_i$ para al menos un i ; $i = 1, 2, \dots, t$. (al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.46	4	1.37	24.51	<0.0001
Tratamiento	5.46	4	1.37	24.51	<0.0001
Error	1.11	20	0.06		
Total	6.57	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.44667

Error: 0.0557 gl: 20

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A	2.64	5	0.11	A
B	1.90	5	0.11	B
C	1.83	5	0.11	B
D	1.47	5	0.11	B C
E	1.28	5	0.11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conclusión: Con un 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula

Supuestos

Normalidad de los residuos													
<p>Shapiro-Wilks (modificado)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>n</th> <th>Media</th> <th>D.E.</th> <th>W*</th> <th>p(Unilateral D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grosor de tallo</td> <td>25</td> <td>1.82</td> <td>0.52</td> <td>0.92</td> <td>0.1613</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)	Grosor de tallo	25	1.82	0.52	0.92	0.1613	Cumple
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)								
Grosor de tallo	25	1.82	0.52	0.92	0.1613								
Homogeneidad de varianzas													

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Grosor de tallo	25	0.08	0.00	82.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	4	0.01	0.42	0.7946
Tratamiento	0.03	4	0.01	0.42	0.7946
Error	0.38	20	0.02		
Total	0.41	24			

Cumple

Conclusión: Con un 95% de confianza el tratamiento gallinaza aplicado al suelo produce los mejores resultados en grosor de tallo en maíz.

Análisis de Varianza 3. Altura de planta en centímetros a los 40 días después de la siembra.

Variable:	Altura de planta	Dimensión:	Centímetros
Tipo:	Cuantitativa	Escala:	Razón
Fecha:	Octubre 2020	Proyecto:	B12CU-2020

Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

Ho: $\tau = \tau_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

Ha: $\tau \neq \tau_i$ para al menos un i; $i = 1, 2, \dots, t$. (al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9000.57	4	2250.14	51.72	<0.0001
Tratamiento	9000.57	4	2250.14	51.72	<0.0001
Error	870.06	20	43.50		
Total	9870.63	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=12.48264

Error: 43.5032 gl: 20

Tratamiento	Medias	n	E.E.
A	97.56	5	2.95 A
B	83.16	5	2.95 B
C	78.44	5	2.95 B
D	55.60	5	2.95 C
E	45.32	5	2.95 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conclusión: Con un 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula

Supuestos

Normalidad de los residuos																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>n</th> <th>Media</th> <th>D.E.</th> <th>W*</th> <th>p(Unilateral D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RDUO Altura (cm)</td> <td>25</td> <td>0.00</td> <td>6.02</td> <td>0.95</td> <td>0.4732</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)	RDUO Altura (cm)	25	0.00	6.02	0.95	0.4732	Cumple																												
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)																																				
RDUO Altura (cm)	25	0.00	6.02	0.95	0.4732																																				
Homogeneidad de varianzas																																									
<p>Análisis de la varianza</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>N</th> <th>R²</th> <th>R² Aj</th> <th>CV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RABS Altura (cm)</td> <td>25</td> <td>0.27</td> <td>0.13</td> <td>61.35</td> </tr> </tbody> </table> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>F.V.</th> <th>SC</th> <th>gl</th> <th>CM</th> <th>F</th> <th>p-valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Modelo</td> <td>69.81</td> <td>4</td> <td>17.45</td> <td>1.88</td> <td>0.1526</td> </tr> <tr> <td>Tratamiento</td> <td>69.81</td> <td>4</td> <td>17.45</td> <td>1.88</td> <td>0.1526</td> </tr> <tr> <td>Error</td> <td>185.22</td> <td>20</td> <td>9.26</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>255.02</td> <td>24</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	RABS Altura (cm)	25	0.27	0.13	61.35	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Modelo	69.81	4	17.45	1.88	0.1526	Tratamiento	69.81	4	17.45	1.88	0.1526	Error	185.22	20	9.26			Total	255.02	24				Cumple
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV																																					
RABS Altura (cm)	25	0.27	0.13	61.35																																					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor																																				
Modelo	69.81	4	17.45	1.88	0.1526																																				
Tratamiento	69.81	4	17.45	1.88	0.1526																																				
Error	185.22	20	9.26																																						
Total	255.02	24																																							

Conclusión: Con un 95% de confianza el tratamiento gallinaza aplicado al suelo produce los mejores resultados en altura de planta en cms. de maíz a los 40 días de su germinación.

Análisis de varianza 4: Porcentaje de retención de la humedad en el suelo mezclado con diferentes sustratos.

