



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivos
prehispánicos, en dos métodos de labranza, en la Cooperativa
de Proyectos Agropecuarios de Diriamba, Carazo, 2017

AUTORES

Br. Dennis Humbert Martínez Zeledón

Br. Edgard Junior Nicaragua Chamorro

ASESORES

MSc. Moisés Agustín Blanco Navarro

Ing. Norman Ibragin Cruz Vela

Ing. Enrique José Pereira Chavarría

Managua, Nicaragua

Enero, 2019



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivos
prehispánicos, en dos métodos de labranza, en la Cooperativa
de Proyectos Agropecuarios de Diriamba, Carazo, 2017

AUTORES

Br. Dennis Humbert Martínez Zeledón

Br. Edgard Junior Nicaragua Chamorro

ASESORES

MSc. Moisés Agustín Blanco Navarro

Ing. Norman Ibragin Cruz Vela

Ing. Enrique José Pereira Chavarría

**Presentado a la consideración del Honorable Tribunal
Examinador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo.**

Managua, Nicaragua

Enero, 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general:	3
2.2 Objetivos específicos:	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación y fecha del estudio	4
3.2 Diseño metodológico	4
3.3 Descripción de los tratamientos	5
3.4 Variables evaluadas	6
3.4.1 Variables de crecimiento	6
3.4.2 Variables de rendimiento	7
3.5 Análisis estadístico	9
3.6 Manejo agronómico	9
3.6.1 Preparación del terreno	9
3.6.2 Siembra	9
3.6.3 Manejo de plagas y enfermedades	9
3.6.4 Manejo de arvenses	9
3.6.5 Aporque	10
3.6.6 Cosecha	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de cultivo maíz-frijol	11
4.1.1 Influencia de la labranza sobre el cultivo de maíz en el sistema maíz-frijol	11
4.1.2 Influencia de la labranza sobre el cultivo de frijol en el sistema de maíz-frijol	17

4.2 Influencia de la labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de tres hermanas	21
4.2.1 Influencia de la labranza sobre el cultivo de maíz en el sistema de tres hermanas	21
4.2.2 Influencia de la labranza sobre el cultivo de frijol en el sistema de tres hermanas	24
4.2.3 Influencia de la labranza sobre el cultivo de ayote en el sistema de tres hermanas	26
4.3 Influencia de la labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de rescate maíz Pujagua-amaranto	27
4.3.1 Influencia de la labranza sobre el cultivo de maíz en el sistema de rescate maíz Pujagua-amaranto	27
4.3.2 Influencia de la labranza sobre el cultivo de amaranto, en el sistema de rescate maíz Pujagua- amaranto	30
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. LITERATURA CITADA	34
VIII. ANEXOS	38

DEDICATORIA

A Dios: Por permitirme el valioso privilegio de vivir y servirle.

A mis familiares: porque fueron el ejemplo para formar mi personalidad y carácter.

A mis amigos: Todas y todos valiosos para mi crecimiento como persona.

A mis maestros: Por su paciencia y dedicación en transmitir sus conocimientos.

A mis Compañeros y Compañeras de la Universidad: Les quiero demasiado.

Dr. Dennis Humbert Martínez Zedón

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre conmigo y darme la fuerza y sabiduría para finalizar mis estudios universitarios.

De manera especial a la memoria de mi padre Edgar Nicaragua (q.e.p.d) quien siempre deseó mi superación personal y me enseñó los valores más importantes en la vida, por guiarme por el buen camino y aun descansando ayudarme a culminar mi formación académica.

A mi madre Marina Chamorro, mi mayor motivación para seguir adelante, por estar conmigo en todo momento, por creer siempre en mí y brindarme el apoyo incondicional, sin ella nada de esto sería realidad.

A mis hermanas Xochilt e Iveth por su apoyo inmenso y la valiosa cooperación que me brindaron en todo momento que las necesite.

A mis amigos de la universidad que son muchos y no acabaría de mencionar pero gracias por compartir estos cinco años conmigo, a su lado viví gratos momentos y cada uno de ellos deja una huella imborrable en mi vida.

Dr. Edgard Junior Nicaragua Chamorro

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos fuerza, sabiduría y perseverancia para continuar bajo su protección siempre.

A nuestros asesores, el MSc. Moisés Blanco Navarro por compartir con nosotros sus valiosos conocimientos y su vasta experiencia, por inculcarnos la curiosidad de aprender sobre culturas internacionales en cuanto a agricultura se refiere y enseñarnos a poner en practica todo lo aprendido dentro de las posibilidades, al Ingeniero Norman Cruz Vela, por sus tan valiosos conocimientos científicos y apoyo, y al Ingeniero Enrique Pereira por colaborar participativamente en la revisión y corrección de este trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria, por ser nuestro mejor ejemplo en formación académica, humana y profesional.

A trabajadores y trabajadoras de la Facultad de Agronomía de la UNA por su arduo trabajo y dedicación, símbolo de esfuerzo y perseverancia, que contribuyeron para que nos formáramos como profesionales capaces y competentes.

A la Dirección de Investigación Extensión y Postgrado (DIEP), de la UNA por haber facilitado los recursos económicos y materiales para la realización de este trabajo de investigación.

Br. Dennis Humbert Martínez Zeledón

Br. Edgard Junior Nicaragua Chamorro

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Comportamiento de las variables del crecimiento de maíz, bajo sistema maíz-frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017	14
2. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz, bajo sistema maíz-frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017	16
3. Comportamiento de las variables del crecimiento de frijol bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017	19
4. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017	19
5. Comportamiento de las variables del crecimiento de maíz bajo sistema de tres hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017.....	22
6. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz bajo sistema de tres hermanas en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017.....	23
7. Comportamiento de las variables del crecimiento de frijol bajo el sistema de tres hermanas en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017.....	24
8. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol, bajo sistema de tres hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017.....	25
9. Comportamiento de las variables del crecimiento de maíz bajo sistema de maíz Pujagua-amaranto, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017.....	28
10. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz bajo sistema de maíz Pujagua-amaranto, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017.....	29
11. Comportamiento de las variables del crecimiento de amaranto, bajo sistema de maíz Pujagua-amaranto, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Influencia de dos métodos de labranza sobre la altura de maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017	11
2. Influencia de dos métodos de labranza en el diámetro del tallo de maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017	12
3. Influencia de dos métodos de labranza sobre el número de hojas en maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017	13
4. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha ⁻¹ de maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017	17
5. Influencia de dos métodos de labranza sobre la altura de frijol, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017	18
6. Influencia de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha ⁻¹ de frijol bajo sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017	21
7. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha ⁻¹ de maíz bajo sistema de tres hermanas, Diriamba, Carazo, 2017	23
8. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha ⁻¹ de frijol bajo sistema de tres hermanas, Diriamba, Carazo, 2017	26
9. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha ⁻¹ de maíz Pujagua bajo sistema de Pujagua-amaranto, Diriamba, Carazo, 2017	29
10. Influencia del método de labranza sobre el rendimiento kg ha ⁻¹ de amaranto en el sistema de maíz Pujagua-amaranto, Diriamba, Carazo, 2017.....	31

