



*“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Análisis de cuatro cultivos precolombinos en asocio, establecidos en dos métodos de labranza: camellones prehispánicos y labranza convencional. Diriamba, Carazo 2018.

Autor

Br. Ingrid Gabriela López Cerda

Asesores

MSc. Moisés Blanco Navarro

Ing. Agr. Norman Ibragin Cruz Vela

Ing. Agr. Bosco Centeno Guevara

**Managua, Nicaragua
Diciembre, 2020**





*“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Análisis de cuatro cultivos precolombinos en asocio, establecidos en dos métodos de labranza: camellones prehispánicos y labranza convencional. Diriamba, Carazo 2018.

Autor

Br. Ingrid Gabriela López Cerda

Asesores

MSc. Moisés Blanco Navarro

Ing. Agr. Norman Ibragin Cruz Vela

Ing. Agr. Bosco Centeno Guevara

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Diciembre, 2020

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios profesionales, por sus abundantes bendiciones en el trayecto de mi vida y por permitirme el don de la vida para cumplir mis metas propuestas.

A mis padres Angela María Cerda Sánchez y Freddy Antonio López García por su gran esfuerzo que hicieron por sacarme adelante a pesar de todas las adversidades y por enseñarme a luchar por las cosas que uno se propone en la vida.

A mis familiares que me han deseado éxitos en mis estudios.

A mis amigos Gabriela Alexandra Cuesta Soto y Nelson Oneil Rosales Navarro por su apoyo incondicional, por sus consejos y motivación de seguir adelante cuando sentía que no se podía más.

Al Br. Derex Josué González Morales por su cariño y apoyo incondicional en mis proyectos de vida.

A mis amigos y compañeros universitarios que compartieron una parte de mi vida.

Br. Ingrid Gabriela López Cerda

AGRADECIMIENTO

Le agradezco de manera especial:

A Dios por darme la capacidad de entendimiento, sabiduría, inteligencia y fuerzas necesarias para lograr culminar mis estudios académicos.

A mis asesores MSc. Moisés Blanco Navarro, por su paciencia, dedicación, tiempo y esfuerzo en el presente trabajo de investigación. Al Ingeniero Norman Cruz Vela por compartir experiencia y conocimientos y al Ingeniero Bosco Centeno por su participación en la recolección de datos.

A la Cooperativa de Productores Agropecuarios de Diriamba (COOPAD), por su disposición y darme la oportunidad de haber realizado mi ensayo experimental en la finca El Madroño.

Al Br. Jarock Lorenzo Porras Reyes por su apoyo en la recolección de datos.

A mis docentes que al transcurrir el tiempo me brindaron sus conocimientos en todo el lapso de la carrera universitaria, lo cual estuvieron siempre a disposición para ayudar a fortalecer algunas debilidades.

A todos los miembros de la universidad en general que en algún momento me brindaron su apoyo y ayuda cuando lo necesite.

Br. Ingrid Gabriela López Cerda

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXO	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1. Ubicación del estudio	8
4.2. Diseño metodológico	8
4.4. Variables evaluadas	9
4.4.1 Variables de crecimiento	9
4.4.2. Variables de rendimiento	10
4.5. Recolección de datos	11
4.5. Análisis de datos	11
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
5.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema maíz – frijol.	12
5.1.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz.	12
5.1.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento cultivo de frijol.	18
5.2 Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de tres hermanas.	27

5.2.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento cultivo de maíz.	27
5.2.3. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ayote.	35
5.3. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de rescate maíz pujagua – amaranto.	38
5.3.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz pujagua.	38
5.3.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de amaranto	42
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. LITERATURA CITADA	48
IX. ANEXOS	53

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Dimensiones del ensayo en la finca El Madroño de la COOPAD, Diriamba Carazo, 2018	10
2. Comportamiento de las variables de crecimiento de maíz, bajo sistema maíz-frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2018	15
3. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2018	17
4. Comportamiento de las variables de crecimiento de frijol, bajo sistema maíz-frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	23
5. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2018	26
6. Comportamiento de las variables de Crecimiento de maíz, bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	29
7. Comportamiento del rendimiento del maíz bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	30
8. Comportamiento de las variables de crecimiento de frijol, bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	33
9. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	35
10 Comportamiento de las variables de crecimiento de ayote, bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018.	37
11 Comportamiento de las variables de crecimiento de maíz pujagua, bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	40
12 Comportamiento de las variables del rendimiento de pujagua bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	41
13 Comportamiento de las variables de crecimiento de amaranto, bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	44
14 Comportamiento de las variables del rendimiento de pujagua bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Altura de planta de maíz, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.	12
2. Número de hojas maíz, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.	13
3. Diámetro del tallo maíz, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	15
4. Rendimiento del cultivo de maíz, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	16
5. Altura de planta de frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	18
6. Número de hoja frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	20
7. Longitud de hoja frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	21
8. Ancho de hoja frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	22
9. Vainas por planta frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	23
10 Granos por vaina frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	24
11 Rendimiento (kg ha ⁻¹) frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	25
12 Altura de maíz, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	27
13 Número de hojas de maíz, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	28
14 Diámetro del tallo de maíz, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	28
15 Comportamiento del rendimiento de maíz bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018	29
16 Altura de planta de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018	30
17 Número de hojas de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018	32
18 Longitud de hoja de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de	

labranza Diriamba, Carazo 2018	32
19 Ancho de hoja de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018	32
20 Vainas por planta de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018	33
21 Granos por vainas de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018	34
22 Rendimiento (kg ha ⁻¹) de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018	35
23 Longitud de guía de ayote, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	36
24 Número de hojas de ayote, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	37
25 Altura de maíz pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	38
26 Número de hojas de maíz pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	39
27 Diámetro del tallo de maíz pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	40
28 Rendimiento (kg ha ⁻¹) de maíz pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	41
29 Altura de planta de amaranto, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	42
30 Número de hojas de amaranto, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	43
31 Rendimiento (kg ha ⁻¹) de amaranto, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1. Plano de campo	50
2. Delimitación del terreno	51
3. Incorporación de rastrojo	51
4. Siembra	51
5. Trasplante	51
6. Toma de datos	51
7. Trampas amarillas	51

RESUMEN

En la finca El Madroño, propiedad de la Cooperativa de Productores Agropecuarios de Diriamba (COOPAD). Ubicada 1 km al oeste de la ciudad de Diriamba. Se realizó un trabajo de investigación en el cual se compararon tres sistemas de producción agrícola: sistema tradicional en uso con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), un sistema de poco uso tres hermanas: maíz, frijol y ayote (*Cucúrbita angyrosperma* L.) y un sistema de rescate: maíz pujagua y amaranto (*Amaranthus caudatus* L.). Los cuales se establecieron en dos métodos de labranza: camellones prehispánicos y labranza convencional, durante el ciclo 2018, con el propósito de hacer comparación productiva de los dos métodos de labranza. Se obtuvieron resultados que indicaron que existen diferencias estadísticas significativa, entre los métodos de labranza con respecto a las variables de crecimiento en diámetro del tallo de maíz en camellones prehispánicos con un 3.23 cm y 2.07 cm en labranza convencional en el sistema de maíz y frijol, se obtuvo mayor longitud de hoja en las plantas de frijol en camellones prehispánicos con 18.72 y 12.76 cm con respecto a la labranza convencional, así mismo se obtuvo mayor ancho de hoja en frijol con un 5.84 cm en camellones prehispánicos, en comparación a lo establecido en labranza convencional de 4.26 cm. Se determinó diferencias estadísticas significativas para los rendimientos de los cultivos establecidos en nuestro ensayo. Con respecto a las demás variables no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Palabras clave: agricultura indígena, conocimiento ancestral, cultivos precolombinos.

ABSTRACT

At El Madroño farm, owned by the Cooperative of agricultural's producers in Diriamba (COOPAD). Located 1 km to west of Diriamba city. A research work was carried out in which three agricultural production systems were compared: Traditional system in use with corn (*Zea mays* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.), a system with little use three sisters: corn, beans and squash (*Cucurbita angyrosperma* L.) and a rescue system: pujagua corn and amaranth (*Amaranthus caudatus* L.). Which were established in two tillage methods: Pre-Hispanic Camellones and Conventional Tillage, during the 2018 cycle, with the purpose of making a productive comparison of the two tillage methods. Results were obtained that indicated that there are significant statistical differences between the tillage methods with respect to the growth variables in diameter of the corn stem in pre-Hispanic ridges with 3.23 cm and 2.07 cm in conventional tillage in the corn and bean system. Greater leaf length was obtained in bean plants in pre-Hispanic ridges with 18.72 and 12.76 cm with respect to conventional tillage, likewise, greater leaf width was obtained in beans with 5.84 cm in pre-Hispanic ridges, compared to what was established 4.26 cm in conventional tillage. Statistical significant differences were determined for the yields of the crops established in our test. Regarding the other variables, they did not present significant statistical differences.

Keywords: indigenous agriculture, ancestral knowledge, pre-Columbian crops

I. INTRODUCCIÓN

“La agricultura inició hace 8 000 ó 10 000 años, cuando el hombre descubrió que podía obtener semillas de plantas silvestres y que al sembrarlas en el campo podían obtener alimento” (Varona, J., Diaz, E., y Ravelo, R. 1984, p. 5).

“La historia demuestra que las civilizaciones antiguas y modernas desarrollaron y fundamentaron su economía en la agricultura” (Navarro, 1980, p.2).

Según Rosati (1996):

los nativos de América, cultivaron 150 especies de plantas domesticadas por ellos entre las que se destaca el maíz (*Zea mays* L.) base alimenticia de los indígenas, la papa (*Solanum tuberosum* L.), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el cacao (*Theobroma cacao* L.), la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), el maní (*Arachis hypogaea* L.) y numerosas frutas tropicales como la piña (*Ananas comosus* L.) entre otras (párr. 3).

“Puentes (2014), indica que el amaranto (*Amarantus cruentus* L.) cumple un rol importante en la alimentación humana, este se cultiva con mayor frecuencia en los Andes, era muy consumido por los pueblos precolombinos antes de la llegada de los españoles” (párr. 9).

“El maíz (*Zea mays* L.), es una planta gramínea anual, originaria de México, actualmente es el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo (*Triticum vulgare* L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.)” (Pliego, 2020, párr. 1).

En muchos países de América es común aplicar arreglos y técnicas de manejo en la combinación maíz (*Zea mays* L.), leguminosas (*Phaseolus sp*) y calabaza (*Cucurbita moschata* L.); del maíz se aprovecha el rápido crecimiento utilizando su tallo como soporte de las leguminosas, plantas arbustivas y trepadoras, el maíz aprovecha a la vez el nitrógeno fijando de forma simbiótica en el suelo, y la calabaza como planta rastreadora cubre la superficie del terreno impidiendo el desarrollo de malezas, este sistema se conoce como Milpa (Mannise, 2014, párr. 5).

González (1999), indica que las técnicas "modernas" mal aplicadas contribuyen a la pérdida del suelo agrícola, sobre el cual se fundamenta la producción; pérdida de la capa agrícola y nutrientes por erosión eólica e hídrica del excesivo o sistemática uso de maquinaria, afectando la vegetación formadora y protectora de suelo (árboles, arbustos y hierbas), disminuyendo el aporte de materia orgánica al suelo, a la vez obligando al uso creciente de fertilizantes generalmente sintéticos, que contaminan el suelo y alteran profundamente la biota de este (p. 63).

Una forma de tecnología agrícola intensiva, los camellones, fue ampliamente utilizada durante el período prehispánico. González (1999), afirma:

que esta práctica agrícola crea un medio de tierra fértil de gran profundidad; las zanjas entre o entorno a los camellones conservan agua y permiten que haya una mejor infiltración de esta, disponible para la absorción del sistema radicular de los cultivos. Además, presenta la hipótesis de que estos sistemas fueron altamente productivos y bien adaptados al medio ambiente tropical húmedo, pero que esta tecnología fue abandonada probablemente cuando ocurrió el contacto con los españoles (p. 26).

Los camellones prehispánicos son montículos de tierra que permite almacenar y aprovechar mejor el agua, en esta práctica ancestral se usan una serie de técnicas agrícolas entre ellas, el trazado de surcos artificiales para dar protección a las plantas, facilitar el drenaje durante las lluvias, inundaciones, riego, como fuentes de abono (Ramos, 2010, párr. 4).

Con este trabajo de investigación, se estudió el efecto de dos métodos de labranza en el crecimiento y rendimiento de cuatro cultivos prehispánicos establecidos en tres sistemas de cultivo. De esta forma, se dio seguimiento al comportamiento de las variables en estudio, para futuras recomendaciones en cuanto al uso de estas tecnologías tan útiles y efectivas, olvidadas en la historia.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Comparar el efecto de dos métodos de labranza: camellones prehispánicos y labranza convencional, sobre los cultivos precolombinos maíz, frijol, ayote, pujagua y amaranto.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de dos métodos de labranza camellones prehispánicos y labranza convencional.
- Evaluar el efecto de los cultivos precolombinos maíz, frijol, ayote, pujagua y amaranto, establecidos en los métodos de labranza; camellones prehispánicos y labranza convencional.
- Estudiar las variables de crecimiento y rendimiento de los cultivos precolombinos en los dos métodos de labranza.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Evolución de la agricultura

La agricultura comenzó durante el Neolítico, hace unos 10 000 años, y ahora, un nuevo estudio sugiere que el inicio y extensión de esa práctica no fue obra de un único grupo, sino que se produjo en múltiples poblaciones cercanas, pero genéticamente diferenciada (Heraldo, 2016, párr. 1).

La agricultura implica el establecimiento de un sistema de subsistencia humana en el que la producción y el consumo de plantas cultivadas, principalmente las domesticadas, son fundamentales. Representa la culminación de una serie de procesos interrelacionados, ya sean de carácter socioeconómico o biológico y ecológico (McClung, 2019, párr. 1).

Brizuela (2013), afirma que:

la conservación del suelo provee un conjunto de prácticas sustentables tendientes a promover su uso adecuado, permitiendo su productividad y sustentabilidad en forma permanente. Por medio de estudios, investigaciones, métodos y técnicas se busca prevenir y reducir la degradación del suelo. Dentro de las prácticas conservacionistas que más se están utilizando se encuentra la rotación de cultivos, la formación de terrazas en terrenos con pendiente, el análisis de suelos y la promoción del equilibrio de microorganismos. También la asociación de cultivos permite mantener un control biológico de plagas y enfermedades. La siembra de determinados cultivos permite mejorar la estructura del suelo y su fertilidad (párr. 6).

El rendimiento es una medida sencilla de los frutos que producen múltiples factores naturales y humanos combinados en determinado cultivo. La magnitud de un rendimiento señala el nivel de eficiencia de la correspondiente combinación de factores que influyen sobre la cosecha. Las condiciones geográficas, las calidades de los suelos y los regímenes climatológicos peculiares de grandes regiones, son contrarios a una agricultura de altos rendimientos (Chapingo, s.f, p. 1).