Variable:	Humedad del suelo	Dimensión:	Porcentaje de humedad
Tipo:	Cuantitativa	Método:	Gravimétrico
Fecha:	Noviembre 2020	Proyecto:	B12CU-2020

Datos:

Trat.	%								
A	28.13	B	23.08	C	30.56	D	32.26	E	38.33
A	23.81	B	22.5	C	27.54	D	40	E	34.38
A	23.08	B	23.68	C	21.33	D	30	E	40
A	27.27	B	26.03	C	25	D	25	E	35.59
A	24.62	B	26.32	C	25	D	34.43	E	28.13

Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

Ho: $\tau = \tau_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

Ha: $\tau \neq \tau_i$ para al menos un i ; $i = 1, 2, \dots, t$. (al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Vresp	25	0.00	3.44	0.96	0.7293

Prueba de Levene para homocedasticidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19.47	4	4.87	1.01	0.4250
Tratamiento	19.47	4	4.87	1.01	0.4250
Error	96.24	20	4.81		
Total	115.72	24			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vresp	25	0.62	0.55	13.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	473.44	4	118.36	8.32	0.0004
Tratamiento	473.44	4	118.36	8.32	0.0004
Error	284.57	20	14.23		
Total	758.01	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.13881

Error: 14.2285 gl: 20

Tratamiento	Mediasn	E.E.			
E	35.29	5	1.69	A	
D	32.34	5	1.69	A	B
C	25.89	5	1.69		B C
A	25.38	5	1.69		B C
B	24.32	5	1.69		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conclusión: El experimento cumple con los supuestos del análisis de varianza, con un .95 de confianza, existe una diferencia significativa entre los tratamientos y según criterio de comparación de medias con Tukey, los tratamientos que producen los mejores resultados en cuanto a presencia de humedad en el suelo son el tratamiento E(testigo), D(biocarbón)

Análisis de varianza 5: Rendimiento en grano seco de maíz expresado en libras.

Variable:	Rendimiento del grano seco de maíz	Dimensión:	Libras
Tipo:	Cuantitativa	Escala:	Razón
Fecha:	Diciembre 2020	Proyecto:	B12CU-2020

Datos:

Trat.	libras								
A	6	B	5	C	6.5	D	3	E	3.5
A	12	B	5.5	C	8	D	5	E	4.5
A	3.5	B	6.5	C	3	D	7.5	E	5
A	8	B	4.5	C	4.5	D	5	E	3.5
A	8	B	3.5	C	4.5	D	2	E	0

Prueba de Normalidad de los Residuos según Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Peso en libras	25	0.00	1.96	0.96	0.7164

Conclusión: Los errores se distribuyen de forma normal, cumple con el supuesto de normalidad.

Prueba de Homocedasticidad según Levene modificado
Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Peso en libras	25	0.28	0.14	66.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.59	4	2.15	1.96	0.1400
Trat	8.59	4	2.15	1.96	0.1400
Error	21.92	20	1.10		
Total	30.51	24			

Conclusión: Cumple con el supuesto de homocedasticidad

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso en libras	25	0.54	0.45	38.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	110.64	4	27.66	5.97	0.0025
Trat	110.64	4	27.66	5.97	0.0025
Error	92.60	20	4.63		
Total	203.24	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.07227

Error: 4.6300 gl: 20

Trat	Mediasn	E.E.	
A	9.50	5	0.96 A
C	5.30	5	0.96 B
B	5.00	5	0.96 B
D	4.50	5	0.96 B
E	3.30	5	0.96 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conclusión: Tratamiento A (Gallinaza) es el que presenta los mejores resultados en cuanto a rendimiento en libras.

- b. Medición de los efectos en la conservación de la humedad del suelo, la producción de biomasa y los rendimientos en kilogramos por hectárea de tres metodologías de siembra de maíz: utilizando el diseño hidrológico de parcela en línea clave, sistema milpa y siembra tradicional, (testigo)

Tabla 8. Datos de porcentaje de humedad en el suelo, diferentes métodos de siembra.

Lecturas	% de humedad		
	Testigo	Sistema Milpa	Keyline
Lectura 1 fecha 21/8/2020	11.21	12.04	24.03
	3.36	13.57	7.89
	12.38	12.24	27.13
Promedio	8.98	12.62	19.68
Lectura 2 fecha 26/8/2020	17.16	4.1	19.74
	7.89	24.92	16.57
	1.53	28.33	16.55

Promedio	8.86	19.12	17.62
Lectura 3	11.94	14.96	17.88
fecha	11.87	9.65	18.08
07/9/2020	16.86	10.56	14.06
Promedio	13.56	11.72	16.67
Lectura 4	15.47	15.38	21.73
fecha	10.98	16.21	3.75
17/9/2020	19.78	13.51	17.72
Promedio	15.41	15.03	14.40
Lectura 5	7.84	13.95	8.15
fecha	12.90	20.25	2.16
16/10/2020	4.04	25.42	21.02
Promedio	8.26	19.87	10.44
Lectura 6	20.65	19.58	21.99
fecha	23.54	17.20	21.06
23/10/2020	19.49	20.24	19.85
Promedio	21.23	19.01	20.97

Análisis de varianza 6. Comparación de retención de humedad en el suelo en porcentaje, de tres modalidades de siembra de maíz.