RESUMEN

El ensayo se estableció en la Finca El Madroño, propiedad de la Cooperativa de Productores Agropecuarios de Diriamba (COOPAD), ubicada en el municipio de Diriamba, Carazo, durante el ciclo abril-diciembre 2017, con el propósito de evaluar la influencia de dos métodos de labranza; camellones prehispánicos y labranza convencional, sobre las características agronómicas de cuatro cultivos establecidos en tres sistemas: sistema tradicional maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), sistema de tres hermanas maíz, frijol y ayote (*Cucúrbita moschata* Duch.) y un sistema de rescate maíz Pujagua y amaranto (*Amaranthus cruentus* L.). Se establecieron dos parcelas experimentales, una con los tres sistemas en camellones prehispánicos y la otra parcela con los mismos tres sistemas, pero en labranza convencional, tomando como parcela útil 12 plantas de cada parcela. Se cuantificaron las variables de crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos. Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre los métodos de labranza para las variables diámetro del tallo de maíz en camellones prehispánicos con 2.63 cm y 2.05 cm en labranza convencional, también en el sistema maíz y frijol se obtuvo una mayor altura en las plantas de frijol en camellones prehispánicos con 11 cm, en comparación con las establecidas en labranza convencional con 8 cm, en cuanto al ancho de hoja de frijol en el mismo sistema, fue mayor en labranza convencional con 6.36 cm y en camellones prehispánicos 5.79 cm, mientras que para el resto de variables no se observaron diferencias estadísticamente significativa.

Palabras clave: Maíz, Frijol, Ayote, Amaranto, Labranza, Camellones prehispánicos

ABSTRACT

The trial was installed in the El Madroño farm, property of the Cooperativa de Productores Agropecuarios de Diriamba (COOPAD), located in the municipality of Diriamba, Carazo, during the year 2017. The objective is to evaluate the influence of two tillage methods, pre-Hispanic ridges and conventional tillage, on the agronomic characteristics of four crops established in three systems: traditional system corn (*Zea mays* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.), a less utilized system of three sisters- corn, beans and squash (*Cucúrbita moschata* Duch) and a system of rescue maize pujagua and amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). Two experimental plots were established; one with the three systems in pre-hispanic ridges and the other plot with the same three systems but in conventional tillage. Twelve plants were used for each plot. The growth and yield variables of the established crops were quantified. The results obtained indicate that there are significant differences ($P \leq 0.05$) between the tillage methods for the variables stem diameter of corn in pre-Hispanic ridges with 2.63 cm and 2.05 cm in conventional tillage, also in the corn and bean system was obtained a higher height in bean plants in pre-Hispanic ridges with 11 cm, compared to those established in conventional tillage with 8 cm, in terms of the width of bean leaf in the same system, was higher in conventional tillage with 6.36 cm and in ridges pre-hispanic 5.79 cm. As for the other variables, no statistically significant differences were observed.

Keywords: Maize, Common bean, Pumpkin, Amaranto, Tilling, Prehispanic ridges.

I. INTRODUCCIÓN

Mesoamérica ha sido el origen y centro de diversidad genética de algunos de los cultivos alimentarios más importantes para la humanidad. Basta sólo con mencionar cultivos como el maíz (*Zea mays* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); otros cultivos como el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), el chile (*Capsicum annuum* L.), la calabaza (*Cucúrbita moschata* Duch.), el amaranto (*Amaranthus cruentus* L.), el cacao (*Theobroma cacao* L.), la vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews.), diferentes cactáceas y diversos alimentos preparados a base de insectos y hongos comestibles, para dar cuenta de sólo una muestra de la riqueza nutricional que nuestra región ha aportado al mundo (Paredes *et al.*, 2006).

Investigaciones arqueológicas indican que el maíz existió en América en forma silvestre desde aproximadamente ocho mil años y este actualmente representa uno de los alimentos de mayor consumo popular en el continente ya que constituye una fuente de carbohidratos indispensables para una adecuada nutrición del organismo humano (Somarriba, 1998).

En América Latina, el cultivo del frijol, junto con el del maíz, representa toda una tradición productiva y de consumo de distintas maneras alimentarias y socioeconómicas, que le han permitido trascender hasta la actualidad. Su presencia a lo largo de la historia lo ha convertido no sólo en un alimento tradicional, sino además en una identidad cultural. Actualmente se le continúa considerando como uno de los cultivos de mayor importancia, en la economía como fuente de ingreso siendo a la vez una garantía de seguridad alimentaria (Paredes *et al.*, 2006).

De acuerdo con Grandes (2015), el amaranto es un cultivo andino, que fue domesticado hace aproximadamente 4000 años por las culturas precolombinas, el cual ha sufrido erosión genética muy amplia debido a la introducción de semillas en la conquista española como el haba (*Vicia faba* L.), el trigo (*Triticum sp* L.), las arvejas (*Pisum sativum* L.) entre otros.

Este cultivo cuenta con una proteína de excelente calidad, ya que es la única entre los vegetales de su tipo que contiene todos los aminoácidos esenciales (aquellos que el organismo no puede producir), como son la leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina e isoleucina. Estos aminoácidos, son básicos para la buena salud del organismo (Grandes, 2015).

Moreno (1979), afirma que un sistema de producción de cultivos es el conjunto de actividades aplicadas y materiales utilizados en un cultivo, o un conjunto de ellos, transformando los recursos de un ambiente dado, en productos que satisfagan la necesidad del productor y la sociedad. A la vez indica, que la disposición de cultivos en el tiempo y espacio, se denomina arreglo de cultivos, y al conjunto de interacciones entre los cultivos integrantes del sistema de producción, sistema de cultivos.

La FAO (2001), reafirma en documentos publicados que la labranza convencional es una de las principales causas de la grave pérdida de suelos en muchos países en desarrollo. Con la difusión de maquinaria e implementos agrícolas los productores y campesinos comenzaron a creer que mientras más se labraran los suelos, mayores rendimientos se obtendrían. A mayor labranza, más erosión y degradación de los suelos, en especial en las zonas más cálidas, donde la capa superior de los suelos es más fina.

Una forma de tecnología agrícola intensiva, los camellones, fue ampliamente utilizada durante el período prehispánico. Erickson (1986), afirma que esta práctica agrícola crea un medio de tierra fértil de gran profundidad. Las zanjas entorno a los camellones conservan agua y permiten que haya una mejor infiltración de la misma, quedando disponible para la absorción del sistema radicular del cultivo. Erickson (1999), 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.