3.2. Descripción de los métodos de labranza

3.2.1. Camellones prehispánicos

Mediante una investigación arqueológica y la experimentación agronómica Erikson (2006) determinó:

que los camellones resolvían muchos de los problemas que los agricultores encontraban con más frecuencia. Al levantar la plataforma, los agricultores duplicaron la profundidad de la capa superior del suelo para los cultivos. Las zanjas llenas de agua al lado de las plataformas proporcionaron humedad en las épocas de sequía durante la temporada de sembríos en crecimiento. El agua de las zanjas calentada por el sol durante el día protegió a los cultivos contra la helada mortal que es común a grandes altitudes. Además, estos canales capturaron nutrientes y produjeron sedimentos orgánicamente ricos que podían ser incorporados a las plataformas para producir cosechas sostenibles. Durante los primeros años, después de su reconstrucción, los camellones experimentales produjeron cosechas de dos o tres veces más que las de los campos no elevados o planos (p. 322).

3.2.2. Labranza convencional

labranza convencional, es el laboreo del suelo anterior a la siembra con maquinaria (arados) que corta e invierte total o parcialmente los primeros 15 cm de suelo. El suelo se afloja, airea y mezcla, lo que facilita el ingreso de agua, la mineralización de nutrientes y la reducción de plagas animales y vegetales en superficie. Pero también se reduce rápidamente la cobertura de superficie, se aceleran los procesos de degradación de la materia orgánica y aumentan los riesgos de erosión. Generalmente, la labranza convencional implica más de una operación con corte e inversión del suelo (Ciencia hoy, s.f, párr. 1).

3.3. Descripción de los cultivos a evaluar

3.3.1. Cultivo de maíz

El maíz pertenece a la familia de las Gramíneas y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea*. El sistema radicular del maíz posee raíces seminales que se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad a la que ha sido sembrada. El crecimiento de esas raíces disminuye después que la plúmula emerge por encima de la superficie del suelo y virtualmente detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. El maíz es una especie alógama (de polinización cruzada) y su tipo de inflorescencia ha permitido la producción de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación. (Álvarez, 2018, p. 6).

Tapia (1983), afirma que el maíz es un cultivo de unos 7 000 años de antigüedad, que se cultivaba por las zonas de México y América central es uno de los cereales más importante para consumo humano y animal se cultiva para grano y para forrajes, lo cual es de mayor importancia a nivel mundial ocupando el tercer lugar. Se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas edáficas. E.E.U.U es uno de los países que se destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz, así como también es materia prima básica del sector agroindustrial (Peña, 2011, p. 1).

El maíz morado o Pujagua, como se conoce tradicionalmente a esta variante de origen ancestral guanacasteco *Zea mays* es una variedad de maíz, único de los valles de los andes peruanos que normalmente se cultiva a 3 000 msnm, existen diferentes variedades de este, todas ellas se originaron a partir de la especie Kculli que aún se sigue cultivando en los andes peruanos (Ecured, 2017, párr. 1).

3.3.2. Cultivo de frijol

Bascur y Tay (2005), el frijol común es originario de América, siendo una especie sin un centro de origen específico y con dos grandes áreas de domesticación: Mesoamérica y Sudamérica (Orozco y López, 2013, p. 1).

INTA (2009), el fríjol es cultivado por pequeños, medianos y grandes productores en todo el país. La producción está destinada principalmente para satisfacer las necesidades de consumo interno del país y en menor proporción se destina a la exportación hacia Centro América (Rivera y Zamora, 2014, p. 1).

3.3.3. Cultivo de ayote

El cultivo del ayote es una alternativa de producción para el agricultor y de fácil manejo, pertenece a la familia de las Cucurbitáceas. Esta actividad pasó de ser un producto de consumo nacional a exportación, gracias a sus características nutritivas, de suave digestión y que favorece la dieta del consumidor en cuanto al peso. Este producto es muy versátil ya que permite diferentes preparaciones tales como: ayote en miel, sopa, pan, puré, postres, así como en alimentos para animales. Esta planta se siembra en Centroamérica desde la época de la Colonia (Infoagro, 2013, p. 2).

3.3.4. Cultivo de amaranto

El amaranto (*Amaranthus spp*) proviene de una planta que puede alcanzar hasta 3 metros de altura y es de la familia de los amarantácea que reúne alrededor de 800 especies de amaranto cuyas características cambian dependiendo del ambiente y región en que se produzcan (INTA, 2015, p. 2).

El amaranto son plantas de hojas ancha caracterizadas por ser de los pocos “no pasto” que produce cantidades significativas de grano con características de cereal comestibles, por lo que se clasifica como “pseudocereal”. Es una de las pocas dicotiledóneas que posee el ciclo fotosintético C4 de alta eficiencia por lo que crece vigorosamente, resiste sequias, alta radiación, calor y plaga y se adapta fácilmente a nuevas tierras y ambientes (Manso y Pineda, 2009, p. 55).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El ensayo se realizó en la finca El Madroño, propiedad de la cooperativa de proyectos agropecuarios de Diriamba (COOPAD); ubicada del Cementerio Municipal de Diriamba 1 ½ km al oeste. cuyas coordenadas geográficas son 11° 51' 13" de latitud norte y 86° 15' 10" de longitud oeste, con una altura aproximada a 540 msnm (GPS Germin inReach SE+).

El clima es de tipo húmedo, siendo relativamente fresco la mayor parte del año, la temperatura promedio anual es de 23.5 °C. La precipitación alcanza los 2 062.8 mm anuales (INIDE, 2008, p. 21).

4.2. Diseño metodológico

Para el ensayo se utilizó un diseño cuasiexperimental en parcelas pareadas, con dos repeticiones y tres tratamientos.

Se evaluó el crecimiento y rendimiento de cuatro cultivos, con dos métodos de labranza estableciéndose en camellones prehispánicos, los que consisten en montículos de tierra aplanados para sembrar en ellos, dejándoles una capa de cobertura vegetal muerta, separados por canales de drenaje y labranza convencional, que son parcelas a las que se les ha desprovisto de vegetación y fuerte laboreo al suelo.

Las variedades de los cultivos y distancias de siembra utilizados fueron:

- Maíz NB6: 50 cm/planta
- Frijol INTA sequia precoz: 30 cm/planta
- Ayote Cuarenteño: 100 cm/planta
- Maíz pujagua: 50 cm/planta
- Amaranto Rojo: 30 cm/planta

El manejo agronómico que se le dio a estos cultivos fue el recomendado en la guía técnica del INTA.

4.3. Descripción de tratamientos

Tratamiento 1: sistema tradicional de asocio: usando maíz y frijol que se usado en la actualidad.

Tratamiento 2: sistema antiguo de las tres hermanas: el que consiste en el asocio de maíz, frijol y ayote (*Cucurbita argyrosperma* C).

Tratamiento 3: sistema de rescate: usando el asocio de maíz pujagua y amaranto, como cultivos no usuales en nuestro medio.

El ensayo se estableció en un diseño experimental que consistió en tres sistemas de producción por cada sistema de labranza, con dos repeticiones.

Cuadro 1. Dimensiones del ensayo en la finca El Madroño de la COOPAD, Diriamba Carazo, 2018

Dimensiones del experimento			
Parcela útil de			
sistemas de siembra	3 m x 3 m	=	9 m ²
Parcelas de métodos			
de labranza	3 m x 10 m	=	30 m ²
Área total	6 m x 40 m	=	240 m ²

4.4. Variables evaluadas

4.4.1 Variables de crecimiento

- Altura de planta (cm): con una cinta métrica se midió en cm desde la superficie del suelo hasta donde empieza la ramificación de la espiga de la planta en maíz, en frijol se midió desde la punta de la inserción de la raíz hasta la última hoja apical de la planta, las evaluaciones se realizaron hasta el final de la floración, en el caso del amaranto se midió hasta la última hoja apical, en el caso del ayote se midió la longitud de guía.

- Longitud y ancho de la hoja (cm): con una cinta métrica se midió en el caso del maíz en la hoja del centro de la base hasta el ápice para su longitud y en la parte media para su ancho, para el frijol desde la intersección hasta la punta de la hoja y de igual manera en la parte media de la hoja.
- Número de hojas: se contabilizó todas las hojas verdaderas presente en las 10 planta tomadas por tratamiento.
- Diámetro del tallo (cm): con un pie de rey o calibre vernier se midió en cm en el primer entre nudo de las 10 plantas estudiadas por tratamiento en maíz y del amaranto.
- Longitud de guía (cm) en plantas de ayote: con una cinta métrica se medió la longitud de guía de 10 plantas.

4.4.2. Variables de rendimiento

Maíz

En 10 plantas de la parcela útil se tomaron datos de:

- Peso de granos (g): se pesaron en una balanza electrónica (Ohaus), los granos de maíz de 10 plantas cosechadas.

Frijol

En 10 plantas de la parcela útil se tomaron datos de:

- Número de plantas cosechadas: se contabilizó el número de plantas cosechadas por tratamiento.
- Número de vainas por plantas: se contabilizó las vainas presentes en las 10 plantas.
- Número de granos por vaina: en las mismas vainas se contabilizó el número de granos por vaina.
- Peso de 1 000 granos (g): consistió en pesar en una balanza electrónica (Ohaus), en gramos 1 000 granos de frijol cosechados.

Ayote

- Peso de fruto: no se logró obtener datos de cosecha.

Amaranto:

Se tomaron 10 plantas de amaranto para ser cosechadas y luego se pesó todo el grano cosechado en una balanza electrónica.

4.5. Recolección de datos

Las variables de crecimiento altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, longitud y ancho de la hoja se recolectaron cada 10 días.

Las variables de rendimiento en (maíz) número de plantas cosechadas y peso del grano, (frijol) número de plantas cosechadas número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento, (amaranto) pesó de grano. Se tomaron una vez al final del ciclo de cada cultivo.

4.5. Análisis de datos

Los datos recopilados de las variables en estudio se introdujeron y procesaron en hojas electrónicas (Excel), para su posterior análisis haciendo uso del programa (Minitab v. 18). En el cual se realizó una comparación de medias sobre las diferentes variables de los cultivos estudiados a partir de T-Student la cual se utiliza con más frecuencia para determinar si es razonable o no y concluir que ambas son distintas entre sí según Romero. G., Manzanilla, G., y León, H. (s.f, p. 5). El nivel de significancia usado en el análisis fue de ($p = 0.05$).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema maíz – frijol.

5.1.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz.

5.1.1.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento del maíz.

Altura de planta (cm)

Según Somarriba (1998), la altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta (Blessing y Hernández, 2009, p. 11).

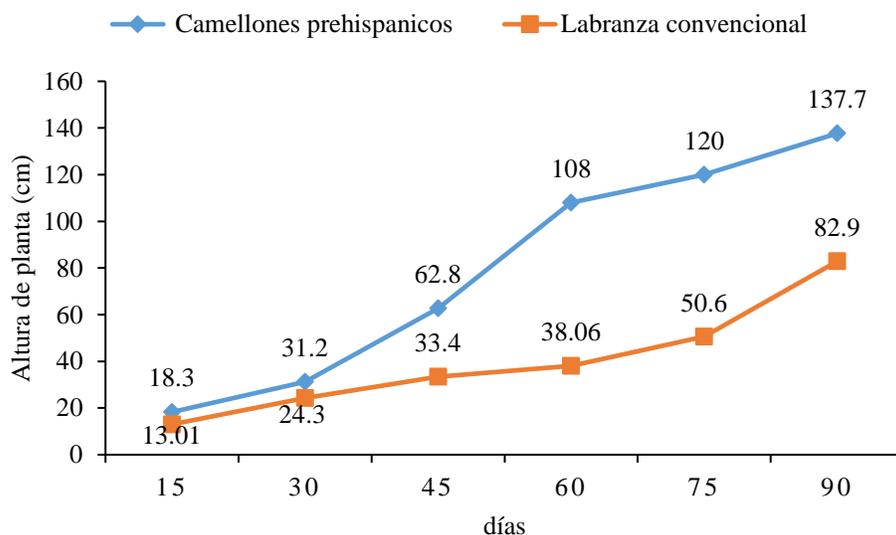


Figura 1. Altura de planta de maíz, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En la Figura 1 se detalla el comportamiento que presentó la variable de altura de la planta, esta figura muestra que el método de camellones prehispánico presentó mayor altura (137.7 cm), en comparación al sistema de labranza convencional que mostro la menor altura (82.9 cm).

Al evaluar los dos métodos de labranza, el análisis no mostro diferencia mínima significativa tanto en camellones prehispánicos como en labranza convencional (Cuadro 2).

Los resultados obtenidos en la variable altura de planta demuestran que el crecimiento del maíz es lento en el periodo de los primeros 30 días, a los 45 días aparece un mayor incremento en camellones prehispánicos, este efecto se debe a la presencia de cobertura por rastrojo de cultivos anteriores, lo que permitió mantener humedad y aportar materia orgánica, dándole las condiciones óptimas para el desarrollo de la planta, siendo el caso contrario de la labranza convencional que no existió cobertura.

la altura de planta está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la planta durante el llenado de grano y esto puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes. La altura de planta es una característica varietal y ambiental resultado del número de nudos y longitud de los entrenudos, misma que se ve influenciada por el tipo de suelo y el manejo agronómico del cultivo (Blessing y Hernández, 2009. p. 11).

Número de hojas

De acuerdo con Somarriba (1998), todas las hojas de la planta se forman durante los primeros 30 a 37 días de edad y se desarrollan antes que otros órganos superficiales como el tallo, las hojas se diferencian por tamaño y color, su número está influenciado por la densidad poblacional (Blessing y Hernández, 2009. p. 13).

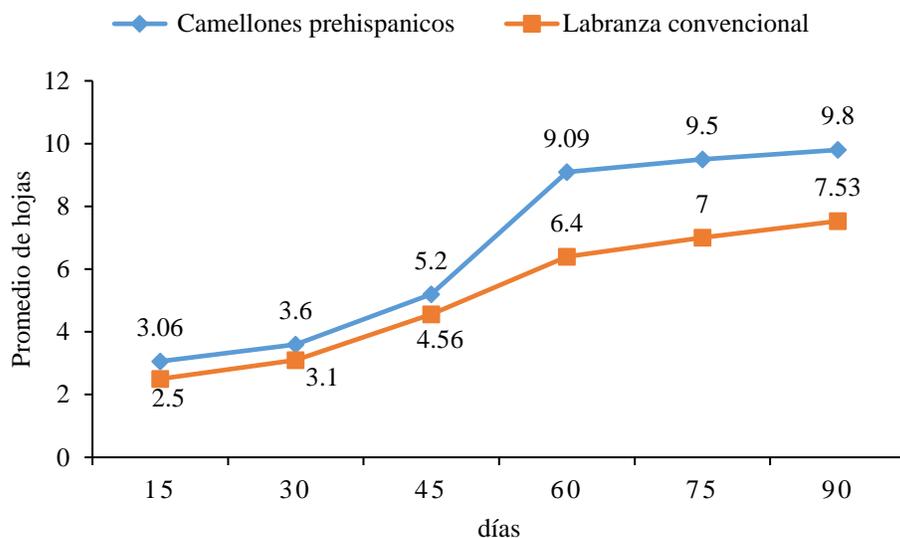


Figura 2. Número de hojas maíz, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En la Figura 2, se observa que el mayor número de hojas promedio, se encontraron en plantas establecidas en camellones prehispánicos (9.8), contrastándolo con labranza convencional (7.53).