Validación de supuestos ANOVA

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO % de humedad	54	0.00	6.30	0.96	0.3762

Conclusión: Los errores se distribuyen de forma normal

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS % de humedad	54	3.6E-03	0.00	78.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.79	2	1.39	0.09	0.9126
Tratamiento	2.79	2	1.39	0.09	0.9126
Error	776.81	51	15.23		

Total 779.60 53

Conclusión: Con un 95% de confianza las varianzas son homogéneas

Nivel de confianza .95

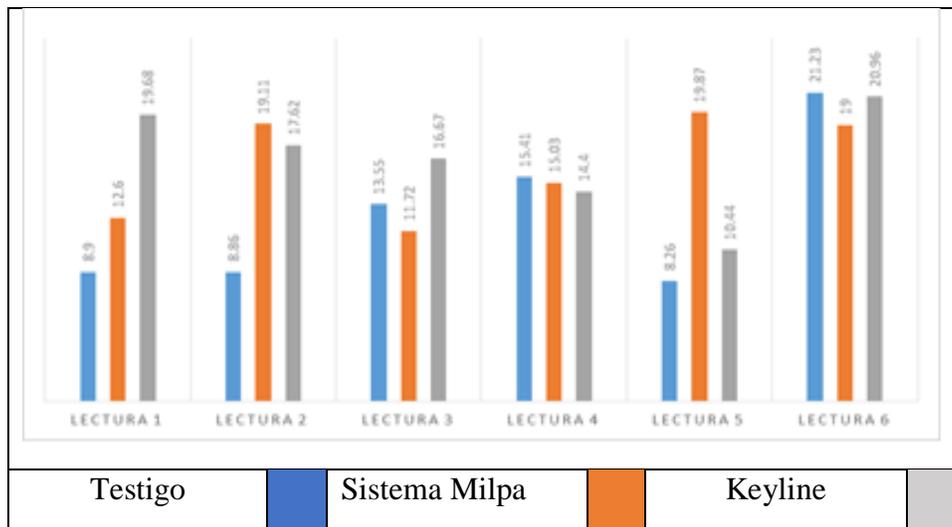
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de humedad	54	0.07	0.04	42.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	166.95	2	83.48	2.02	0.1428
Tratamiento	166.95	2	83.48	2.02	0.1428
Error	2104.73	51	41.27		
Total	2271.68	53			

Conclusión: El análisis de varianza muestra que no existe una diferencia significativa entre el contenido de humedad evaluado en cada uno de los tratamientos, el contenido de humedad por lectura se presenta en la siguiente gráfica.

Figura 2. Comparación % de humedad en el suelo de tres modalidades de siembra por cada lectura



Fuente: elaboración propia

Resultados objetivo específico 4. Diseñar parcelas de producción agrícola bajo el enfoque de agricultura familiar con principios agroecológicos en función de una dieta balanceada de nutrientes para los habitantes de la región.

Tabla 9. Rendimiento obtenido en libras del cultivo de maíz y otros cultivos asociados en el Sistema Milpa, en una parcela de 225 m²

Cultivo	Rendimiento en Kg.
Maíz	58.25
Frijol	5.2
Ayote	83.2
Gandul	52
Chaya	4.83
Yuca	12.47
Chiltepe	0.8

Fuente: elaboración propia

Figura 3. Diseño de siembra, asocio y policultivos, en modalidad de huerto biointensivo, en una parcela de 100m²

BARRERA DE GANDUL Y YUCA	10 m				
	MAIZ PARA GRANO Y ELOTE			1.5m	
	Calle				
	TOMATE Y CEBOLLA		PAPA		1.5m
	Calle				
	AMARANTO		REPOLLO	CILANTRO	1.5m
	Calle				
	FRIJOL PARA EJOTE Y GRANO				1.5m
	Calle				
	LECHUGA		SANDÍA	RÁBANO	1.5 m

	Calle			
	MELÓN	AYOTE	SANDÍA	1.5

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Calendario de siembras y cosechas en la modalidad de huerto biointensivo.