Con el presente trabajo de investigación se pretende estudiar el efecto de estos dos métodos de labranza en el crecimiento y rendimiento de cuatro cultivos prehispánicos establecidos en tres sistemas de cultivos. De esta forma se dará seguimiento al comportamiento de las variables en estudio para futuras recomendaciones en cuanto al uso de estas tecnologías tan útiles y efectivas pero a la vez olvidadas en la historia.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- Evaluar el efecto de dos métodos de labranza sobre el crecimiento y rendimiento de cuatro cultivos prehispánicos.

2.2 Objetivos específicos:

1. Demostrar el efecto de dos métodos de labranza sobre las variables de crecimiento de cuatro cultivos prehispánicos.
2. Comparar el efecto de dos métodos de labranza sobre los componentes del rendimiento de cuatro cultivos prehispánicos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fecha del estudio

El ensayo se estableció en la finca El Madroño propiedad de la Cooperativa de Proyectos Agropecuarios (COOPAD), Diriamba Carazo, del cementerio 500 m al Oeste. Las coordenadas geográficas son 11° 51' 13" de latitud Norte y 86° 15' 18" de longitud Oeste, con una altura aproximada a 536 msnm. El clima es de tipo húmedo, relativamente fresco la mayor parte del año, su temperatura oscila entre 25 y 30 °C, y precipitaciones que alcanzan entre los 1 200 a 1 400 mm anuales (INIDE, 2008), el experimento se realizó entre los meses de abril-diciembre del año 2017.

3.2 Diseño metodológico

El estudio consistió en la evaluación de dos métodos de labranza camellón prehispánico y labranza convencional con el objetivo de determinar en cuál de ellas se obtiene mejores resultados en cuanto a crecimiento y rendimiento en los tres sistemas de cultivos.

Los sistemas de cultivos establecidos para cada método de labranza, son los siguientes:

- Sistema Tradicional de asocio: Maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)
- Sistema Antiguo de las Tres Hermanas: Maíz y Frijol, más el cultivo de Ayote (*Cucúrbita moschata* Duch.)
- Sistema de Rescate usando Maíz Pujagua y amaranto (*Amaranthus cruentus* L.)

3.3 Descripción de los tratamientos

El ensayo se estableció como un diseño experimental en parcelas independientes, comparando dos métodos de labranza; camellón prehispánico y convencional. El área experimental tenía una extensión de 168 m², cada parcela y cada método de labranza se delimitó a un área de 30 m², que a la vez contenía tres sistemas de cultivo en 9 m² para un total de 6 parcelas comparativas con labranza prehispánica y 6 parcelas comparativas con labranza convencional (Ver Anexo 1).

El primer tratamiento comprendió el sistema tradicional de asocio entre frijol y maíz. En este tratamiento se establecieron 3 surcos en cada camellón, respectivamente; en los surcos laterales se dio una distancia de 50 cm entre planta y planta de maíz y 50 cm entre planta y planta de frijol, se intercalaron una planta de maíz y una de frijol en el mismo surco.

En el surco interior se establecieron plantas de frijol a una distancia de 25 cm entre planta y planta y a 30 cm entre surcos.

El segundo tratamiento fue el sistema que en la actualidad es muy poco utilizado por productores mejor conocido como tres hermanas: maíz y frijol, más el cultivo de ayote.

Para este segundo tratamiento se sembraron las semillas de maíz en los dos surcos laterales del camellón a una distancia de 50 cm entre planta y planta y 30 cm entre surcos. Quince días después se sembraron las semillas de frijol en los surcos laterales a 50 cm quedando intercalados como asocio con las plántulas de maíz, quince días posteriores se sembraron en el centro de cada camellón tres semillas de ayote en cada postura a una distancia de 1 metro entre posturas, quedando nada más dos plantas por surco.

El tercer tratamiento fue el sistema de rescate maíz Pujagua y amaranto, esto debido a que son cultivos que se van dejando de producir por la implementación de otras variedades mejoradas, así se fomenta el uso de ellos, además presentan gran aporte nutricional para sus consumidores.

Este tratamiento consistió en sembrar las semillas de maíz en los dos surcos laterales de la sub parcela a una distancia de 50 cm entre planta y planta y 30 cm entre surcos, también se sembraron las semillas de amaranto al chorrío en el surco central del camellón, para posteriormente realizar el raleo.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Variables de crecimiento

3.4.1.1 Maíz

Altura de la planta (cm)

Esta se midió con una cinta métrica en cm desde la superficie del suelo hasta el último nudo del tallo principal, empezando desde el día 15 hasta los 56 dds, con una frecuencia de 15 días.

Diámetro del tallo (cm)

Se midió en cm, cada 15 días desde la floración hasta la formación de chilote, utilizando un vernier.

Número de hojas por planta

En esta variable se contaron todas las hojas de cada una de las 12 plantas ubicadas en la parcela útil.

3.4.1.2 Frijol

Altura de la planta (cm)

Esta variable se midió con una cinta métrica en cm desde la punta de la inserción de la raíz hasta el último meristemo apical del tallo.

Longitud de hojas

Se midió en centímetros, desde el punto de inserción de la lámina foliar en el peciolo, hasta el ápice del foliolo.

Ancho de las hojas

Se midió en centímetros la distancia que va de borde a borde en el punto donde el foliolo central es más amplio, en frijol.

3.4.1.3 Amaranto

Altura de la planta (cm)

Esta variable se midió en cm desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja con una cinta métrica.

3.4.1.4 Ayote

Número de hojas

Se contabilizó, el número de hojas presentes en la planta.

Longitud de guía (cm)

Se midió la longitud de la guía principal.

3.4.2 Variables de rendimiento

3.4.2.1 Maíz

Número de hileras por mazorca

En esta variable se contó el número de hileras contenido en doce mazorcas tomadas al azar, iniciando el conteo a partir del centro de la mazorca.

Número de granos por hilera

Consistió en contabilizar el número de granos por hileras de cada mazorca, realizándose el conteo para doce muestras.

Peso de mil granos (g)

Aplicando las normas del ISTA (1985), se obtuvieron ocho réplicas de cien granos, se pesaron en una báscula digital marca KERN y luego se determinó el promedio con las réplicas anteriores luego se multiplico por diez para obtener el peso de mil granos.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Una vez realizada la cosecha y pesado el producto de cada parcela útil, se procedió a hacer una relación de producto final por hectárea.

3.4.2.2 Frijol

Número de vainas por planta

Para su registro se tomaron 12 plantas de la parcela útil y se realizó el conteo del número total de vainas con al menos una semilla viable en cada planta muestreada, posteriormente se calculó el promedio por planta.