Estos resultados se pueden atribuir a que la mayor cantidad de rastrojo ayuda a retener la humedad del suelo conllevando esto a una mejor absorción de los nutrientes al momento de ser requerido por la planta.

En el Cuadro 2 se observa que no existe diferencia significativa con respecto a esta variable.

Además, esta variación se encuentra relacionada con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad a medida que la planta crece se pueden perder de tres a cinco hojas debido a la falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos (Blessing y Hernández, 2009, p. 13).

Diámetro del tallo (cm)

Es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de maíz, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos. Según Zaharan y Garay, (1991), el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo. La resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo, lo que es afirmado por Torres, (1993), considerando que el diámetro del tallo tiende a disminuir cuando se aumenta la densidad de siembra, debido a la competencia entre las plantas, el INTA (2001), afirma que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro del tallo (Blessing y Hernández, 2009, p.12).

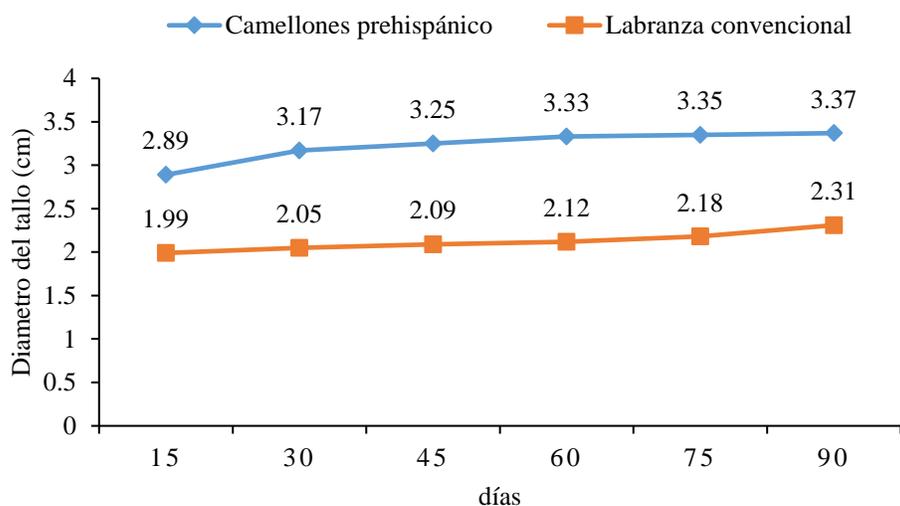


Figura 3. Diámetro del tallo maíz, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En el cuadro 2 se puede apreciar que el método de labranza que obtuvo mayor promedio en el diámetro del tallo fue en los camellones prehispánicos con 3.23 cm, mientras que en la labranza convencional se obtuvo una media de 2.07 cm, esto se debe a que las condiciones nutricionales del suelos eran más favorable en camellones prehispánicos que en labranza convencional, en donde al no existir cobertura en el suelo los contenidos nutricionales eran menores, reduciendo el grosor de los tallos y aumentando las posibilidades de acame de las plantas. Los tallos delgados son un símbolo de raquitismo por deficiencia nutricional del vegetal.

El análisis estadístico realizado, muestra que existe diferencia significativa para esta variable (Cuadro 2), siendo el método de camellones el que registro mayor diámetro (3.23).

Cuadro 2. Comportamiento de las variables de crecimiento de maíz, bajo sistema maíz-frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2018.

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	NH	DT (cm)
Maíz	C.P	71.6	6.32	3.233
	L.C	38.3	4.82	2.074
Pr = ≤ 0.05		ns	ns	**
		0.241	0.428	0.001

Nota: AP: Altura de planta, NH: Numero de hojas, DT: Diámetro del tallo, C.P: Camellones prehispánico, L.C: Labranza convencional.

5.1.1.2 Efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento del maíz.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Zapata y Orozco (1991), mencionan que el rendimiento refleja la efectividad del manejo agronómico, que el hombre le ha dado al cultivo antes de su establecimiento, como posteriormente a lo largo de su ciclo. El rendimiento de grano está relacionado con los factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí, para luego expresarse en producción por hectárea (p. 51).

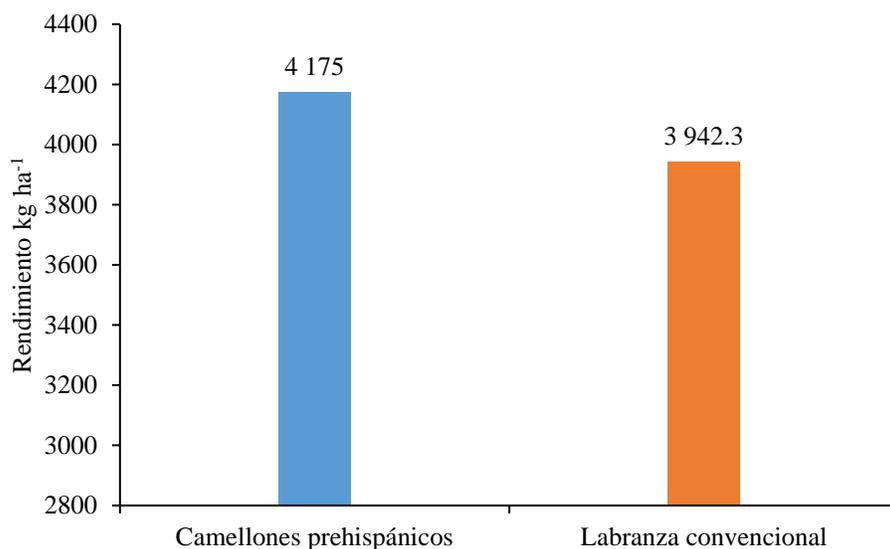


Figura 4. Rendimiento del cultivo de maíz (kg ha⁻¹) en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

El mayor rendimiento promedio fue obtenido bajo el método de camellones prehispánicos con un 4 175 kg ha⁻¹, mientras que el método de labranza convencional alcanzó un 3 942.3 kg ha⁻¹ como se observa en la Figura 4.

Se observó un mejor aprovechamiento en camellones prehispánicos de las condiciones nutricionales y climáticas presentadas en el suelo, en cambio en el método de labranza convencional se encontró una menor eficiencia en la absorción de nutrientes producto de la poca materia vegetal acumulada

Montesillo (2016), afirma que “el rendimiento nacional de maíz grano alcanza en promedio las 3.2 – 6.1 t/ha” (p. 3), lo cual está en concordancia a nuestros resultados obtenidos en el ensayo.

El análisis estadístico realizado presentó diferencias significativas como se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2018

Cultivo	Método de labranza	Rendimiento
	C.P	4 175.0
Maíz	L.C	3 942.3
Pr = ≤ 0.05		**
		0.001

Nota: C.P: Camellones prehispánico, L.C: Labranza convencional.

Con los 4 175.0 kg ha⁻¹ obtenidos en camellones prehispánicos se pueden alimentar 61.3 personas al año haciendo un total de 10.2 familia, por lo que respecta que los 3 942.3 kg ha⁻¹ obtenidos en labranza convencional se pueden alimentar 57.9 personas al año haciendo un total de 9.66 familias. Goffin, (2006) menciona en el VIII del censo poblacional y IV de vivienda, “una familia está conformada en promedio de 6 personas” (p. 45) y los datos de FAOSTAT nos afirma que “una persona consume 68 kg de maíz al año” (Martínez y Nicaragua, 2019, p. 16).

5.1.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento cultivo de frijol.

5.1.2.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento del frijol.

Altura de planta (cm)

López, M., Fernandez, F., y Schoonhoven, A. (1985), entiende por crecimiento al cambio en volumen o peso, este fenómeno cuantitativo puede medirse basándose en algunos parámetros como son: diámetro del tallo, longitud, materia seca, área foliar, en cambio el desarrollo es un fenómeno cualitativo que se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de fenómenos sucesivos (p. 61).

La obtención de una buena cobertura del terreno está en dependencia del tamaño de las plantas del cultivo la que a su vez depende de la variedad, fertilidad del suelo y el fotoperiodo (Altamirano y Velázquez, 1987, p. 25).

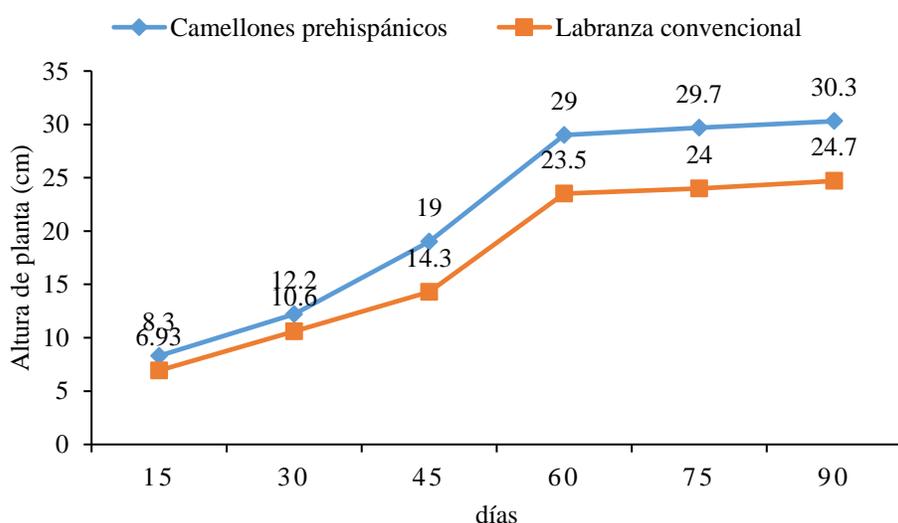


Figura 5. Altura de planta de frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la altura de planta promedio se incrementó gradualmente desde el primer muestreo, en el método de camellones prehispánicos se encontró una mayor altura de la planta (30.3 cm), comparado con la labranza convencional que se encontró un menor valor de (24.7 cm), estos resultados se ven reflejado en la Figura 5.

Estas alturas corresponden a un desarrollo normal para el cultivo de frijol, establecido en camellones prehispánicos puesto que con mayor cobertura de suelo se espera una mayor presencia de nutrientes, mayor humedad y menor incidencia de maleza. Esta variable es de mucha importancia ya que entre mayor altura se disminuyen los riesgos por afectaciones de enfermedades en las vainas por entrar en contacto con el suelo

Los resultados de análisis estadísticos para la variable de altura de planta no mostraron diferencias significativas según los datos obtenidos (Cuadro 4).

Acevedo y Chávez (2010), encontraron valores de 22.89 cm para la variedad de frijol común lo cual discute que estas alturas no corresponden a un desarrollo normal de cada uno de los cultivares, debido a un déficit hídrico que produjo un retardo en el crecimiento de las plantas y deficiencias en acumular los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, también existe una reducción del área foliar lo que a su vez afecta al rendimiento (p.16).

Número de hojas

Las hojas proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis en sus cloroplastos, las hojas son de dos tipos: simples y compuestas. Los cotiledones constituyen el primer par de hojas, son de poca duración, el segundo par y primeras hojas verdaderas, se desarrollan en el segundo nudo, son simples, opuestas y cortadas. A partir del tercer nudo se desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas, de tres folíolos, un peciolo y un raquis. Presentan variación en cuanto a tamaño, color y pilosidad, esta variación está relacionada, con la variedad y con las condiciones ambientales de luz y humedad (Monografía del frijol, 2012, párr. 5).

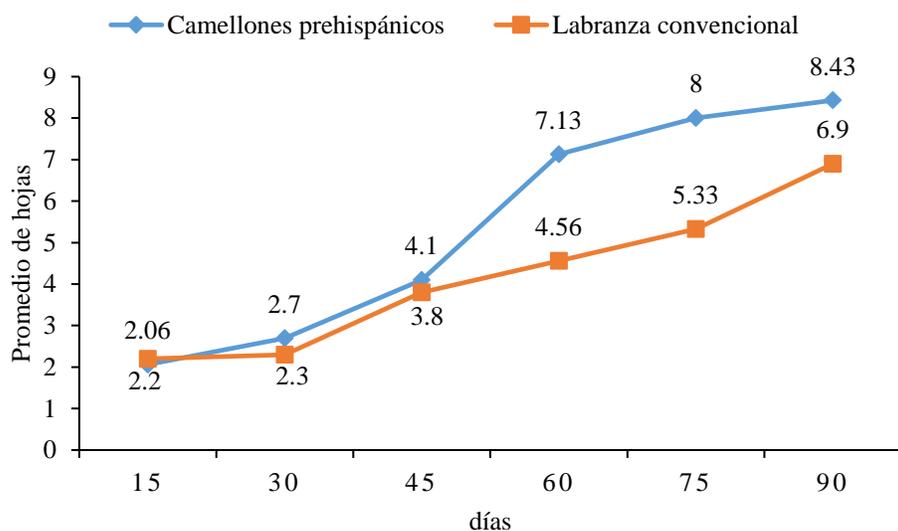


Figura 6. Número de hoja frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Se llevó a cabo un conteo del número de hojas por planta en cada método de labranza y sus respectivas repeticiones, en la Figura 6, se puede observar que las plantas de frijol establecidas en camellones prehispánicos mostraron mayor número de hojas promedio (8.43), en cambio, en labranza convencional se encontró un menor número de hojas (6.9).

Por lo tanto, las plantas que se encontraban en camellones prehispánicos lograron realizar su función básica como la fotosíntesis, el cual está relacionado directamente con el número de hojas por planta ya que estas ejercen este proceso, la materia inorgánica (CO_2 , agua y sales minerales) se transforman en materia orgánica esto gracias a la energía lumínica del sol.

El número de hojas por planta está en dependencia de la variedad, condiciones agroecológicas y manejo del cultivo. Las hojas son los principales órganos para la realización de la fotosíntesis, y la concentración de nutrientes influyentes en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Barahona y Gago, 1996, p. 70).

Se realizó un análisis de varianza dando como resultados no significativos para el número de hojas como se puede observar en el (Cuadro 4).

Longitud de hoja (cm)

Gardner, F., Brent, P., y Mitchel, R. (1985), menciona para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de esta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos, las hojas, son los principales órganos responsable de la intercepción de la luz y de la fotosíntesis (p. 17).

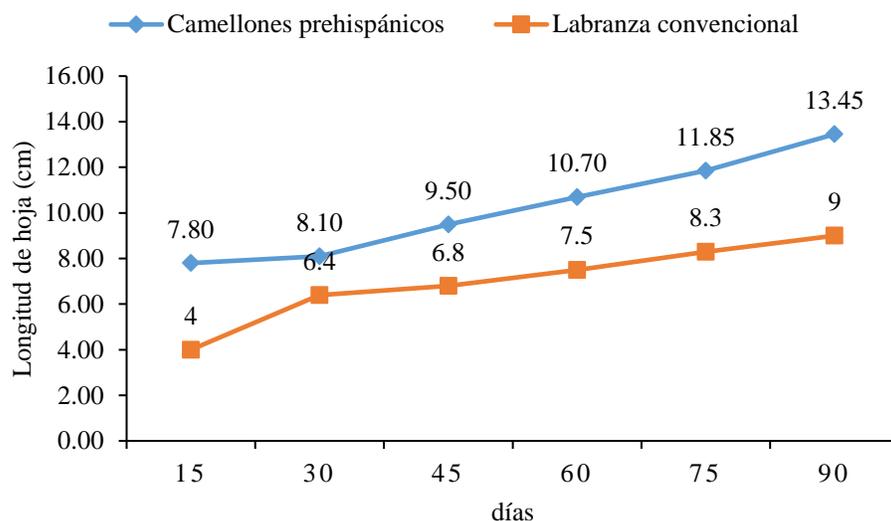


Figura 7. Longitud de hoja de frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En la Figura 7, las plantas establecidas en camellones prehispánicos presentaron mayor longitud de hoja promedio (13.45 cm), en comparación con las plantas establecidas en labranza convencional que mostraron una longitud de hoja (9 cm).