Cultivo	Meses de Siembra	Meses de Cosecha	Cosechas por año
Maíz para grano y elote	Mayo y Septiembre	Agosto y Diciembre	2
Tomate	Octubre, Febrero	Enero y Mayo	2
Cebolla	Enero, abril, Agosto	Abril, agosto, Diciembre	3
Papa	Febrero, Junio	Abril, Octubre	2
Amaranto	Enero, marzo, junio	Abril, julio, septiembre	3
Repollo	Enero, marzo, junio	Abril, julio, septiembre	3
Cilantro	Cada mes escalonado durante el año	Cada mes	8
Frijol para ejote y grano	Enero, mayo, septiembre	Mayo, agosto, Noviembre	3
Lechuga	Cada 2 meses durante el año	Cada 2 meses durante el año	5
Sandía	Noviembre y febrero	Febrero y abril	2
Rábano	1 vez por mes durante el año	1 vez por mes durante el año	10
Melón	Noviembre y febrero	Febrero y abril	2
Ayote	Mayo y Septiembre	Agosto y Diciembre	2

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Aporte calórico y productividad de cultivos en huerto biointensivo por ciclo en un área de 10 m²

Grupo alimenticio.	Cultivo	Distancia en cms. de plantas en las camas de 10 m ²	Número máximo de plantas en camas de 10 m ²	Días a la cosecha	Rendimiento en kg en 10 m ²	Contenido de proteína, en gramos por kilo.	Contenido de calorías por kilo.
Cereales fuentes de proteína y oleaginosas	Maíz	17.5	432	120	7.5	90	3500
	Frijol	15	621	90	4.5	230	3400
	Papa	23	248	60	91	17	614
	Lechuga	20	320	60	61	8.4	114
Vegetales	Bledo	15	621	60	36	152	3905
	Tomate	46	53	90	45	11	220
	Cebolla	91	10	1343	120	13	345
	Rábano	5	5800	21	41	9	151
Frutas	Ayote	45	53		44	11	160
	Sandía	50	35	90	45	2.2	118
	Melón	38	84	90	33	3.42	150

Fuente: elaboración propia. *Tablones de 1.5 m x 6m, un área de 10 m²

15 Análisis y discusión de resultados:

Se realizó un inventario 66 de especies con potencial alimenticio características del corredor seco en Baja Verapaz. Las mismas fueron colectadas en las inmediaciones del Centro Universitario Baja Verapaz un área con las condiciones propias del corredor seco. Yoshimoto, y Ariano, (2017), en su estudio sobre el Bosque Estacionalmente Seco, listan un buen número de plantas con potencial alimenticio, energético y de otros servicios. Según lo observado existen plantas alimenticias pero su disponibilidad es escasa o culturalmente muchas de ellas su consumo no es aceptado o conocido por la población, cuya dieta principal es maíz y frijol.

Se evaluaron 5 tratamientos, 4 sustratos orgánicos y un testigo, para medir la retención de la humedad en el suelo, el crecimiento y el rendimiento de maíz. Del análisis de varianzas realizado, con un .95% de confianza, existieron diferencias significativa, siendo la gallinaza el sustrato que produjo el mayor rendimiento en grano, de este mismo sustrato también se reporta el mayor diámetro de tallo, la mayor estatura y el mayor peso fresco, estas tres últimas variables medidas a los 40 días después de la siembra. Además de tener diferencias significativas, estadísticas, la aplicación de gallinaza mantuvo a la planta con bastante vigor, con hojas verdes, un indicador indirecto de la buena asimilación de nitrógeno.

En contraste, de los sustratos evaluados los que reportan mayor retención de humedad son el testigo y el biocarbón, estos tratamientos fueron los que reportaron menos rendimiento en grano. Puede deducirse que en los otros sustratos hubo mayor eficiencia de la planta para absorber la humedad en el suelo. Los sustratos mencionados, testigo y biocarbón según observaciones de campo tuvieron menor desarrollo radicular, siendo la gallinaza la que mejor zona radicular presentó.

Se establecieron tres parcelas con modalidades diferentes de siembra de maíz: una parcela con el enfoque del Sistema Milpa, una parcela sembrada con el diseño hidrológico en Línea Clave, y una parcela testigo con la tecnología tradicional empleada por los agricultores de la región. Se evaluó la retención de la humedad en el suelo a través del tiempo y la productividad. El análisis de varianzas no reportó diferencias significativas, sin embargo en el análisis descriptivo se observa mayor retención de humedad en la parcela diseñada en Línea Clave, seguida por la parcela con Sistema Milpa, teniendo el menor resultado el testigo.