Número de granos por vaina

Se determinó con las vainas obtenidas de las 12 plantas de la parcela útil luego se promedió el número de granos por vaina

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Para su cálculo se pesó lo cosechado en cada parcela útil, luego se procedió a hacer una relación por hectárea.

3.4.2.3 Amaranto

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Para su obtención se pesaron todas las plantas de amaranto en cada parcela útil, luego se procedió a hacer una relación por hectárea.

3.4.2.4 Ayote

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Se pesó todo lo cosechado en cada parcela útil, luego se procedió a convertir el rendimiento a hectárea.

3.5 Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante comparaciones estadísticas a partir de T-Student, con la ayuda del programa MINITAB 17.

3.6 Manejo agronómico

3.6.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de manera mecánica, utilizando machetes, piochas y azadones, en los tratamientos con labranza convencional se removió el suelo de las parcelas y se trazaron los surcos para la siembra. (Ver Anexo 2)

Los camellones prehispánicos se construyeron de forma rectangular alineados con estacas de madera en los extremos y unidas con una lienza; para alcanzar un nivel más elevado de talud, de 30 cm en relación al terreno, para ello se zanjeo alrededor y la tierra y residuos vegetales adyacentes obtenidos fueron colocados sobre la superficie delimitada de cada camellón, a diferencia de la labranza convencional, los camellones prehispánicos además, fueron cubiertos por el material orgánico que estaba presente en el mismo sitio donde se llevó a cabo el ensayo.

3.6.2 Siembra

La siembra se realizó de forma manual con palustres de jardinería, se depositaron las semillas en los surcos en cada tratamiento y con sus respectivas distancias de siembra. (Ver Anexos 3 y 4).

3.6.3 Manejo de plagas y enfermedades

No se realizó ningún control químico para plagas ni enfermedades en ninguno de los tratamientos. La macro fauna se manejó con el propósito de observar en cuál de los dos ambientes se encontraba mayor diversidad de insectos benéficos e insectos plagas, lo cual era interesante para este trabajo, saber en qué método de labranza había menos afectación.

3.6.4 Manejo de arvenses

Este manejo se realizó en asocio con el aporque, cada 15 días, de forma mecánica, utilizando herramientas de trabajo como: azadón, machete y rastrillo

3.6.5 Aporque

El aporque contribuye al manejo de arvenses, a que las plantas conserven humedad para un mejor anclaje y desarrollo de las raíces al suelo y evitar el acame.

La realización de esta actividad consistió en apilar tierra extraída de las calles entre los surcos y depositarlas al pie de la planta, esta práctica se inició 20 días después de la siembra y continuó cada 15 días; se llevó a cabo en todos los tratamientos.

3.6.6 Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual a los 120 días después de la siembra (dds) en maíz y en frijol; a los 150 dds en amaranto al completar el ciclo del cultivo, como referencia se tomó en cuenta las características del índice de cosecha propias de cada cultivo.

En las parcelas útiles de los tratamientos que incluían maíz y frijol se cosecharon 12 plantas de cada cultivo.

En los tratamientos con amaranto se tomó como parcela útil todas las plantas de cada parcela, para esto se utilizaron bolsas de papel craft, en las que se depositaba directamente todo el racimo de semilla cosechada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de cultivo maíz-frijol

4.1.1 Influencia de la labranza sobre el cultivo de maíz en el sistema maíz-frijol

4.1.1.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento de maíz en el sistema maíz-frijol

Altura de la planta (cm)

La altura de la planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, es indicativo de la velocidad de crecimiento. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, (Somarriba, 1998).

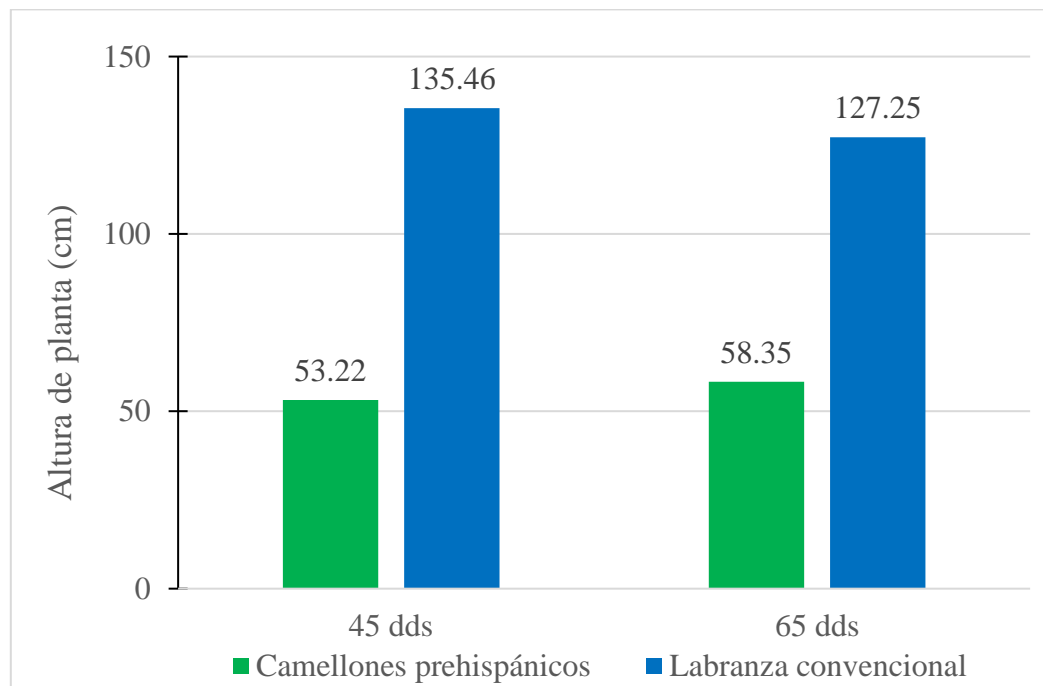


Figura 1. Influencia de dos métodos de labranza sobre la altura de maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017

En la Figura 1 se observó el comportamiento que presentó la variable altura de planta, donde se aprecia que desde los 15 dds a los 45 dds, no mostró diferencias significativas notables en el crecimiento tanto en camellones prehispánicos como en labranza convencional.

Los resultados obtenidos en esta variable muestran un incremento en la altura de la planta en camellones prehispánicos, esto se debe a que el crecimiento del maíz es lento en su primera fase de desarrollo; a los 65 dds alcanzó un promedio de 135.46 cm de altura; mientras que en labranza convencional el promedio alcanzado fue de 127.25 cm. Según el análisis realizado no existe diferencia estadísticamente significativa esto se puede apreciar en la Figura 1.