La longitud de hoja se encuentra relacionada con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, cuan más rico en micro y macronutrientes sea el suelo, encontrara la planta mayores oportunidades para el desarrollo de sus hojas.

Según datos obtenidos en el análisis estadístico realizado mostro que existe diferencias altamente significativas para esta variable como se muestra en el Cuadro 4.

Davis, (1985), afirma que “la mayoría de estos caracteres se deben a la herencia poligénica, por lo tanto, tiene influencia del genotipo el medio ambiente y sus interacciones, por esta razón la expresión de estos caracteres puede variar de acuerdo con las variaciones del medio ambiente” (Vallejos y Martínez, 2005, p.17).

Ancho de hoja (cm)

Según Warnock, R., Valenzuela, J., Trujillo, A., Madriz, P., y Margaret, G. (2006), el área foliar es la capacidad de la cubierta vegetal que se encuentra estrechamente relacionada con la madurez fisiológica del cultivo, el cual intercepta la radiación fotosintética que se da en las hojas, a partir de los 50 días después de la siembra se aprecia claramente una reducción del ancho de la hoja (p. 3).

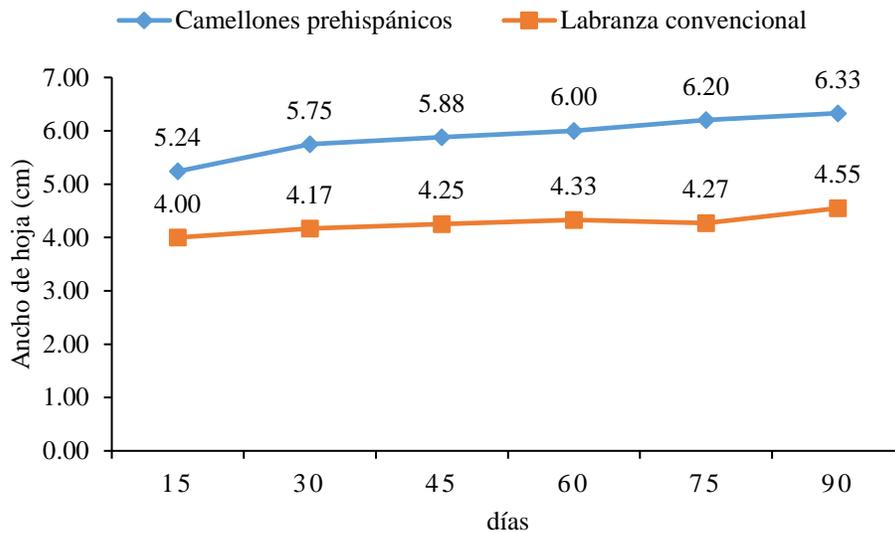


Figura 8. Ancho de hoja frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Como se muestra en la Figura 8 el mayor ancho de hoja promedio se presenta en el método de camellones prehispánicos con (6.33 cm) por lo que respecta en labranza convencional un (4.55 cm.)

El ancho de hoja se encuentra en relación con la longitud de hoja, si las plantas presentan valores mayores con respecto a la variable de longitud de hoja por ende el ancho de hoja va a aumentar, esto es porque las plantas establecidas en camellones prehispánicos tuvieron las condiciones óptimas a las plantas para desarrollarse.

En el análisis de varianza que se realizó a la variable de ancho de hoja arrojó que es altamente significativa para esta variable como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Comportamiento de las variables de crecimiento de frijol, bajo sistema maíz- frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	NH	LH	AH
Frijol	C.P	19.90	4.88	18.720	5.840
	L.C	16.01	3.95	12.764	4.260
Pr = ≤ 0.05		ns	ns	**	**
		0.515	0.558	0.001	0.001

Nota: AP: Altura de planta, NH: Número de hojas, LH: Longitud de la hoja, AH: Ancho de hoja, C.P: Camellones prehispánico, L.C: Labranza convencional.

5.1.2.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento de frijol.

Vainas por planta

El número de vainas por planta es una característica importante en el rendimiento y está influenciada por factores genéticos, ambientales en la época de floración y por el estado nutricional durante la fase de formación de vainas y granos (Mezquita, 1973, p. 25).

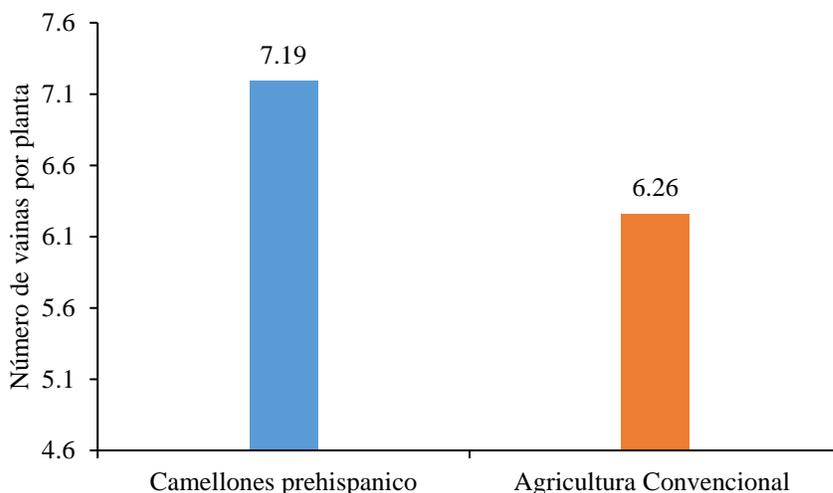


Figura 9. Vainas por planta frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En la Figura 9 se presentan los valores promedios de vainas por planta en los dos métodos de labranza convencional y camellones prehispánicos, el cual presento mayor número de vainas fue el método de camellones prehispánicos con un (7.19) vainas promedio, obteniendo en labranza convencional un (6.26) vainas promedio, el mayor número de vainas presentadas en

camellones prehispánicos fue debido a las mejores condiciones nutricionales que se presentaron en estas parcelas.

La cantidad de vainas por plantas encontradas en nuestro trabajo, son inferiores a las reportadas por Montenegro, C., Lamz, P., Cárdenas, T., y Hernández, P. (2016), quienes mostraron valores entre 8,6 y 10 vainas por planta (p. 104), y similares a las indicadas por INTA (s.f), quien menciona que la cantidad por vainas de frijol en plantas es de 7 vainas para la variedad criolla rojón el cual es resistente a plagas y enfermedades. Excelente para consumo y comercio la cantidad de vainas por planta está relacionada con la variedad (párr. 38).

Según el análisis de varianza realizado a esta variable se mostró que hay diferencia altamente significativa como se muestra en el Cuadro 5.

Granos por vaina

Como expresa Acevedo y Chávez (2010), ésta es una variable que está relacionada directamente con el rendimiento y está determinada por las características genéticas propias de cada variedad, lo cual varía poco con las condiciones ambientales prevalecientes en cada región (p. 18).

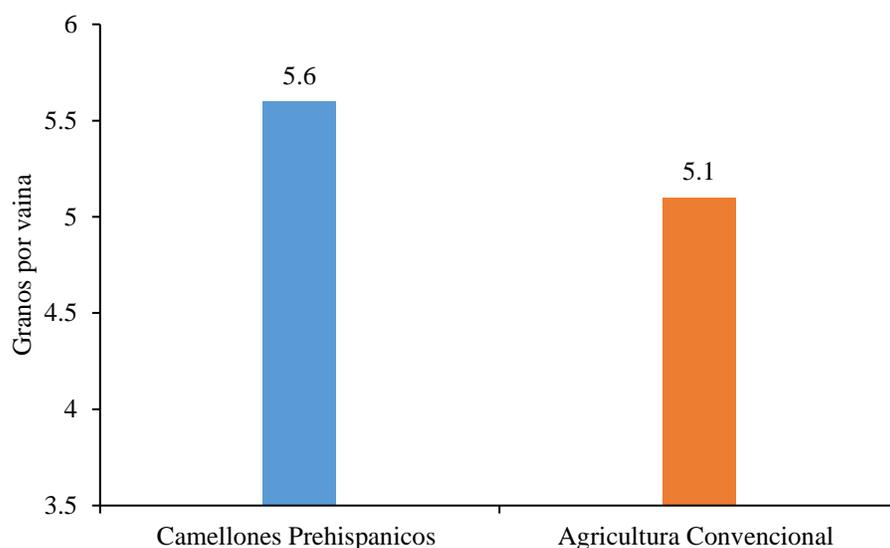


Figura 10. Granos por vaina de frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Las plantas establecidas en camellones prehispánicos fueron las que presentaron un mayor número de granos por vainas promedio, con (5.6), granos en promedio como se observa en la

Figura10, sin embargo, Acevedo y Chávez (2010), mencionan que “el promedio de granos por vaina en frijol común oscila entre 6-8” (p.19). El cual no corresponde a nuestro resultado. Esto se debe principalmente al efecto ambiental de la poca precipitación ocurrida al momento de floración y llenado del grano.

Según datos obtenidos en el análisis estadístico se mostró diferencias altamente significativas con respecto a la variable de granos por vainas estos resultados se muestran en el Cuadro 5.

El número de granos por vainas es una característica genética, esto está en concordancia con autores como Acevedo y Chávez (2010), quienes afirman que esta variable está determinada por las características genéticas propias de cada variedad, lo cual varía poco con las condiciones ambientales prevaecientes en cada región (p. 18).

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Sánchez (2015), menciona que el rendimiento obtenido es el resultado de la combinación del genotipo, el medio ambiente y el manejo adecuado y efectivo que se le da al cultivo para que se desarrolle su potencial genético de producción, además los factores de rendimiento son características que están determinados por genes diferentes (p.21).

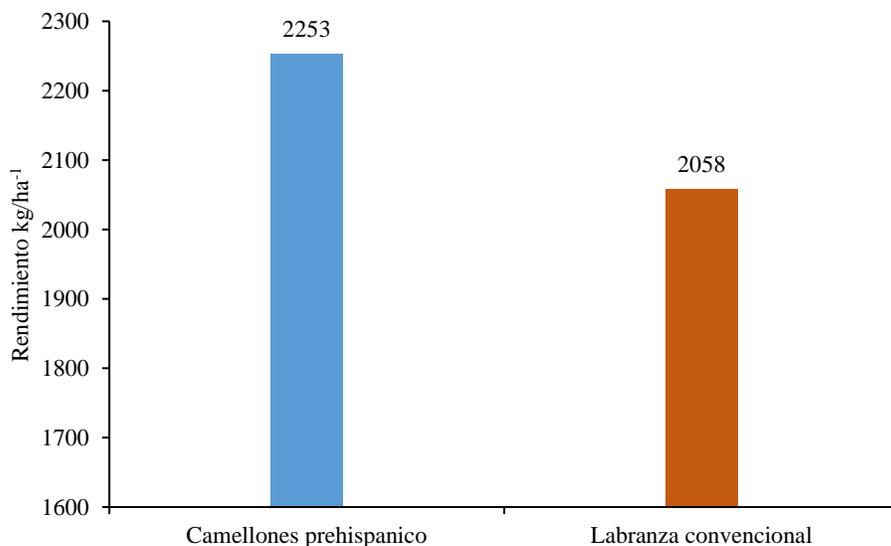


Figura 11. Rendimiento (kg ha⁻¹) frijol, en el sistema maíz-frijol, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En la Figura 11 se puede observar que en el método de camellones prehispánicos se obtuvo mayores rendimientos promedio con 2 223.0 kg ha⁻¹, en cambio en labranza convencional se obtuvieron 2 058.2 kg ha⁻¹, esto fue debido a que las plantas creciendo en los camellones prehispánicos presentaron un mayor número de vainas, debido a mejores condiciones nutricionales.

Esto está en concordancia con autores como Rodríguez, G., Jasso, C., Rojas, P., y Salas, H. (s.f), quienes afirman que el incremento del rendimiento de grano está en función del incremento del número de vainas por hectárea. Para obtener el mayor rendimiento que es cercano a los 2 000 kg ha⁻¹ se requieren en promedio de 1 650 000 vainas por hectárea que son obtenidas con una densidad de 75 000 plantas por hectárea con 22 vainas por planta en promedio (p. 253).

Según el análisis estadístico, el rendimiento mostro diferencia altamente significativa como se muestra en el Cuadro 5.

Basado en estos datos de rendimiento, contrastándolos con los datos del FAOSTAT, afirmamos que una persona consume alrededor de 23 kg de frijol en un año (Martínez y Nicaragua, 2019, p. 16), lo cual se puede traducir que con los 2 253.0 kg obtenidos en camellones prehispánicos 80.4 personas se pueden alimentar en un año mientras que con los 2 058.2 kg obtenidos en labranza convencional se pueden alimentar 73.5 personas en un año.

Cuadro 5. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2018

Cultivo	Método de labranza	VP	GV	RT
Frijol	C.P	7.1870	5.598	2 223.0
	L.C	6.2640	5.098	2 058.2
Pr = ≤ 0.05		**	**	**
		0.001	0.001	0.001

Nota: C.P: Camellones prehispánico, L.C: Agricultura convencional, VP: Vaina por planta, GV: Granos por vainas, RT: Rendimiento.

5.2 Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de tres hermanas.

5.2.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento cultivo de maíz.

5.2.1.1 Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento de maíz.

Altura de planta (cm)

En la Figura 12 se observa que las plantas presentaron comportamientos similares en los dos métodos evaluados con respecto a la variable de altura de planta.

Según el análisis estadístico realizado, el efecto de los dos métodos de labranza sobre la altura de la planta de maíz fue no significativa (Cuadro 6).