En el sistema milpa, además de reportar una retención mayor de humedad en el suelo que el testigo, se obtuvieron además productos de los cultivos asociados, frijol, ayote, chaya, yuca y chiltepe, en rendimientos superiores a los obtenidos por los agricultores de la región.

A través del diseño e implementación de un huerto biointensivo, se comprobó la efectividad de éste sistema, manteniendo un ritmo de producción sostenido a lo largo del año, con el máximo aprovechamiento por unidad de área para la producción de alimentos.

16 Conclusiones

Se realizó un inventario de especies vegetales alimenticias nativas y foráneas tolerantes a la sequía. En una zona representativa de las condiciones del corredor seco, alrededor del Centro Universitario de Baja Verapaz, se colectaron 66 especies comestibles representativas del Bosque Estacionalmente Seco. El inventario describe las principales características. Las plantas descritas se adaptan y sobreviven a las condiciones áridas y agrestes del corredor seco, se constituyen en una alternativa para la seguridad alimentaria y nutricional de las familias.

Se implementó un jardín botánico con especies de importancia económica en la región tolerantes a la sequía. Principalmente aquellas con alto mayor contenido nutricional. Se incluyeron además algunas variedades mejoradas de maíz proporcionadas por el ICTA, en las cuales se observó tolerancia y adaptación a las zonas áridas. De las plantas cultivadas merecen especial atención por su valor alimenticio como por su tolerancia a la sequía, el gandul, la chaya, el nopal, la pitahaya, el nance, la yuca y el sorgo, con producción y rendimiento en época seca.

Validar tecnologías para el aumento de la retención de la humedad y conservación del suelo en las unidades de producción agrícola.

Se evaluaron cuatro sustratos orgánicos y un testigo para medir la retención de la humedad en el suelo y el rendimiento en el cultivo del maíz. En cuanto a la retención de la humedad en el suelo fue el testigo y biocarbón los que reportaron mejores resultados, sin embargo, estos también fueron los que tuvieron menor rendimiento en peso de grano. La gallinaza fue el tratamiento que reportó mejor desarrollo radicular, altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco, estas variables medidas a los 40 días después de la siembra. Este tratamiento, también fue el que produjo mayor rendimiento en peso de grano. En general con la aplicación de gallinaza el cultivo de maíz mantuvo mejor coloración, verde intenso y mejor desarrollo superando a los otros tratamientos.

En análisis de suelo realizado se comprobó lo reportado por la literatura en cuanto a las propiedades físicas y químicas de los suelos. Muy baja o nula materia orgánica, alta deficiencias de macro elementos, principalmente fósforo.

El diseño de parcela para siembra de maíz con el método de manejo hidrológico en línea clave, es efectivo para la retención de la humedad en el suelo a lo largo del tiempo. Este método permite la infiltración lenta del agua y mejor aprovechamiento por la planta, en comparación con el testigo, la modalidad en línea clave retuvo hasta un 4% más de humedad en el suelo que con la siembra tradicional, también reportó mejores rendimientos en peso de grano de maíz en comparación con el testigo.

La siembra en cultivos asociados, policultivos, como la modalidad estudiada “Sistema Milpa”, constituye una tecnología sustancial para la seguridad alimentaria. En una parcela de 225 m² se obtuvieron rendimientos de maíz superiores a los de la zona, 58.25 kg. Además se produjo frijol, ayote, gandul, chaya, yuca y chiltepe, con rendimientos aceptables. En esta parcela la retención de humedad en el suelo fue superior a la del tratamiento testigo.

La implementación de huertos biointensivos, permite a las familias la producción sostenible de alimentos a lo largo del año, obteniéndose una variedad de alimentos que contribuyen a la dieta de las familias. Para esta práctica si se requiere riego. A través de una adecuada programación se obtuvo la dotación constante de alimentos de los tres grupos alimenticios en diferentes proporciones: 60% en Cereales y Oleaginosas, 40% en vegetales, 10% en frutas. La rotación de los cultivos, el uso de la composta y fuentes de carbono-nitrógeno, permiten la recuperación gradual de los suelos.

17 Impacto esperado

Se validaron tecnologías de producción agrícola de alimentos propias para zonas áridas o semiáridas características del territorio del Corredor Seco de Guatemala para ofrecer al productor agrícola tecnologías de fácil implementación para optimizar el uso del recurso hídrico, métodos y técnicas sostenibles de producción a fin de garantizar los rendimientos conservando y recuperando los recursos, alternativas de cultivos tradicionales y no tradicionales con mayor productividad y beneficios para la dieta familiar. El fin último es incrementar la disponibilidad

de alimentos para las familias del territorio y contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional de la población.