Diámetro del tallo (cm)

La resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo, afirma Torres (1993). La competencia por luz, provoca una elongación de los tallos y entrenudos más largos, plantas más altas y reducción del grosor de los tallos, favoreciendo el acame de las plantas según Alvarado y Centeno (1994).

En la Figura 2, se puede apreciar que el método de labranza que obtuvo mayor diámetro del tallo fue camellones prehispánicos con 2.63 cm, mientras que en labranza convencional se obtuvo una media de 2.05 cm.

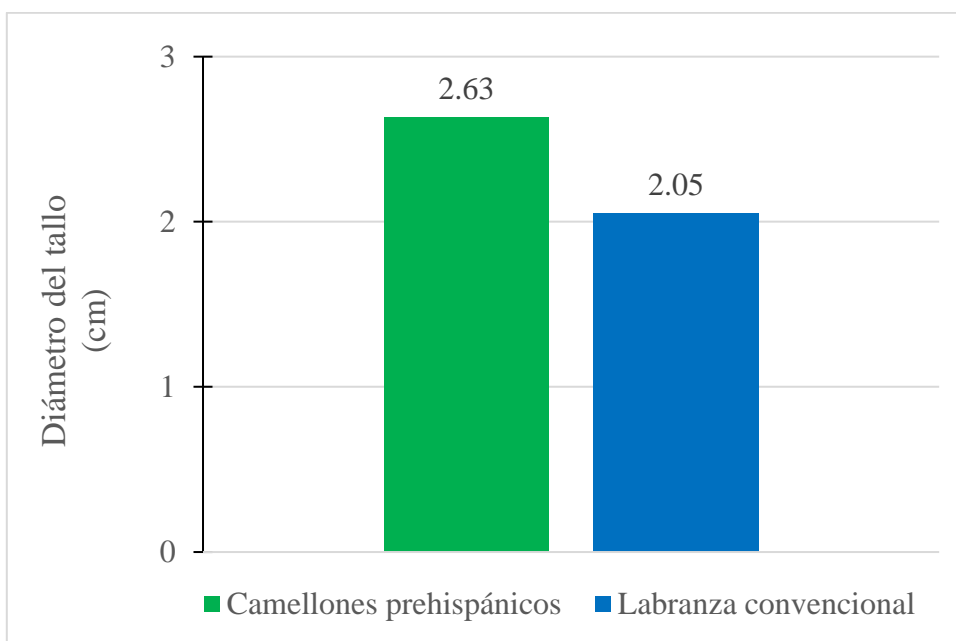


Figura 2. Influencia de dos métodos de labranza en el diámetro del tallo de maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017

El análisis estadístico realizado indica que existen diferencias significativas para esta variable esto se puede observar en el Cuadro 1.

Este lo atribuimos a que las plantas de maíz presentaron mayor número de hojas, lo que implica que hubo una actividad fotosintética que influyó en el engrosamiento de los tallos, aprovechando la circulación de agua y minerales que este mecanismo fisiológico los transforma en productos orgánicos de la fotosíntesis.

Número de hojas por planta

Según el MIDINRA (1982), la importancia del número de hojas que tenga la planta de maíz, radica en que las hojas llevan a cabo la fotosíntesis, que es la manufactura de alimento a partir de las materias primas obtenidas del suelo y del aire, mediante el uso de la energía solar; asegura que la hoja bandera o última hoja, responde cerca del 80 % del llenado de grano.

El promedio más frecuente de hojas es de 12 a 18, con un promedio de 14. Este obviamente depende del número de nudos del tallo y de la variedad; biológicamente de cada nudo emerge una hoja (Robles, 1990). En este caso en particular, ambos tratamientos se acercaron al promedio, pero fue en camellones prehispánicos que se obtuvo un mayor número de hojas así como aparece en la Figura 3.

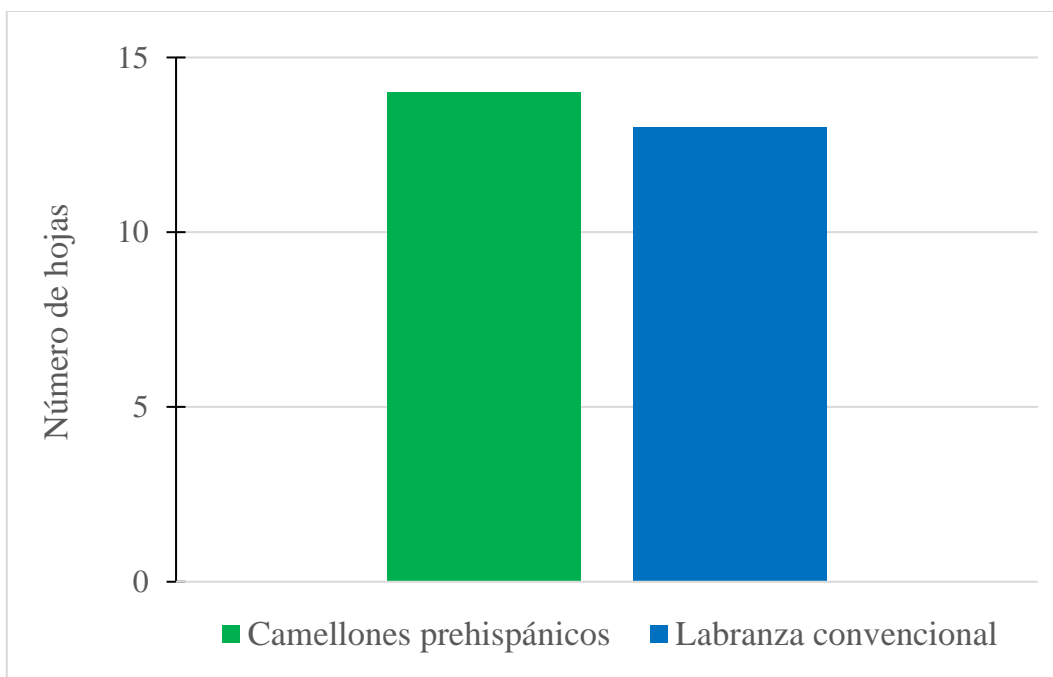


Figura 3. Influencia de dos métodos de labranza sobre el número de hojas en maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017

Estadísticamente no existe diferencia significativa para los datos evaluados en esta variable como se observa en el Cuadro 1, sin embargo consideramos que este descriptor está relacionado directamente con el diámetro del tallo y el número de hojas se atribuye al material vegetal de cosechas anteriores el cual se colocó encima de la superficie de los camellones como cobertura, que al descomponerse enriqueció el suelo mejorando su estructura y nutrientes (Composición físico-químico), permitiendo un desarrollo eficiente de las plantas de maíz en los camellones prehispánicos.