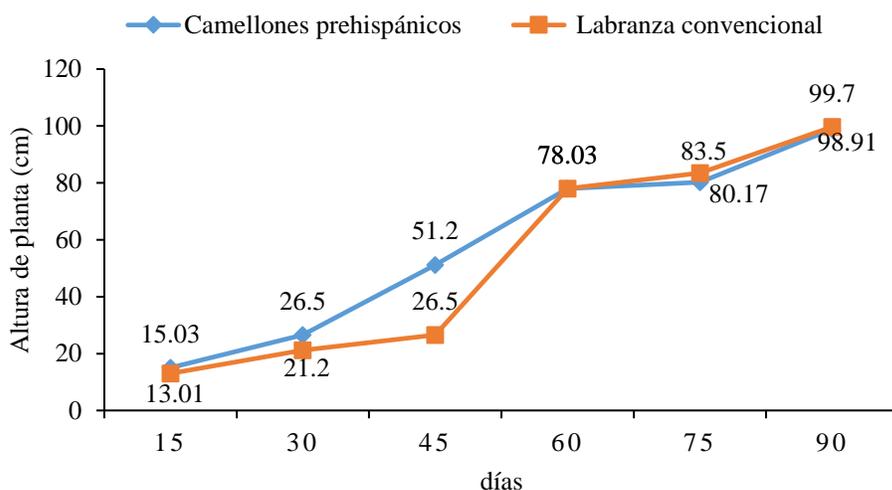


Figura 12. Altura de maíz, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Número de hojas

El mayor número de hojas promedio por planta de maíz se obtuvo en el método de camellones prehispánicos con (12.2), contrastando con labranza convencional que presentó menor número de hojas (8.9) a como se refleja en la Figura 13, desde la primera toma de datos a la última, las plantas establecidas en camellones fueron las que presentaron mayor cantidad de hojas superando a método de labranza convencional.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianza no se mostró diferencia estadística esto presentado en el Cuadro 6.

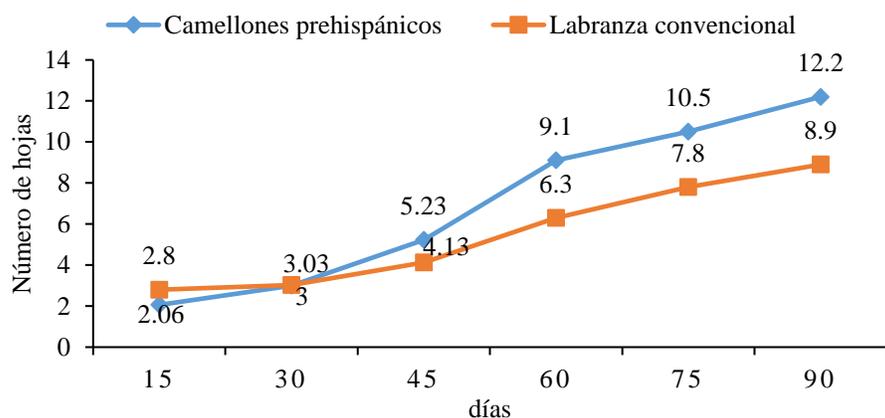


Figura 13. Número de hojas de maíz, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Diámetro de tallo

En la Figura 14 se aprecia que el diámetro del tallo es mayor en las plantas establecidas en camellones prehispánicos con un (2.19 cm), en cambio en labranza convencional se obtuvo un (1.96 cm).

Mediante el análisis estadístico que se realizó mostro diferencia significativas como se observa en el Cuadro 6.

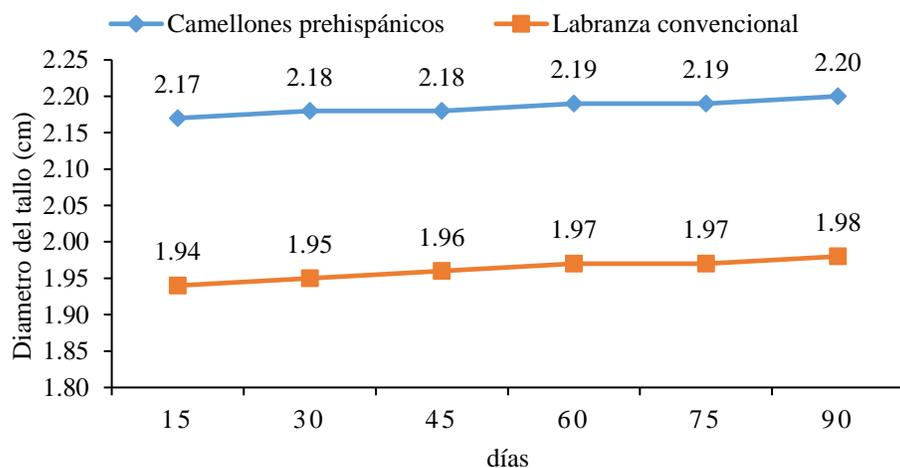


Figura 14. Diámetro del tallo de maíz, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Cuadro 6. Comportamiento de las variables de Crecimiento de maíz, bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	NH	DT
Maíz	C.P	53.9	6.32	2.184
	L.C	47.7	5.03	1.960
Pr = ≤ 0.05		0.796 ns	0.584 ns	0.001**

Nota: AP: Altura de planta, NH: Numero de hojas, DT: Diámetro del tallo, C.P: Camellones prehispánico, L.C: Labranza convencional.

5.2.1.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento de maíz.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

En los dos métodos de labranza evaluados, se obtuvo mayor rendimiento promedio en camellones prehispánicos con 6 230.0 kg ha⁻¹ como se muestra en la Figura 15.

Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que existe diferencias altamente significativas esta se refleja en el Cuadro 7.

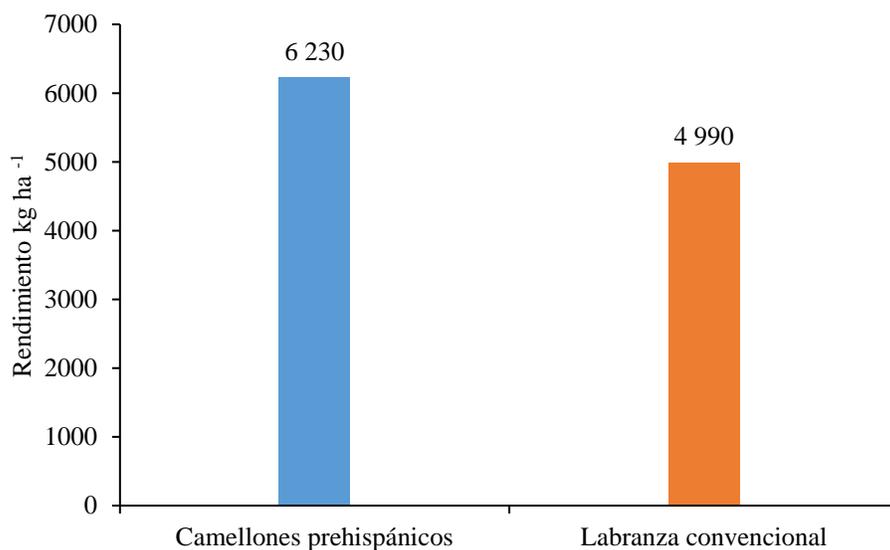


Figura 15. Comportamiento del rendimiento de maíz bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018.

Con los 6 230 kg obtenidos en camellones prehispánicos 91.6 personas se pueden alimentar en un año haciendo un total 15.2 familias. Sin embargo, con 4 990 kg producidos en labranza convencional se pueden alimentar 73.3 personas en un año haciendo un total de familias de 12.2. Esto de acuerdo con datos que presenta (Martínez y Nicaragua, 2018, p. 16).

Cuadro 7. Comportamiento del rendimiento del maíz bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	Rendimiento
Maíz	C.P	6 230.0
	L.C	4 990.0
Pr = ≤ 0.05		**
		0.001

Nota: C.P: Camellones prehispánico, L.C: Labranza convencional.

5.2.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo frijol.

5.2.2.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento de frijol.

Altura de planta (cm)

Según los datos tomados las plantas que obtuvieron mayor altura promedio fueron las que se encontraban establecidas en camellones prehispánicos (31.06 cm), contrastando al método de labranza convencional (21 cm), cabe recalcar que a los 45 dds presentaron comportamientos similares en los dos métodos de labranza (Figura 16).

El análisis estadístico realizado no mostro diferencias significativas para la variable de altura de planta como se observa en el Cuadro 8.

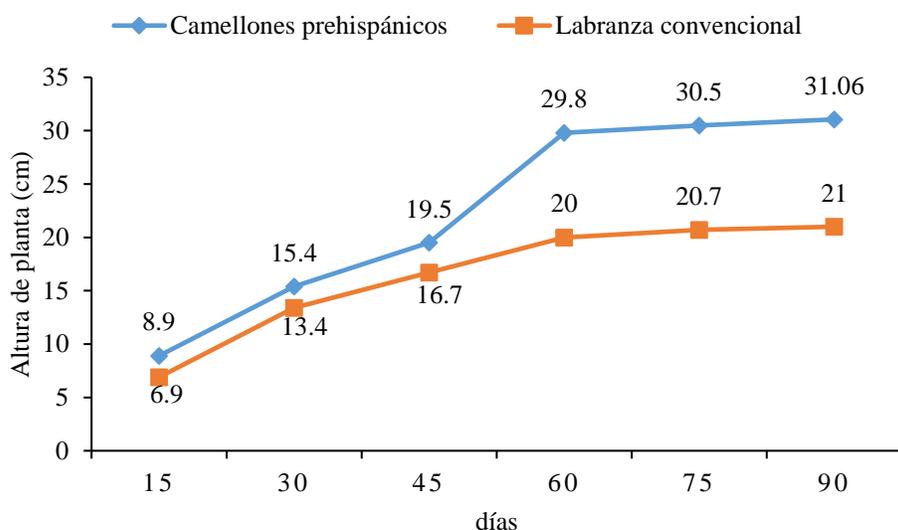


Figura 16. Altura de planta de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018.

Número de hojas

En la Figura 17 el método que mostro mayor número de hojas promedio con respecto a esta variable fue en camellones prehispanicos, esto fue más notorio en la cuarta toma de datos, ya que se aumentó a un (10.7) su número de hojas en las plantas establecida en esté método de labranza.

Según el análisis estadístico realizado, el efecto que ejerció sobre el número de hojas por planta en frijol fue no significativa (Cuadro 8).

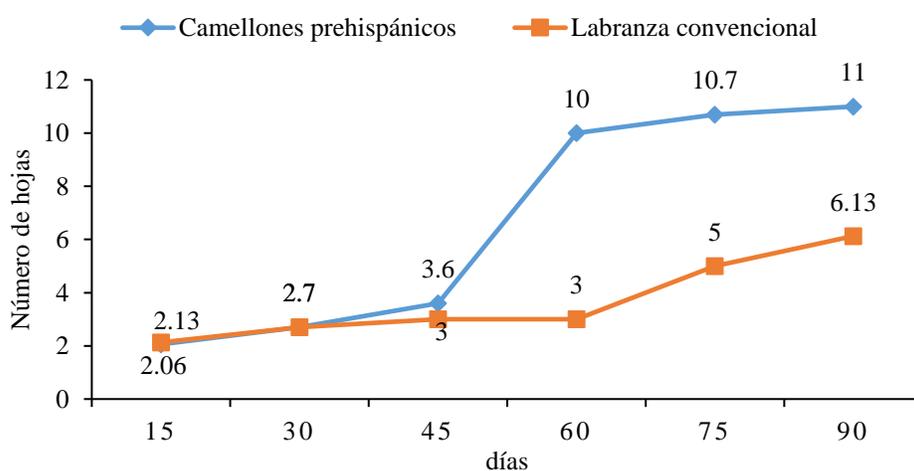


Figura 17. Número de hojas de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018.

Longitud de la hoja (cm)

Como se observa en la Figura 18, la longitud de la hoja promedio en planta de frijol fue mayor en camellones prehispanico presentándose un valor del (16 cm), lo que corresponde para la labranza convencional (12 cm), según los datos recopilados, desde la primera a la última toma, se mostraron comportamiento muy diferente en los dos métodos de labranzas evaluados.

Mediante el análisis realizado se encontraron diferencias significativas para esta variable como se muestra en el Cuadro 8.

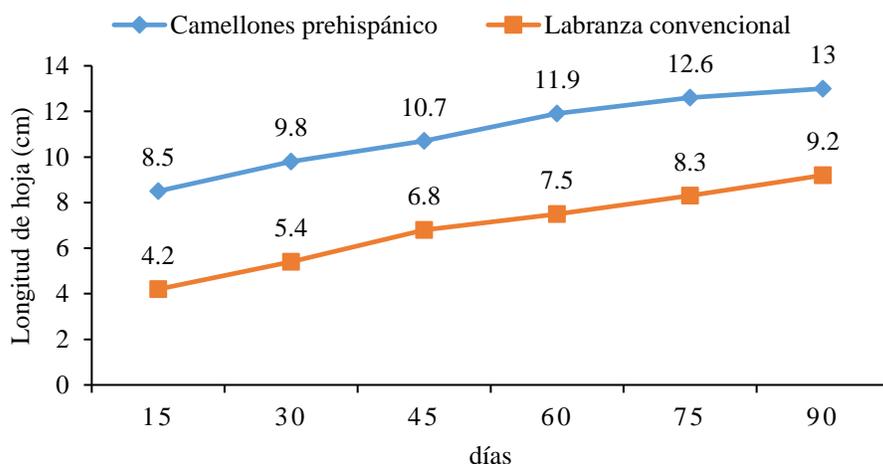


Figura 18. Longitud de hoja de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018.

Ancho de la hoja

El ancho de la hoja promedio en plantas de frijol establecidas en camellones prehispánicos hubo valores mayores (4.6 cm), contrastando con valores menores (4.1 cm) para labranza convencional, como se observa en la Figura 19.

De acuerdo con el análisis estadístico realizado se encuentran diferencias significativas al 0.05 para esta variable (Cuadro 8).

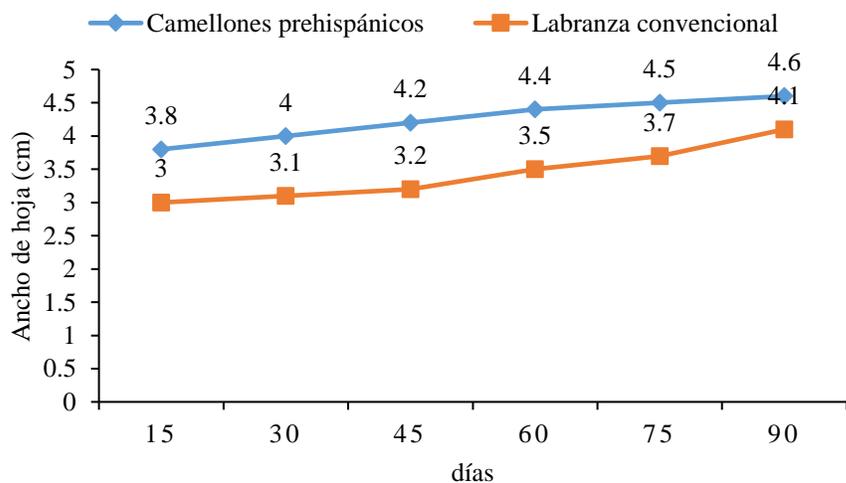


Figura 19. Ancho de hoja de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018.

Cuadro 8. Comportamiento de las variables de crecimiento de frijol, bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	NH	LH (cm)	AH (cm)
	Frijol	C.P	20.93	6.01	12.80
A.C		15.74	3.39	8.80	3.380
Pr = ≤ 0.05		ns	ns	*	*
		0.337	0.282	0.039	0.012

Nota: AP: Altura de planta, NH: Numero de hojas, LH: Longitud de la hoja, AH: Ancho de hoja, C.P: Camellones prehispánico, A.C: Agricultura convencional.

5.2.2.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento de frijol.

Vainas por plantas

Los resultados obtenidos están dentro de los estándares de producción de vainas por plantas promedio en frijol común, en nuestro caso se obtuvo un promedio similar en los dos métodos de labranza (6.19 para CP y 6.16 para LC) como se muestra en la Figura 20.