Parte de la presente investigación fue el establecimiento un jardín botánico con especies con potencial alimenticio y con tolerancia a la sequía. Este banco de recursos fitogenéticos será de utilidad para la docencia, la investigación y la conservación de los mismos, así para la disponibilidad de semillas o materiales de propagación para la población del departamento de Baja Verapaz.

Con el presente estudio se fortalecerá el vínculo investigación extensión en departamento de Baja Verapaz, para que el conocimiento generado se transfiera a los beneficiarios principales que son las familias que practican agricultura familiar en el territorio del Corredor Seco.

18 Referencias

- Absalon Vásquez V., I. V. (2014). *Cosecha de agua de lluvia y su impacto en proceso de desertificación y cambio climático*. Lima, Perú: Aleph Impresiones S.R.L.
- Aguila, P. C. (mayo-agosto de 2013). Agricultura en zonas áridas y semiáridas. (U. d. Tarapacá, Ed.) *IDESIA, Revista de Agricultura en Zonas Áridas*, 31(2), 55.
- Azurdia, C. (2016). *Plantas Mesoamericanas Subutilizadas en la Alimentación Humana. El Caso de Guatemala: una revisión del pasado hacia una solución actual*. Documento técnico No 11-2016, Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación.
- Biodiversity international. (22 de marzo de 2018). *noticias Ibo*. Obtenido de <https://noticiasibo.com/2018/03/22/la-chaya-estudios-y-beneficios-que-contribuyen-a-la-nutricion-de-guatemala/>
- Contreras, V. (6 de marzo de 2015). Canícula prolongada podría afectar a más de 800 mil personas por inseguridad alimentaria. *La Hora*.
- Cortes Torres, H. G., & Ramírez Luna, J. J. (2013). *Diseño hidrológico del terreno (sistema Keyline) en parcelas agrícolas con precipitación limitada* (Primera ed.). Jiutepec, Morelos, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- FAO. (2,012). *Tomo I. Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano*. Ideas Litográficas.
- FAO. (5 de mayo de 2007). *www.fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/organicag/oa-specialfeatures/oa-foodsecurity/es/>
- FAO. (2012). *Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina (PAFFEC 2012-2015)*. Guatemala: FAO.
- FAO. (1 de junio de 2017). *www.fao.org*. Recuperado el 2 de julio de 2019, de <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/1024540/>
- FAO. (2019). *FAO*. Recuperado el 13 de junio de 2019, de <http://www.fao.org/3/y4690s/y4690s02.htm>
- Friedrich, T. (26 de febrero de 2016). *Intensificación Sostenible: Ahorrar para Crecer. Agricultura para el Futuro: Agricultura de Conservación la Intensificación Sostenible*. Holguín, Cuba.
- Fundación Hogares Juveniles Campesinos. (2004). *Manual de Agricultura Alternativa*. Bogotá, Colombia: D`Vinni S.A.
- IICA, ICTA, USDA. (2011). *Agricultura de Conservación, ahorrar para crecer. Estrategia IPSA-FAO.*, (pág. 29). Chiquimula.
- Instituto Nacional de Estadística. (2016). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2016*. Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Economía. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
- Jeavons, J. (2002). *Cultivo Biointensivo de Alimentos. Mas alimentos en menos espacio*. (Sexta ed.). (J. M. Matínez Valdez, A. Guzmán Salinas, Edits., & W. Castillejos, Trad.) Midpeninsula, California, Estados Unidos: Airlift Book Company.
- López Olivari, R. (2017). *Demanda de agua: Requerimientos hídricos de los cultivos*. INIA, Chile.
- Martínez Muñoz, A. B. (2013). *Hierba Mora, Chipilín, Jícama y Bledo. Para alimentarse con calidad y economía*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Editorial Universitaria.
- Méndez, J. J. (2017). *Compendio de Prácticas Ancestrales del Sistema Milpa*. USAID, Proyecto de Gobernabilidad Local/Nexos Locales, Guatemala.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (Enero de 2017). *Boletín informativo*.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos. (2010). *Diagnóstico a nivel macro y micro del Corredor Seco y definición de las líneas estratégicas de acción del MAGA*. Guatemala.

Mueller, B. W. (2011). El Secreto del Agua como base para una nueva tierra. En G. I. Tamera (Ed.), (pág. 10).

Selles Van, G. (2019). *El riego y el cambio climático*. INIA, La Platina, Chile.

Serbal/UNESCO. (1982). *Desarrollo de tierra áridas y semiáridas. Obstáculos y Perspectivas* (Primera ed.). Barcelona, España: Ediciones del Serbal.

Universidad Rafael Landívar. Instituto de Agricultura; Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). (2014). *Perfil del agro y la ruralidad en Guatemala*. Guatemala: Cara Parens.