Reyes y Alarcón (2008), mencionan que las cubiertas orgánicas de origen vegetal al pasar el tiempo proporcionan la liberación lenta de nitrógeno y otros nutrimentos necesarios para el desarrollo de la planta, además el uso de estas coberturas aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, la disponibilidad de fósforo y potasio intercambiable, al mismo tiempo mejoran la porosidad y capacidad de retención de humedad.

Cuadro 1. Comportamiento de las variables del crecimiento de maíz, bajo sistema maíz-frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	AP (cm)	DT (cm)	NH
		45 dds	65 dds		
Maíz	C.P	53.1	135.46	2.633	14
	L.C	58.3	127.25	2.055	13
Pr = F		0.834	0.734	0.000	0.573

AP: Altura de la planta

DT: Diámetro del tallo

NH: Número de hojas

C.P: Camellones prehispánico

L.C: Labranza convencional

4.1.1.2 Influencia de la labranza sobre el rendimiento del maíz en el sistema maíz-frijol

Número de hileras por mazorca

Diversos autores como Contreras (1994); Alvarado y Centeno (1994), afirman que la fisiología del maíz está determinada en gran medida por el factor genético, pero que el diámetro de la mazorca puede aumentar relativamente con la fertilización, no así el número de hileras por mazorca.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los métodos de labranza, no se encontraron diferencias significativas respecto al número de hileras por mazorca así como podemos apreciar en el Cuadro 2.

El método de labranza camellones prehispánicos, presentó mayor número de hileras por mazorca, con un promedio de 13.16 superando al método de labranza convencional que alcanzó un promedio de 13 hileras. Este resultado se debe a que el número de hileras por mazorca está influenciado por características propias de la variedad y que en este caso los métodos de labranza no ejercieron ningún efecto sobre la variable.

Número de granos por hilera

Blandón y Smith (2001), en su trabajo de investigación consideran que una adecuada dosis de nitrógeno aplicada al cultivo, tiene influencia positiva sobre los componentes de los rendimientos entre ellos el número de granos por hilera. El número de granos por hilera está influenciado por el número de óvulos por hileras y a la vez por la nutrición mineral e hídrica, así como por la densidad y la profundidad de las raíces. Jugenheimer (1981), afirma que el número de granos está determinado por la longitud y el número de hileras por mazorca.

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos, que se observan en el Cuadro 2, el número de granos por hilera no muestran diferencias significativas, el método de labranza camellones prehispánicos presentó un promedio de 30.83 granos por hilera y el método de labranza convencional un promedio de 30.67 granos por hilera.

Peso de 1 000 granos (g)

Según FAO (2001), los granos de maíz, se desarrollan mediante la acumulación de los productos fotosintéticos, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina, denominada espiga.

El peso de los granos es afectado por factores ambientales y genéticos, esto demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes por la planta hacia el grano, lo que se traduce en calidad y rendimiento de la planta (Andrade, 1996).

La prueba estadística realizada en esta variable, refleja que no hubo diferencias significativas para el peso de 1 000 granos así como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz, bajo sistema maíz-frijol, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	Nh/mzca	Ng/h	PMG (g)
Maíz	C.P	13.17	30.83	295.37
	L.C	13.00	30.67	294.87
Pr = F		0.634	0.853	0.230

Nh/mzca: Número de hilera por mazorca

Ng/h: Número de granos por hilera

Pmg: Peso de mil granos

C.P: Camellones prehispánicos

L.C: Labranza convencional

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Según Tapia (1980), el rendimiento de cualquier cultivo es el producto de un conjunto de factores, tales como el nivel nutricional del suelo y la competencia entre las plantas y malezas.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los métodos de labranza en cuanto a rendimiento.

En la Figura 4 se pudo observar que en el método de labranza camellones prehispánicos se obtuvo rendimientos de 5 600 kg ha⁻¹ atribuyéndose a que las plantas establecidas en camellones presentaron un número mayor de hojas demostrando una mejor asimilación de productos fotosintéticos que se almacenan en los tallos, los que además obtuvieron mayor diámetro, haciendo que tuviesen una mayor reserva de carbohidratos y al momento de la formación de las mazorcas se hizo uso de esa energía almacenada produciendo más granos con mayor peso.

Según datos del VIII censo de población y VI de vivienda una familia está conformada en promedio por 6 personas y datos de FAOSTAT nos afirma que una persona consume 68 kg de maíz y 23 kg de frijol en un año (ver Anexo 5).

Aunque no hay diferencia estadística significativa se puede concretizar que:

Con los 5 600 kg obtenidos en camellones prehispánicos 82.3 personas se pueden alimentar en un año haciendo un total de 13.7 familias, 5 040 kg obtenidos en labranza convencional se pueden alimentar 74.11 personas en un año haciendo un total de 12.3 familias.

La diferencia producida en camellones prehispánicos se pueden alimentar 8.23 personas más, lo que se traduce una familia más. Esto reafirma el sentido de seguridad alimentaria de este trabajo.

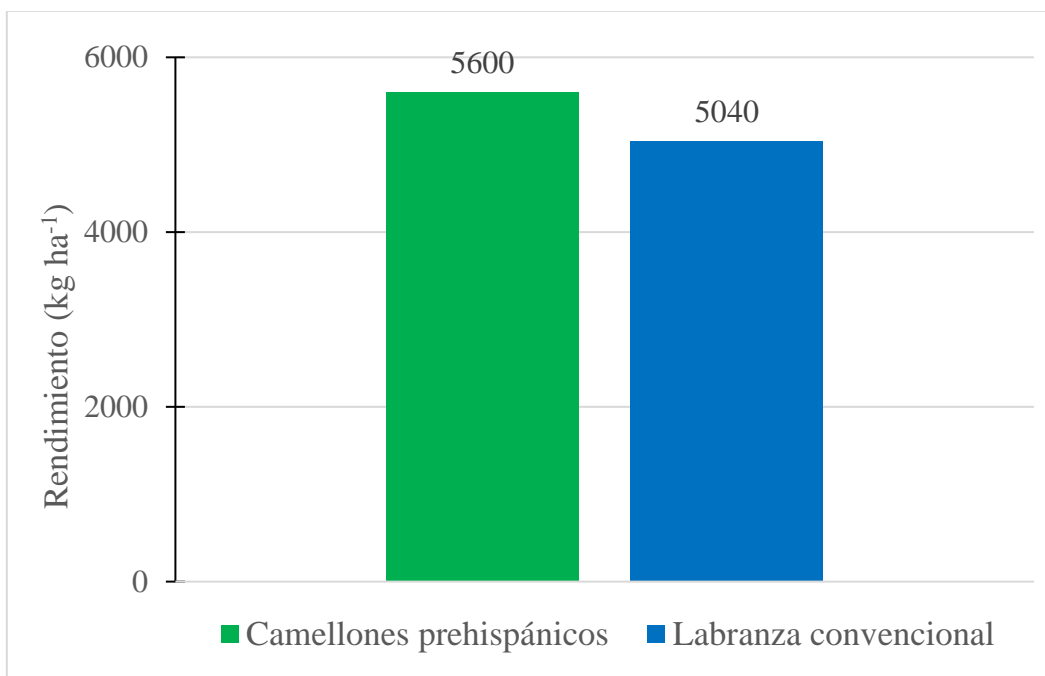


Figura 4. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha⁻¹ de maíz, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017

4.1.2 Influencia de la labranza sobre el cultivo de frijol en el sistema de maíz-frijol

4.1.2.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento de frijol en el sistema maíz-frijol

Altura de la planta (cm)

La altura de planta en el cultivo del frijol es muy importante por la competencia interespecífica que se puede dar entre el cultivo y la maleza, por la sanidad de las primeras vainas, enfermedades fungosas y la relación existente con el rendimiento (Sánchez, 1990).