El número de vainas por planta no logró diferenciarse estadísticamente a como se presenta en el Cuadro 9.

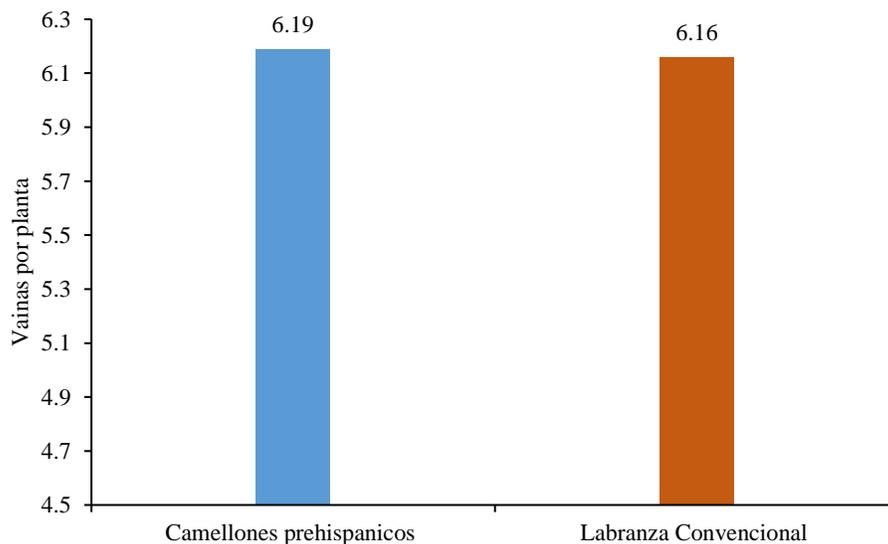


Figura 20. Vainas por planta de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018.

Granos por vainas

Al graficar los datos de la variable de granos por vainas que se refleja en la Figura 21, se mostró que hay una similitud del número de granos por vaina en los métodos de labranza (5.64) para camellones prehispánicos y (5.42) para labranza convencional.

En el Cuadro 9 se presentó que no hay diferencias estadísticas por el comportamiento similar de los dos métodos.

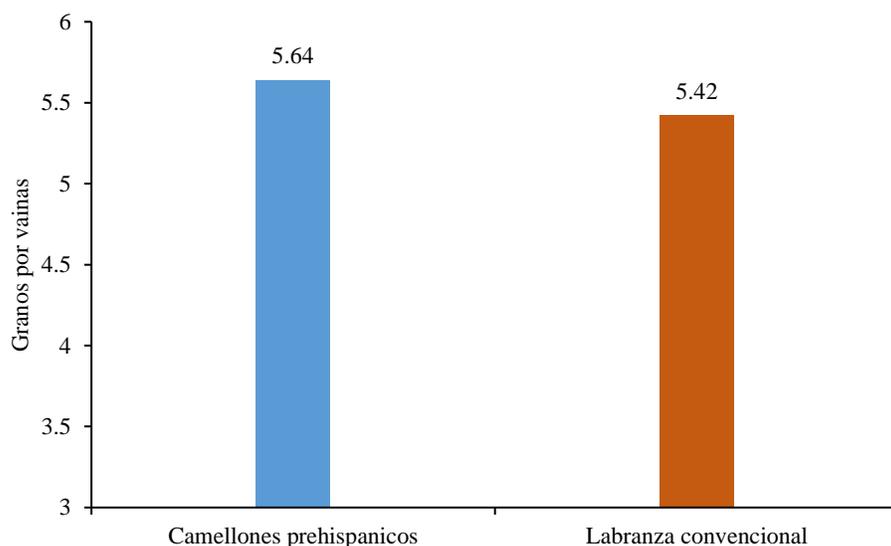


Figura 21. Granos por vainas de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018.

Rendimiento (kg ha^{-1})

Como se puede observar en la Figura 22, existe un aumento de los rendimientos en camellones prehispánicos ($2\,756 \text{ kg ha}^{-1}$), en comparación en labranza convencional ($2\,651 \text{ kg ha}^{-1}$), con la diferencia de 105 kg ha^{-1} .

A pesar de que el análisis estadístico del rendimiento no es significativo para los métodos de labranza evaluados, como se muestra en el Cuadro 9, con el rendimiento obtenido en el método de camellones prehispánicos de $2\,756 \text{ kg}$, se pueden alimentar en un año 98.4 personas, haciendo un total de 16.4 familias, mientras que, con los $2\,671 \text{ kg}$ obtenidos en labranza convencional, se pueden alimentar 95.3 personas al año, haciendo un total de 15.8 familias.

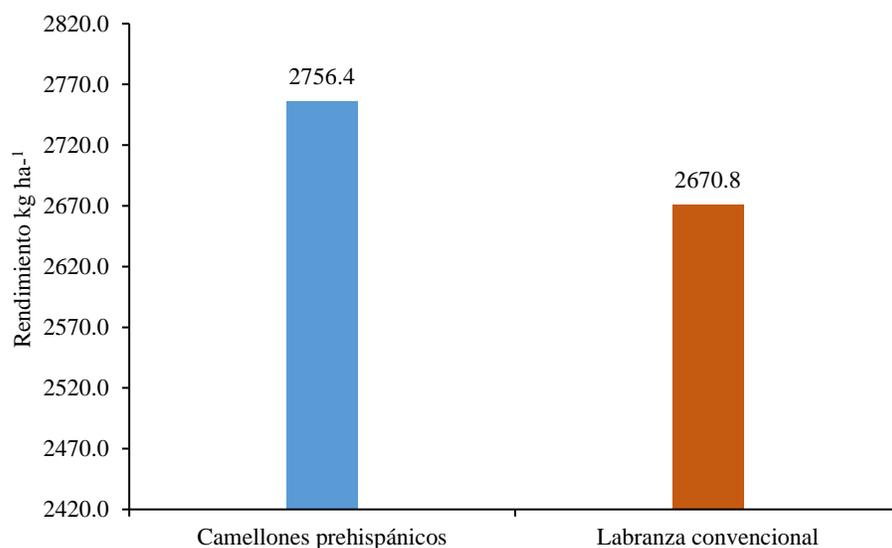


Figura 22. Rendimiento (kg ha⁻¹) de frijol en el sistema tres hermanas bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo 2018.

Cuadro 9. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	VP	GV	RT
Frijol	C.P	6.1640	5.639	2 671.00
	A.C	6.1870	5.419	2 756.00
Pr = ≤ 0.05		ns	*	ns
		0.097	0.034	0.532

Nota: C.P: Camellones prehispánico, A.C: Agricultura convencional, VP: Vaina por planta, GV: Granos por vainas, RT: Rendimiento.

5.2.3. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ayote.

5.2.3.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento de ayote.

Longitud de guías

Rocha, R., Orozco, H., y García, L. (2019), el largo de la guía es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad del crecimiento, está determinado por el tamaño del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la planta durante el llenado del fruto Somarriba (1997). El largo de la guía nos permite determinar la dimensión del terreno ocupado por las guías de la planta de ayote conociendo así el nivel de crecimiento que presenta la planta a los 8 días (p. 40).

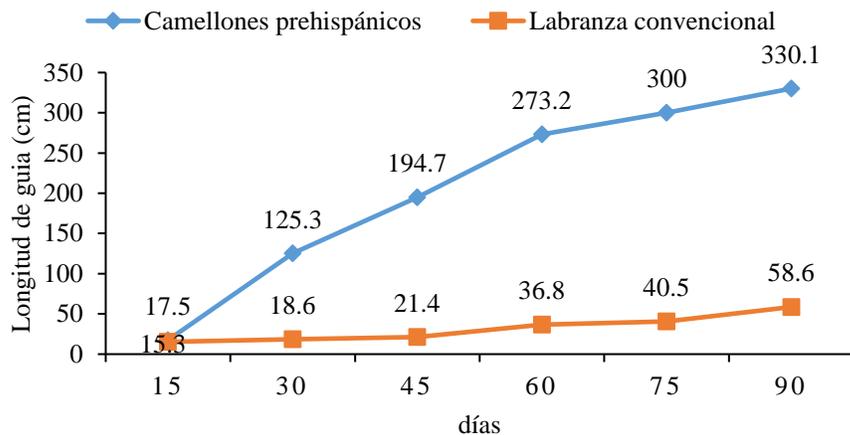


Figura 23. Longitud de guía de ayote, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En la Figura 23, se presenta que hubo una mayor longitud de guía promedio, en las plantas establecidas en camellones prehispánicos de 330.1 cm en cambio, para lo que corresponde a labranza convencional fueron 58.1 cm. Esto fue debido a las condiciones nutricionales producto de la cobertura de suelo al descomponerse sobre los camellones prehispánicos.

Rocha et al. (2019), define que el crecimiento de los diferentes órganos de la planta es un proceso fisiológico complejo que depende directamente de la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la diferenciación entre otros y que además están influenciada por factores como temperatura, intensidad de luz, densidad de la población, cantidad de la semilla, disponibilidad de agua y de nutrientes (p. 8).

Mediante el análisis estadístico, esta variable presento diferencia significativa con respecto a la longitud de guía en las plantas de ayote como se refleja en el Cuadro 10.

Número de hojas

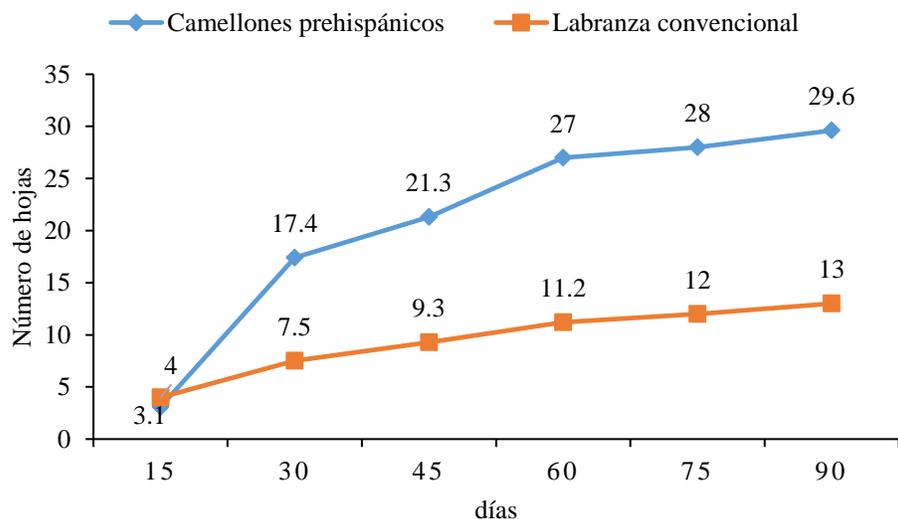


Figura 24. Número de hojas de ayote, en el sistema 3 hermanas, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

En la Figura 24 se muestra que el mayor número de hojas en las plantas se encontraron establecidas en camellones prehispánicos desde su inicio (4), hasta el final de la etapa fenológica de la planta de ayote (29.6). Contrastando con labranza convencional la que desde su inicio (3.1), hasta el final de la etapa fenológica produjo menos hojas (13).

En trabajo realizado por Rocha et al., (2019), encontraron plantas con números de hojas de “18 hasta el alrededor de 27” (p. 32), lo cual concuerda con los obtenidos en nuestra investigación.

Según análisis estadísticos, esta variable no presento diferencia significativa con respecto al número de hojas por planta de ayote como se refleja en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Comportamiento de las variables de crecimiento de ayote, bajo sistema 3 hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	LG (cm)	NH
Ayote	C.P	188	19.7
	A.C	30.1	9.00
Pr = ≤ 0.05		*	*
		0.047	0.095

Nota: LG: Longitud de guía, NH: Numero de hojas, C.P: Camellones prehispánico, A.C: Agricultura convencional.

5.2.3.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento de ayote.

Lamentablemente este dato no pudo ser recabado ya que vecinos donde se encontraba el ensayo, sustrajeron el producto lo que impidió obtener datos de rendimiento.

5.3. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de rescate maíz pujagua – amaranto.

5.3.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz pujagua.

5.3.1.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento del cultivo de maíz pujagua.

Altura de planta (cm)

El método de camellón prehispánico ejerció un efecto visible sobre la variable estudiada, al presentar mayor altura de planta (130.6 cm), comparada con labranza convencional que presento una altura menor (74.5 cm), como se muestra en la Figura 25.

Los resultados del análisis de varianza reflejaron que no existen diferencias estadísticas significativas para esta variable como se refleja en el Cuadro 11.

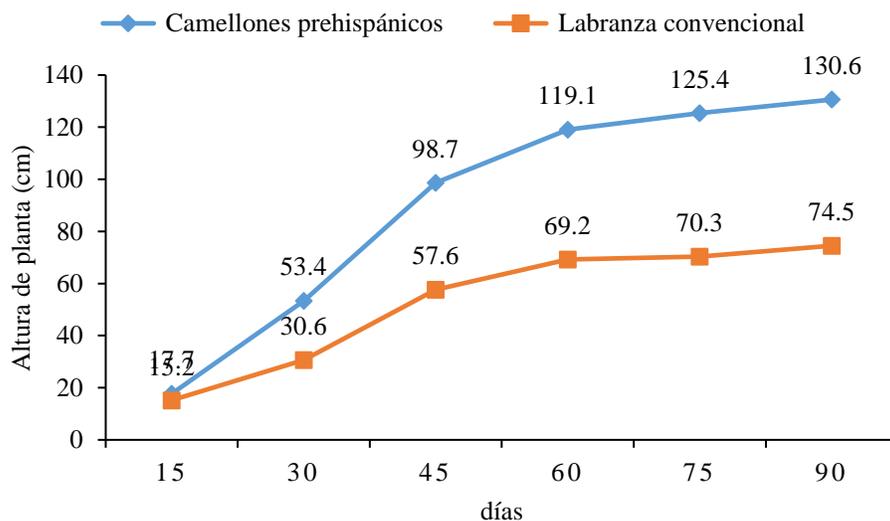


Figura 25. Altura de maíz pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Número de hojas

El método de camellones prehispánicos presenta un mayor número de hojas promedio (13.2), superando ampliamente al número de hojas (8.3), en labranza convencional, esto puede ser observado en la Figura 26.

En el Cuadro 11 se presentan los resultados del análisis de estos datos, los que reflejaron que no existe diferencias significativas para esta variable.