19 Apéndice

Figura 1. Vista aérea del Centro Universitario de Baja Verapaz



Video 1. Promoción Centro de Investigación y Docencia con Enfoque agroecológico y empresarial de la carrera de Agronomía, Centro Universitario de Baja Verapaz, cultivo de Gandul

<https://www.facebook.com/watch/?v=1890577264409778&extid=7sGilWtb7OPXqvT2>

Cuadro 1. Análisis de laboratorio propiedades físicas del suelo, Centro Universitario de Baja Verapaz

Orden: 27-1990
 Cliente: CENTRO UNIVERSITARIO DE B. VERAPAZ-USACIUNBAV
 Unidad productiva: USACIUNBAV
 Localización: San Miguel Chicao, BAJA VERAPAZ

Analab
ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO AS-12

LAB_P1108_FAS12 Versión 2

Propiedades físicas		Gramos por centímetro cúbico (g/cc)		Porcentaje (%)
No. De laboratorio	Identificación de la muestra	Densidad aparente	Densidad de partículas	Porosidad
7604	LOTE TERRENO CENTRO	1.06	2.60	59.16

Densidad aparente: método de la probeta (muestra disturbada).
 Densidad de partículas: determinación matemática.
 Porcentaje de porosidad: determinación matemática.
 Centímetros cúbicos (cc).
 Gramos (g).

Fecha de ingreso: viernes, 13 de marzo de 2020
 Fecha de egreso: martes, 24 de marzo de 2020
 Fecha de entrega: jueves, 26 de marzo de 2020
 Muestra no conforme: NO APLICA
 Desviación de método: NO APLICA


 Ing. Oliver Larín,
Especialista de Suelos y Aguas

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 de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.
 Todo documento fuera del servidor Control_Documentos(\lanigua05) y de la carpeta \Publicados se considera una copia no controlada

Cuadro 2. Análisis de laboratorio textura del suelo del Centro Universitario de Baja Verapaz

Orden: 27-1989
 Cliente: CENTROS UNIVERSITARIOS DE B. VERAPAZ-USAC/CUNBAV
 Unidad productiva: USAC/CUNBAV
 Localización: San Miguel Chicaj, BAJA VERAPAZ



INFORME DE ANÁLISIS DE TEXTURA DE SUELOS AS-11

No. de Lab.	Propiedades físicas	Identificación de la muestra	Porcentaje (%)			Clase Textural
			Arcilla	Limo	Arena	
7603		LOTE TERRENO CENTRO	24.40	26.99	48.61	FRANCO ARCILLO ARENOSO

Análisis de textura de suelos por método del hidrómetro (Bouyoucos).

Fecha de ingreso: viernes, 13 de marzo de 2020
 Fecha de ejecución: martes, 24 de marzo de 2020
 Fecha de entrega: jueves, 26 de marzo de 2020
 Muestra no conforme: NO APLICA
 Desviación de método: NO APLICA



Ing. Geilver Larios
Especialista de Suelos y Aguas

- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
 - Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los criterios de aceptación establecidos por ANALAB.
 - El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le da a este informe.
 - La reproducción parcial de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.
- *"Todo documento fuera del servidor Control_Documentos(\arcgua05) y de la carpeta \Publicados se considera una copia no controlada"

Cuadro 3. Análisis de laboratorio elementos disponibles en el suelo

Orden: 27-1989
 Cliente: CENTRO UNIVERSITARIO DE B. VERAPAZ-USAC/CUNBAV
 Unidad productiva: USAC/CUNBAV
 Localización: San Miguel Chicaj, BAJA VERAPAZ
 Cultivo: CAFE



INFORME DE ANÁLISIS DE SUELOS AS-3

No. Lab.	Identificación de la muestra	pH	Cinifé (g/L)				Cinifé (g/L)				mg/analito (mg/L)				
			Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Al.	Acidez total	Cobre	Hierro	Manganeso	Cinc	Boro	Materia orgánica
7602	LOTE TERRENO CENTRO	6.10	3.40	0.15-0.30	4-12	1-6	10-100	0-1	---	0.1-2.5	20-150	0-80	0.2-2	1-5	3-6
				6.29	22.27	16.92	0.47	0.03	1.56	0.78	14.14	11.53	0.10	0.17	1.39

NO. LAB.	IDENTIFICACIÓN	Cinifé (g/L)				Equilibrio de las Bases				Cinifé (g/L)		
		*CIC	Potasio	Calcio	Magnesio	**m	CaK	MgK	CeMg	(Ca+Mg)K	***SB	****V
7602	LOTE TERRENO CENTRO	47.04	13.38	47.34	36.97	0.07	3.54	2.69	1.32	6.23	45.48	96.68

*CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico ** m = Porcentaje de saturación de Aluminio *** SB = Suma de Bases ****V = Porcentaje de Saturación de Bases.
 pH: suspensión de suelo en agua 1:2.5 en cloruro de calcio (CaCl₂) y determinación por potenciométri.
 Fósforo (P): metodología métrica de intercambio catiónico, determinación espectrofotométrica UV-Visible.
 Potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg): extracción por metodología métrica de intercambio catiónico, determinación por espectrofotometría de absorción atómica.
 Cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn): solución estándar DTPA (ácido diatimilaminoquearácido), determinación por Espectrometría de emisión de plasma - ICP/OES.
 Boro (B) y acidez (S): solución estándar fosfórico diluido de calcio, determinación por Espectrofotometría UV-Visible.
 Acidez intercambiable (A_i): solución estándar cloruro de potasio (KCl) 1 Normal, determinación por volumetría.
 Acidez total (A_t): por método indirecto pH SMP método de potenciométrica.
 Materia orgánica (M.O.): digestión húmeda de Walkley-Black, determinación por volumetría.

Fecha de ingreso: viernes, 13 de marzo de 2020 Muestra no conforme: NO APLICA
 Fecha de ejecución: miércoles, 25 de marzo de 2020 Desviación de método: NO APLICA
 Fecha de entrega: viernes, 27 de marzo de 2020

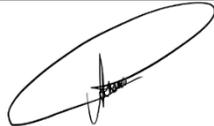


Ing. Geilver Larios
Especialista de Suelos y Aguas

- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
 - Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los criterios de aceptación establecidos por ANALAB.
 - El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le da a este informe.
 - La reproducción parcial de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.
- *"Todo documento fuera del servidor Control_Documentos(\arcgua05) y de la carpeta \Publicados se considera una copia no controlada"

Listado de los integrantes del equipo de investigación (en una sola hoja)

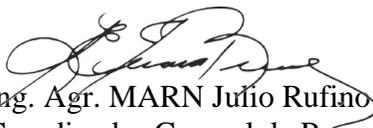
Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	PAGO DIGI		FIRMA
			SI	NO	
Juan Carlos Galeano Fernández	Coordinador de Investigación	20010679	X		
Ángel René Cerdón Adquí	Investigador	20130131	X		
Enio Benjamín Pérez Andrés	Auxiliar de Investigación I	20201014	X		

Guatemala 26 de febrero 2021



Ing. Agr. Juan Carlos Galeano Fernández
Coordinador Proyecto de Investigación



Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Dra. Sandra E. Herrera Ruiz
Coordinadora del Programa de Investigación Asentamientos Humanos

San Miguel Chicaj, Baja Verapaz, 26 de febrero, 2021

Señor Director
Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Adjunto a la presente el informe final **“Tecnologías de producción agrícola familiar para el incremento de la disponibilidad de alimentos en el corredor seco de Baja Verapaz.”** con partida presupuestal 4.8.52.0.10.0.22, coordinado por el Ingeniero Agrónomo Juan Carlos Galeano Fernández y avalado por el Centro Universitario de Baja Verapaz de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este informe final fue elaborado con base en la guía de presentación de la Dirección General de Investigación, el cual fue revisado su contenido en función del protocolo aprobado, por lo que esta unidad de investigación da la aprobación y aval correspondiente.

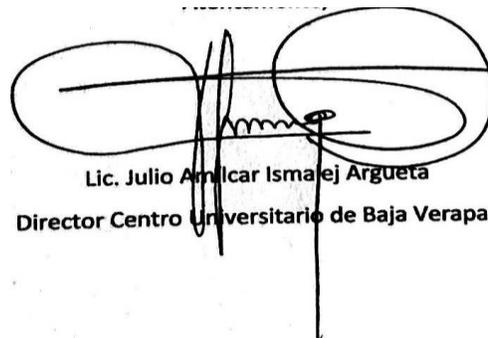
Así mismo, el coordinador(a) del proyecto, se compromete a dar seguimiento y cumplir con el proceso de revisión y edición establecido por Digi del **informe final y del manuscrito científico**. El manuscrito científico debe enviarse, por el coordinador(a) del proyecto, para publicación al menos en una revista de acceso abierto (*Open Access*) indexada y arbitrada por expertos en el tema investigado.

Sin otro particular, suscribo atentamente.

“Id y enseñad a todos”



Ing. Agr. Juan Carlos Galeano Fernández
Coordinador(a) del proyecto de investigación



Lic. Julio Amílcar Ismael Argueta
Director Centro Universitario de Baja Verapaz