Según el análisis de varianza realizado en esta variable, existen diferencias estadísticamente significativas así como aparece en el Cuadro 3, esto se debió probablemente a que las plantas de frijol establecidas en camellones prehispánicos tenían más acceso a la humedad del suelo ya que este contenía cobertura de los residuos de cosechas anteriores, en comparación con las plantas establecidas en labranza convencional en el cual el suelo conservaba menor humedad. Esto también se puede apreciar con las medias obtenidas, en la Figura 5.

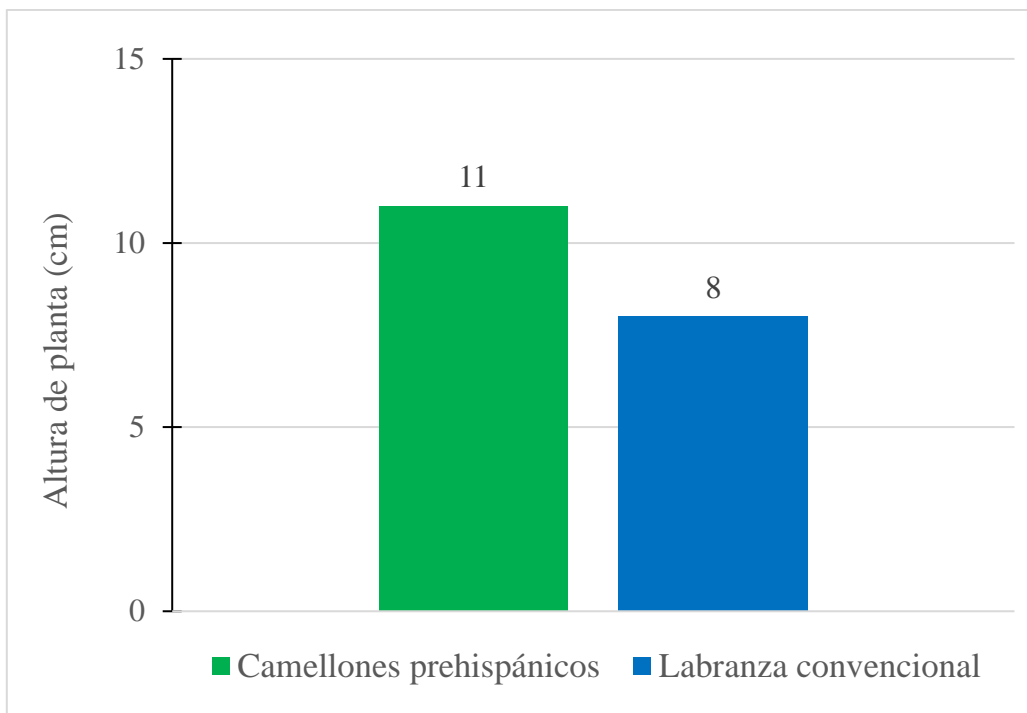


Figura 5. Influencia de dos métodos de labranza sobre la altura de frijol, en el sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017

Longitud de la hoja

Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de ésta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos. Las hojas, son los principales órganos responsables de la fotosíntesis e intercepción de luz (Gardner *et al.*, 1985).

El análisis estadístico realizado mostró diferencias significativas para esta variable como se muestra en el Cuadro 3, según los datos obtenidos, las plantas establecidas en labranza convencional presentaron una mayor longitud de hojas con 22.43 cm de promedio, en comparación con las plantas establecidas en camellones prehispánicos con 16.44 cm de promedio.

Ancho de la hoja

Según Marengo y Laguna (2003), el área foliar se encuentra estrechamente relacionado con la madurez fisiológica del cultivo, puesto que a partir de los 55 días después de la siembra se aprecia claramente una reducción del ancho de la hoja.

Para esta variable no hubo diferencias estadísticamente significativas, según el análisis realizado esto se puede observar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Comportamiento de las variables del crecimiento de frijol bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	LH (cm)	AH (cm)
Frijol	C.P	11.6	16.44	5.79
	L.C	7.80	22.43	6.36
Pr = F		0.000	0.008	0.224

CP: Camellones prehispánicos
AP: Altura de la planta

LC: Labranza convencional
LH: Longitud de las hojas

AH: Ancho de la hoja

4.1.2.2 Influencia de la labranza sobre el rendimiento de frijol en el sistema maíz-frijol

Número de vainas por planta

Mezquita (1973), plantea que el número de vainas por plantas está determinado por factores ambientales, en la época de floración (temperatura, viento y agua) y por el estado nutricional en la fase de formación de vainas y granos (efecto de competencia), y siempre está relacionado con el rendimiento.

El número de vainas está en dependencia del número de flores que tenga la planta, sin embargo, un mayor número de vainas por planta puede provocar reducciones en el número de granos por vainas, peso de los granos y por lo tanto reducir el rendimiento (White, 1985). De acuerdo a lo planteado por INTA (2013), el promedio de vainas por planta para la variedad DOR-364 es de 10-14.

Con relación a esta variable, el análisis estadístico no reflejó significancia entre los métodos de labranza así como se observa en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol bajo sistema maíz-frijol en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	Vainas/planta	Granos/vaina
Frijol	C.P	6.08	5.50
	L.C	6.25	5.66
Pr = F		0.724	0.581

C.P: Camellones prehispánico

L.C: Labranza convencional

El método de labranza convencional alcanzó el mayor número de vainas con 6.25, superando al método de camellones prehispánicos. Los resultados obtenidos en este estudio están por debajo de los promedios normales de la variedad utilizada (INTA, 2013).

Número de granos por vaina

Según Artola (1990), el número de granos por vainas es una característica genética propia de cada variedad que se altera poco con las condiciones ambientales. El rendimiento es dependiente del número de granos por vainas, por lo cual esta variable influye en la obtención de mayor o menor rendimiento. INTA (2013), reporta que la variedad DOR-364 presenta como promedio entre 5-7 granos por vainas.