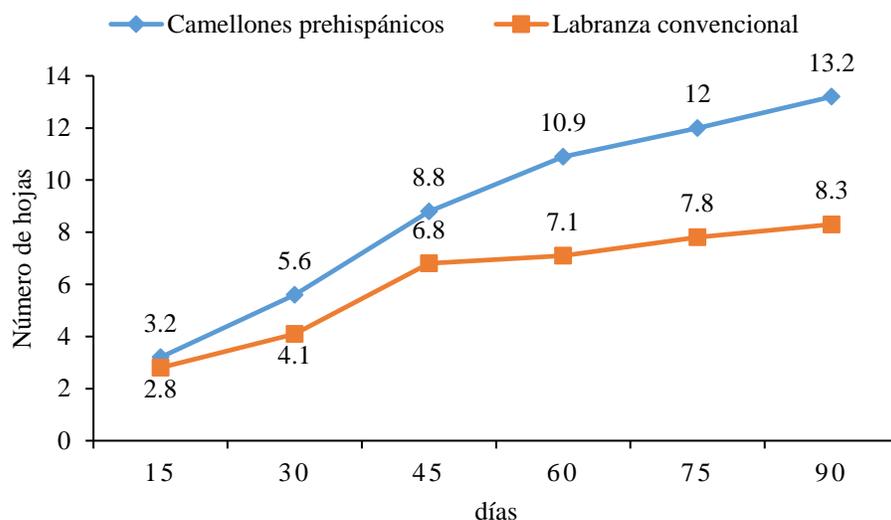


Figura 26. Número de hojas de maíz pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Diámetro del tallo (cm)

El método de camellones prehispánicos presenta un mayor diámetro del tallo promedio (3.1 cm), que el obtenido en labranza convencional (2.4 cm), a como es reportado en la Figura 27.

En el Cuadro 11 se observa que, al realizar el análisis estadístico de los datos recopilados, no muestra diferencias estadísticas en cuanto a esta variable.

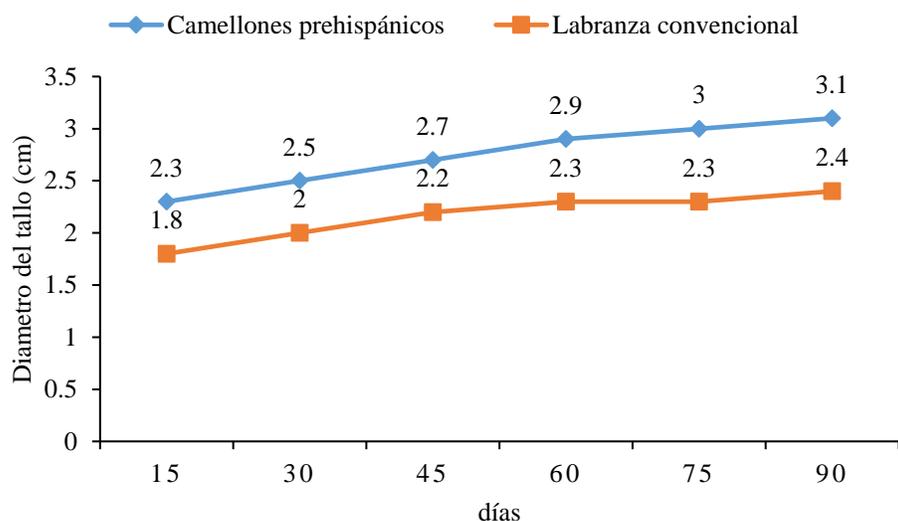


Figura 27. Diámetro del tallo de maíz pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Cuadro 11. Comportamiento de las variables de crecimiento de maíz pujagua, bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	NH	DT (cm)
Maíz Pujagua	C.P	130.6	13.2	3.1
	A.C	74.5	8.3	2.4
Pr = ≤ 0.05		ns	ns	*
		0.202	0.268	0.016

Nota: AP: Altura de planta, NH: Numero de hojas, DT: Diámetro del tallo, C.P: Camellones prehispánico, A.C: Agricultura convencional.

5.3.1.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento de maíz Pujagua.

El rendimiento que presenta el maíz Pujagua según se observa en la Figura 27, fue mayor en el método de camellones prehispánicos con un 6 138 kg ha⁻¹ lo que contrasta con lo obtenido en labranza convencional con 3 798 8 kg ha⁻¹, con una diferencia del 2 340 kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos en camellones prehispánico se debieron a que este método de labranza permitió darles las condiciones nutricionales y ambientales a las plantas, para que se desarrollara satisfactoriamente, por lo que se puede decir que en el método de labranza convencional su rendimiento fue menor debido a que se vio afectado por la poca disponibilidad de nutrientes, agua y por la competencia de malezas.

Por lo que se puede decir que con los 6 138 kg producidos en camellones prehispánicos se pueden alimentar al año 90 personas, a lo que se traduce a 15 familias. Con respecto a lo producido en labranza convencional con los 3 798.8 kg se puede lograr alimentar 55.8 personas al año, haciendo un total de 9.3 familias.

Pérez (2019), menciona que el rendimiento de maíz pujagua es de 3.36 – 10.5 t/ha (p.4). Por lo cual se pudo afirmar que los valores obtenidos en nuestro trabajo sobre métodos de labranza corresponden a los valores mencionados por este autor.

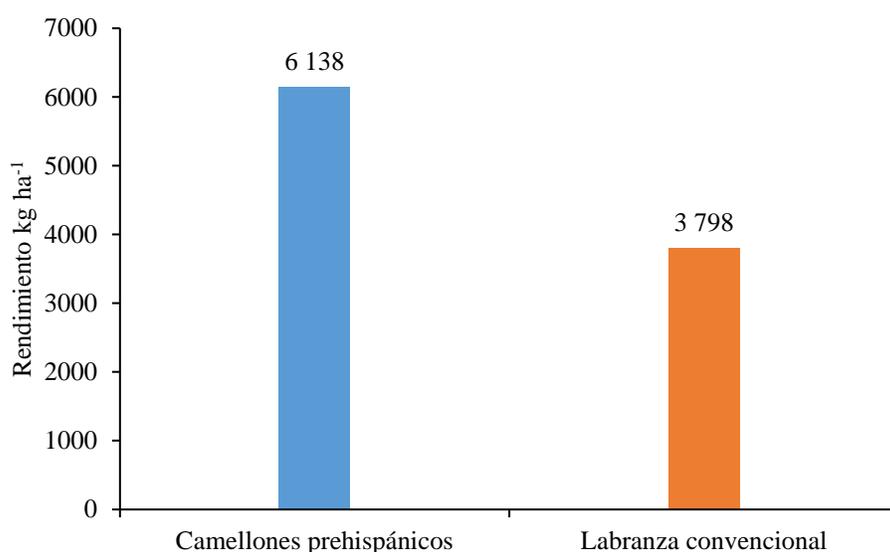


Figura 28. Rendimiento (kg ha⁻¹) de maíz Pujagua, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Según análisis estadísticos mostró que existe diferencias altamente significativas como se refleja en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Comportamiento de las variables del rendimiento de pujagua bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	Rendimiento
Pujagua	C.P	6 138.0
	A.C	3 798.0
Pr = ≤ 0.05		**
		0.001

Nota: C.P: Camellones prehispánico, A.C: Agricultura convencional, RT: Rendimiento.

5.3.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de amaranto

5.3.2.1. Efecto de los métodos de labranza sobre el crecimiento de amaranto.

Altura de planta (cm)

Como se muestra en la Figura 29, referente a la altura de planta de amaranto, se encontraron mayores valores en las plantas establecidas en camellones prehispánicos (110.6 cm), que en las encontradas en labranza convencional (56.3 cm).

Lo cual se debe, a que en los camellones prehispánicos el suelo estaba más suelto, por lo tanto, las raíces del amaranto que son pivotantes, con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, se extendieron rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, estas se profundizaron aprovechando mejor los nutrientes que se encontraban en el suelo, siendo favorecidas por el método de camellones prehispánico, caso contrario de lo que ocurrió para labranza convencional.

Cortez (2015), afirma que las plantas de amaranto pueden llegar alcanzar de 0.50 a 3 metros de altura. Por lo tanto, los resultados obtenidos en nuestra investigación se encuentran dentro de esos rangos de medida (párr. 2).

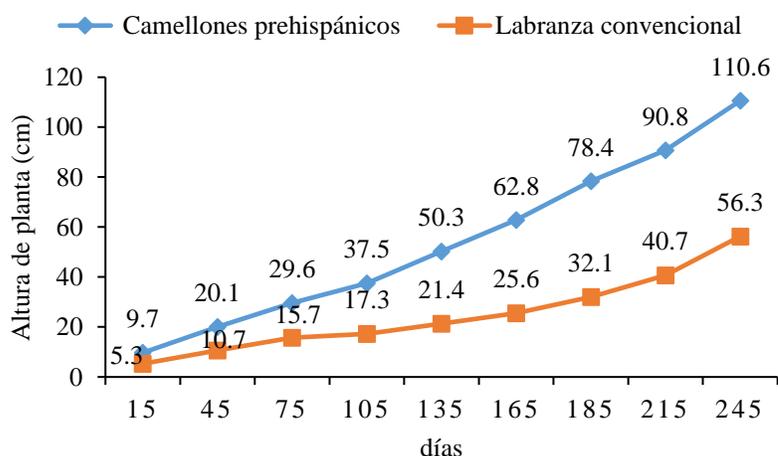


Figura 29. Altura de planta de amaranto, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Los valores arrojados según análisis estadísticos no se mostraron diferencias significativas para los dos métodos evaluados (Cuadro 13).

Número de hojas

Los resultados obtenidos en el ensayo demuestran que existe un mayor número de hojas en el método de camellones prehispánico (58.7), para lo que corresponde en labranza convencional (30.1), lo que se refleja en la Figura 30.

Esto está directamente relacionado con la altura de planta, ya que el método de labranza camellones prehispánico, presenta las condiciones óptimas para que las plantas se desarrollaran mejor, por lo tanto, al tener mayor altura en las plantas del cultivo de amaranto mayor número de hojas se presentaron.

Zelaya (2015), afirma que el número de hojas del cultivo de amaranto se encuentra entre un mínimo de 18 y un máximo de 58 hojas por planta, (p.47). Nuestros resultados para esta variable coinciden con lo reportado por este autor.

Según el análisis estadístico realizado, no se mostró diferencias significativas para esta variable, así como se muestra en el Cuadro 13.

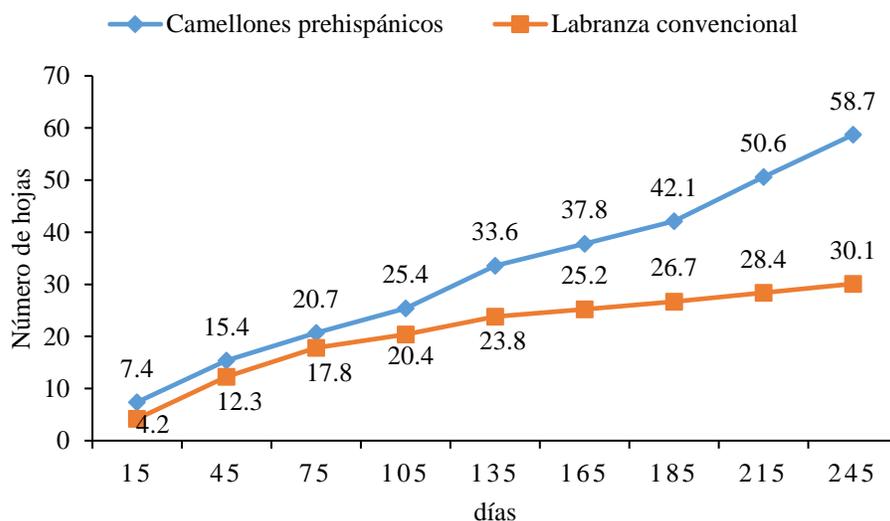


Figura 30. Número de hojas de amaranto, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Cuadro 13. Comportamiento de las variables de crecimiento de amaranto, bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	NH
Amaranto	C.P	55.7	32.5
	A.C	26.2	20.5
Pr = ≤ 0.05		0.196 ns	0.281 ns

Nota. AP: Altura de planta, NH: Numero de hojas, C.P: Camellones prehispánico, A.C: Agricultura convencional.

5.3.2.2. Efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento de amaranto.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

El rendimiento obtenido en el cultivo de amaranto fue de 1 375 kg ha⁻¹ en el método de camellones prehispánicos y 789 kg ha⁻¹ en labranza convencional como se muestra en la Figura 31.

La determinación de las fases fenológica del cultivo de amaranto es una forma de medir las respuestas a las condiciones nutricionales y ambientales que presentaban los dos métodos de labranza ocurridas en el transcurso de su desarrollo, para evaluar su crecimiento y para determinar el rendimiento del cultivo, por lo tanto, el método de camellones prehispánico, presento las mejores condiciones nutricionales y ambientales para el cultivo de amaranto, que en el método de labranza convencional.

Mujica (1997), afirmo que en “la etapa de floración existe alta sensibilidad al stress hídrico” (párr. 32), por lo que en el método de camellones prehispánico las plantas no se vieron afectadas ya que este tenía una cobertura de rastrojo lo que permitió mantener la humedad del suelo.

Weber et al., (1990), citados por Arellano y Galicia (2007), mencionan que el amaranto extrae del suelo 41 kg de N, 8 de P y 7 de K por ha para producir 1 350 kg ha⁻¹ (p. 5), por lo tanto, nuestros resultados obtenidos en el método de camellones prehispánicos coinciden positivamente a lo antes descrito.

Los resultados del análisis estadístico reflejaron que existen diferencias altamente significativas para los dos métodos de labranza con respecto al rendimiento como se observa en el Cuadro 14.

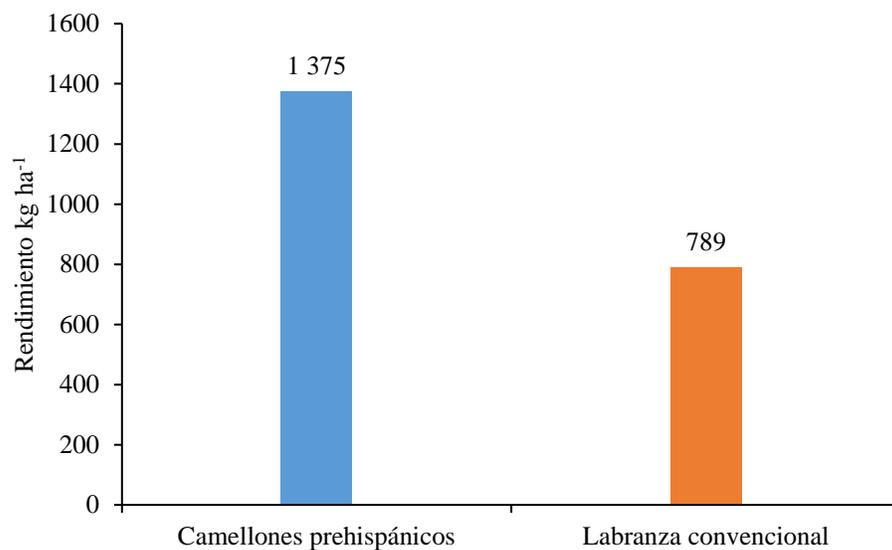


Figura 31. Rendimiento (kg ha⁻¹) de amaranto, en el sistema de rescate, bajo dos métodos de labranza Diriamba, Carazo, 2018.

Cuadro 14. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz pujagua bajo sistema de rescate, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo 2018

Cultivo	Método de labranza	Rendimiento
	C.P	1375.0
Amaranto	A.C	788.8
Pr = ≤ 0.05		0.001**

Nota: C.P: Camellones prehispánico, A.C: Agricultura convencional.

VI. CONCLUSIONES

El método de labranza de camellones prehispánicos, mostró mayor eficiencia en el crecimiento y rendimiento de los cultivos precolombinos, al compararlo con la labranza convencional.

Se obtuvo mayor rendimiento en todos los cultivos precolombinos establecidos en los camellones prehispánicos.

Se demostró que hay diferencias significativas en cuanto al diámetro del tallo, longitud de la hoja, ancho de hoja y rendimiento para los cuatro cultivos precolombinos. Se determinó que hubo mayor efecto visual en cuanto a las variables de crecimiento y rendimiento, en el método de camellones prehispánicos.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a nuestros resultados obtenidos en nuestro presente trabajo podemos recomendar la utilización del método de labranza de camellones prehispánicos ya que este es más amigable con el medio ambiente y brinda buenas condiciones para el desarrollo de los cultivos.

Continuar con estudios de rescate del conocimiento agrícola de nuestros antepasados, el cual fue dejado de lado desde tiempo de La Colonia.

Repetir este ensayo en otros ambientes de suelos más pobres para demostrar las bondades del método camellones prehispánicos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acevedo, H. H. J., y Chávez, R. J. J. (2010). *Comportamiento de cinco variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y una de caupí (Vigna unguiculata L. Walpers), fertilizadas con vermicompost en la época de postrera, Diriamba, Carazo, 2008*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2130/1/tnf30a174c.pdf>
- Altamirano, S., y Velázquez, J. M. (1987). *Prueba de tres herbicidas post-emergentes para el control de hoja ancha en el cultivo de frijol: informe de las labores de agronomía*. Centro experimental del algodón, CEA.
- Álvarez, C. E. (2018). *Cultivo de maíz (Zea mays L.)*. http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Ma%C3%ADz%202019.pdf
- Arellano, V., J. L., y Galicia, F. J. A. (2007). Rendimiento y características de planta y panoja de amaranto en respuesta a nitrógeno y cantidad de semilla. *Agricultura técnica en México*, 33(3), 251-258. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172007000300004&lng=es&tlng=es
- Barahona, O. J. y Gago, H. F. S. (1996). *Evaluación de diferentes prácticas culturales en soya (Glicine max L.) y ajonjolí (Sesamun indicum L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas*. [Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria]. Managua Nicaragua.
- Blessing, R. D. M., y Hernández, M. G. T. (2009). *Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (Zea mays L.) var. NB6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca el plantel, 2007-2008, Managua*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria UNA.
- Brizuela, L. A. (2013, agosto 06). La importancia de la planificación en el uso de los suelos. *La voz*. <https://www.lavoz.com.ar/noticias/negocios/programa-on-line-para-informacion-continuala-importancia>
- Chapingo. (s.f). *Los rendimientos y la productividad en la agricultura*. Los rendimientos. <https://chapingo-cori.mx/revistas/articulos/doc/rga-1769.pdf>
- Ciencia hoy, (s.f). Formas de labranza. <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy68/formasdelabranza.htm#:~:text=Generalmente%2C%20la%20labranza%20convencional%20implica,dientes%2C%20cultivador%20de%20campo>.
- Cortez, C. E. (2015, noviembre 23). El amaranto, planta originaria de México, vigente en el gusto de mexicanos. *Xinhuanet*. <http://spanish.xinhuanet.com/2015->

[11/23/c_134842739.htm#:~:text=El%20amaranto%2C%20cuyo%20nombre%20cient%20%20C3%ADfico,3%2000%20metros%20de%20altura.](#)

Ecured, (2017, marzo 17). Maíz morado. https://www.ecured.cu/Ma%C3%ADz_morado

Erickson, C. (2006). El valor actual de los Camellones de cultivo precolombinos: Experiencias del Perú y Bolivia. En F. Valdez (Ed.), *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas: Contexto social, usos y retos del pasado y del presente* (5.ed., pp.315-339). Abya-Yala.

https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1015&context=anthro_papers

Gardner, F. P., Brent, P. R., y Mitchel, R. L. (1985). Fijación de carbono por los cultivos.

http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/ecofisiologia/FIJACION_DE_CARBONO_POR_LOS_CULTIVOS.pdf

Goffin, C. (2006). *VIII Censo de población y IV de vivienda*. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/viiicensodepoblacion.pdf>

González J. A. (1999). *Agricultura y sociedad en México: diversidad, enfoques, estudios de caso*. México D.F, México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

<https://elibro.net/es/ereader/unanicaragua/73206>

Heraldo. (2016, julio 14). *¿Dónde y cómo se originó la agricultura?* Tercer-milenio.

<https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2016/07/14/donde-como-origino-agricultura-966623-310.html>

Infoagro. (2013). *El cultivo del ayote (Cucurbita sp)*.

http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/cultivo_ayote.pdf

INIDE. (2008). Instituto Nacional de Información de Desarrollo. *Anuario Estadístico 2008*.

<http://www.inide.gob.ni/Anuarios/Anuario2008.pdf>

INTA, (2015). *Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Departamento de fitomejoramiento, protocolo de investigación y selección y caracterización de una variedad adaptada de amaranto*.

INTA, (s.f), *Catálogo de variedades criollas y acriolladas de frijol y maíz*.

<https://inta.gob.ni/project/catalogo-de-variedades-criollas-de-frijol-y-maiz/>

López, M., Fernández, F., y Schoonhoven, A. V. (1985). *Frijol: investigación y producción*.

<file:///C:/Users/DELL/Downloads/26201.pdf>

Mannise, R. (2014, septiembre 22). La agricultura ancestral vuelve al rescate. Ecocosa.

<https://ecocosas.com/agroecologia/la-agricultura-ancestral-vuelve-al-rescate/?cn-reloaded=1>

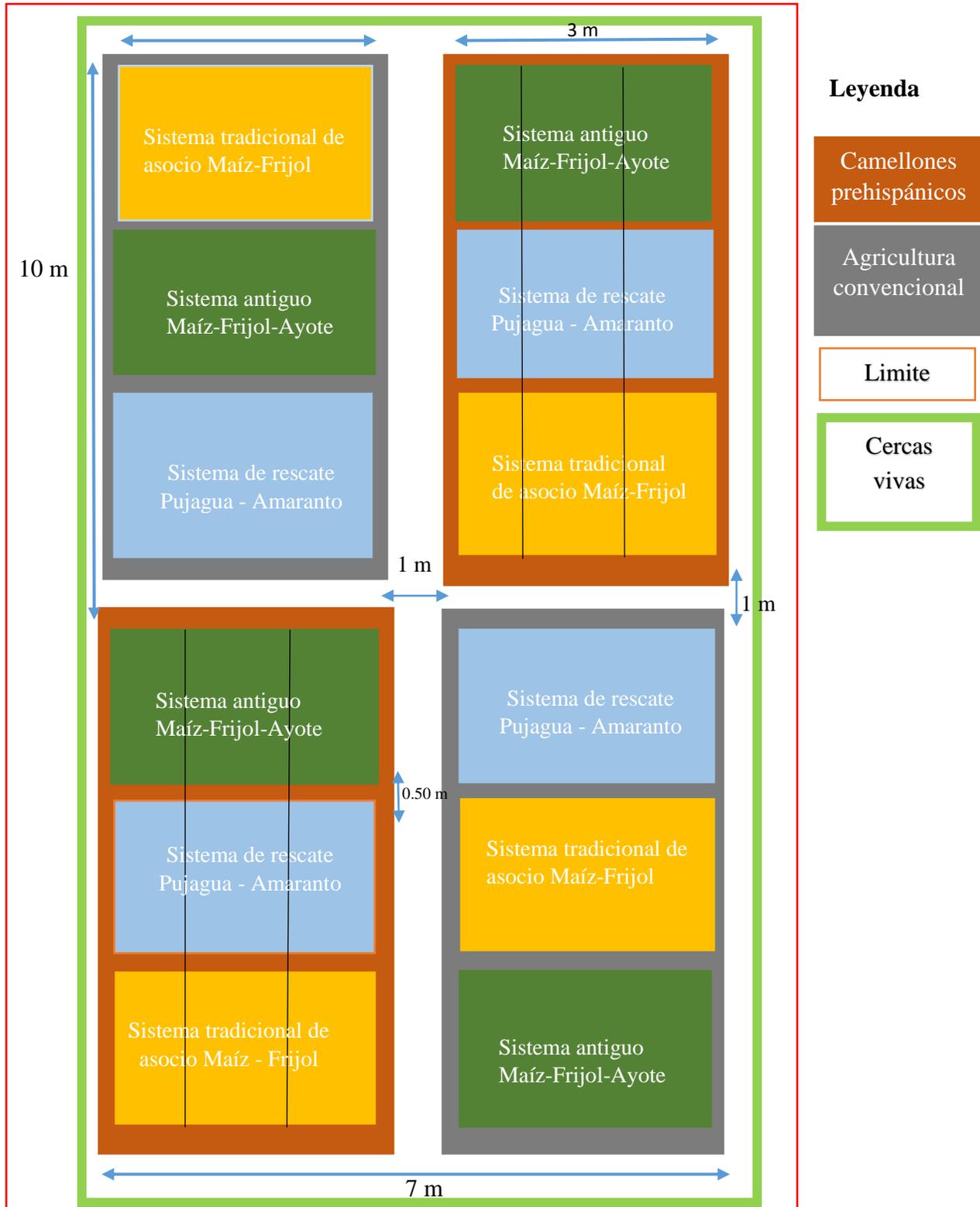
- Manso, L., y Pineda, F. (2009). Evaluación preliminar de 20 variedades de amaranto en Panamá. RIDTEC, 6 (1), 55-60. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/111/pdf>
- Martínez, Z. D. H. y Nicaragua, C. E. J. (2019). Evaluación del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivos prehispánicos, en dos métodos de labranza, en la Cooperativa de Proyectos Agropecuarios de Diriamba, Carazo, 2017. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3807/>
- McClung, E. (2019, enero 15). *El origen de la agricultura*. Arqueología mexicana. <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/el-origen-de-la-agricultura>
- Mezquita, B. E. (1973). *Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. [Tesis de maestría no publicada]. Escuela nacional de agricultura, colegio de postgraduado.
- Monografía del frijol. (2012). *Frijol, características generales*. Inforural. <https://www.inforural.com.mx/frijol-caracteristicas-generales/>
- Montenegro, C., Lamz P., Cárdenas, T., y Hernández, P., (2016). Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) de reciente introducción en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 102-107. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000200012&lng=es&tlng=es.
- Montesillo, C. J. L. (2016). Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal. *Economía Informa*. 328, 60-74. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.04.005>
- Mujica, S. A. (1997). El cultivo de amaranto (*Amaranthus spp*): producción, mejoramiento genético y utilización. Cultivos andinos. Universidad de Concepcion UDEC, Chillan, Chile. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/home1.htm
- Navarro, L. A. (1980). *Agricultura, Origen y Sosten de las Economías Modernas, Implicaciones para latinoamerica*. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5865e/A5865e.pdf>
- Orozco, R. J. D., y López, M. J. L. (2013). *Caracterización, evaluación preliminar y adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en cuatro localidades de san Dionisio, Matagalpa, postrera, 2012*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Cenida UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tmf30o74.pdf>
- Peña, Q. J. L. (2011). *Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de Maíz (Zea mays, L) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009*. [Tesis de pregrado,

- Universidad Nacional Agraria]. Cenida UNA.
<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01p397e.pdf>
- Pérez, A. M. (2019, junio 28). Maíz pujagua cultivado en Guanacaste: valor nutricional y productos derivados. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA).
http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/PITTA-Frijol/XV-Encuentro-Nacional/Maiz-pujagua-cultivado-Guanacaste-valor-nutricional-productos-derivados.pdf
- Pliego, E. (2020, junio 18). *El maíz: su origen, historia y expansión*. Panorama cultural.
https://www.panoramacultural.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=3678:el-maiz-su-origen-historia-y-expansion&catid=17&Itemid=142
- Puentes, J. P. (2014, mayo 15). *La quinoa y el amaranto: cultivos precolombinos fundamentales en la alimentación humana durante el pasado y nuevamente en el presente*. Biología. <http://revistamito.com/la-quinoa-y-el-amaranto-cultivos-precolombinos-fundamentales-en-la-alimentacion-humana-durante-el-pasado-y-nuevamente-en-el-presente/>
- Ramos, W. R. (2010, noviembre 10). *Agricultura prehispánica* [Educação].
<https://pt.slideshare.net/walterhector19/agricultura-prehispanica/4>
- Rivera, J., y Zamora, B. (2014). *Caracterización de tres variedades de semillas criollas del frijol (Phaseolus vulgaris L.), época de primera, en la finca Las Flores, Comunidad Samulalí Matagalpa 2013*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua]. Repositorio UNAN.
<https://repositorio.unan.edu.ni/7000/1/6536.pdf>
- Rocha, R., Orozco, H., y García, L. (2019). *Efecto de dos fertilizantes orgánicos (lombrihumus, mm solido), en el crecimiento del cultivo del ayote (Cucurbita moschata L.) Juigalpa chontales, Instituto Tecnológico Agropecuario Cmdte “German Pomares Ordoñez” (ITA) 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua- Managua]. Repositorio UNAN.
<https://repositorio.unan.edu.ni/11072/1/11206.pdf.pdf>
- Rodríguez, G., Jasso, C., Rojas, P., y Salas, H. (s.f). *Rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en sistemas agrícolas que aprovechan escurrimientos*.
<http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/ingenieria/rendfrijol.pdf>
- Romero, G., Manzanilla, G., y León, H. (s.f). Prueba de t de student. Metodología de la investigación.
<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1721§ionid=115931620>
- Rosati, H. (1996). *La america española colonial: Siglo XVI - XVII y XVIII*. Economía y sociedad en el mundo colonial, agricultura.
http://www7.uc.cl/sw_educ/historia/america/html/indice.html

- Sánchez, M. D.I. (2015). *Evaluación de quince genotipos de frijol negro (Phaseolus vulgaris L.), en El Plan, San Isidro – Matagalpa, primera 2013*. [Tesis de pregrado]. Cenida UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30s194.pdf>
- Vallejos, T. B., y Martínez, M. L. H. (2005). *Caracterización y evaluación de 7 genotipos de frijol común grano color rojo (Phaseolus vulgaris L.) en la estación experimental La Compañía, Carazo. 2004-2005*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Cenida. UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30v182c.pdf>
- Varona, J., Díaz, E., Ravelo, R. 1984. *Fundamentos de Agronomía. Pueblo y Educación. La Habana Cuba, 1984*.
- Warnock, R., Valenzuela, J., Trujillo, A., Madriz, P. y Margaret, G. (2006). Área foliar, componentes de área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía tropical*, 56 (1), 21-42. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000100002
- Zapata, M. L. A., y Orozco, P. M. H. (1991). *Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L). Variedad revolución 81. En el ciclo de postrera 1989*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1556/1/tnh60z35.pdf>
- Zelaya, M. M. Y. (2015). *Evaluación agronómica de la variedad adaptada de amaranto (Amaranthus spp) bajo las condiciones climáticas en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-INTA San Isidro, del departamento de Matagalpa, año 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua]. Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/1888/1/5353.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo



Anexo 2. Delimitación del terreno



Anexo 3. Incorporación de rastrojo



Anexo 4. Siembra



Anexo 5. Trasplante



Anexo 6. Toma de datos



Anexo 7. Trampas amarillas