El método de labranza convencional demostró tener el mayor número de granos por vainas alcanzando 5.66 granos superando al método de camellón prehispánico.

Comparando los dos métodos de labranza no se presentan diferencias estadísticas significativas esto lo podemos apreciar en el Cuadro 4. Los resultados obtenidos están en el rango de los promedios normales de la variedad DOR-364 planteado por INTA (2013).

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Compton (1985), argumenta que el rendimiento de granos es el resultado de un sin número de factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí para luego expresarse en producción por hectárea.

Otros autores como Tapia y Camacho (1998), mencionan que el rendimiento depende del genotipo de la variedad, de la ecología y del manejo a que se somete el cultivo. Además de estos factores, en el rendimiento se refleja la efectividad del manejo agronómico que se le ha dado al cultivo desde antes de su establecimiento, como a lo largo de su ciclo.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los métodos de labranza en cuanto a rendimiento. En el método de labranza convencional se obtuvo el mayor rendimiento con 1 653.3 kg ha⁻¹ a como se refleja en la Figura 6.

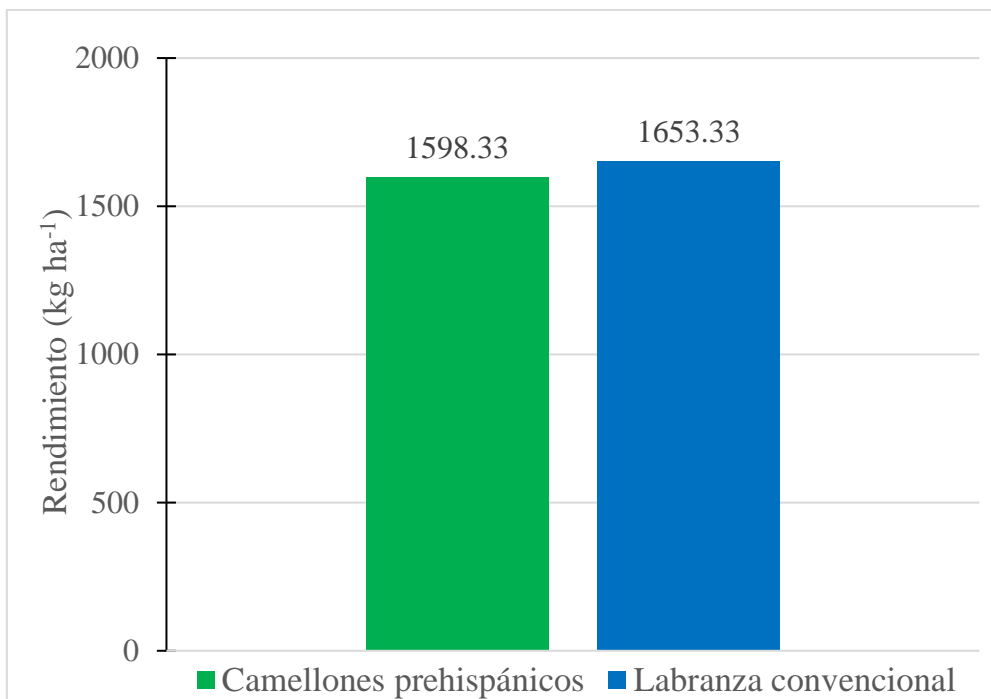


Figura 6. Influencia de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha⁻¹ de frijol bajo sistema maíz-frijol, Diriamba, Carazo, 2017

A pesar de que no hay diferencia estadística significativa se puede concretizar que con estos 1 598.33 kg ha⁻¹ obtenidos en camellones prehispánicos 69 personas se pueden alimentar en un año haciendo un total de 11.5 familias y con los 1 653.33 kg se pueden alimentar 71.8 personas en un año haciendo un total de 11.9 familias. Con la diferencia producida en frijol de labranza convencional se pueden alimentar 2 personas más.

4.2 Influencia de la labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de tres hermanas

4.2.1 Influencia de la labranza sobre el cultivo de maíz en el sistema de tres hermanas

4.2.1.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento de maíz en el sistema de tres hermanas

Altura de la planta (cm)

Según el análisis estadístico realizado, la influencia que ejerció la labranza sobre la altura de la planta en maíz fue no significativa ya que las plantas de maíz presentaron comportamientos similares en los dos sistemas de cultivos evaluados como se muestra en el Cuadro 5.

Diámetro del tallo

En el Cuadro 5 se aprecia que existen diferencias significativas para esta variable. En este caso los camellones prehispánicos ejercieron mayor influencia sobre el diámetro del tallo con 2.17 cm y 1.98 cm en labranza convencional respectivamente.

Número de hojas

No se encontraron diferencias estadísticamente significantes, así como aparece reflejado en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Comportamiento de las variables del crecimiento de maíz bajo sistema de tres hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	DT (cm)	NH
Maíz	C.P	57.4	2.17	15
	L.C	69.7	1.98	14
Pr = F		0.678	0.003	0.520

AP: Altura de la planta

DT: Diámetro del tallo

NH: Número de hojas

C.P: Camellones prehispánicos

L.C: Labranza convencional

4.2.1.2 Influencia de la labranza sobre el rendimiento de maíz en el sistema de tres hermanas

Número de hileras por mazorca

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza no se presenta diferencias estadísticas significativas respecto al número de hileras por mazorca tanto en camellones prehispánicos y labranza convencional esto lo vemos reflejado en el Cuadro 6.

En el método de labranza camellones prehispánicos presentó el mayor número de hileras con 13.47 superando al método de labranza convencional que obtuvo 13 hileras.

Número de granos por hilera

Según los resultados obtenidos, los métodos de labranza no mostraron diferencias estadísticas significativas, el método de labranza camellones prehispánicos obtuvo un valor de 32.33 granos por hilera y labranza convencional 31.67 granos por hilera así como aparece en cuadro 6.

Peso de 1 000 granos (g)

La prueba estadística realizada en esta variable, refleja que no hubo diferencia significativa para el peso de 1 000 granos (cuadro 6).

Cuadro 6. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz bajo sistema de tres hermanas en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	Nh/mzca	Ng/h	PMG (g)
Maíz	C.P	13.42	32.33	295.5
	L.C	13.00	31.67	294.63
Pr = F		0.085	0.347	0.002

Nh/mzca: Número de hilera por mazorca

Ng/h: Número de granos por hilera

Pmg: Peso de mil granos

C.P: Camellones prehispánicos

L.C: Labranza convencional

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los métodos de labranza en cuanto a rendimiento. En el método de labranza camellones prehispánicos se obtuvo el mayor rendimiento con 5 720 kg ha⁻¹.

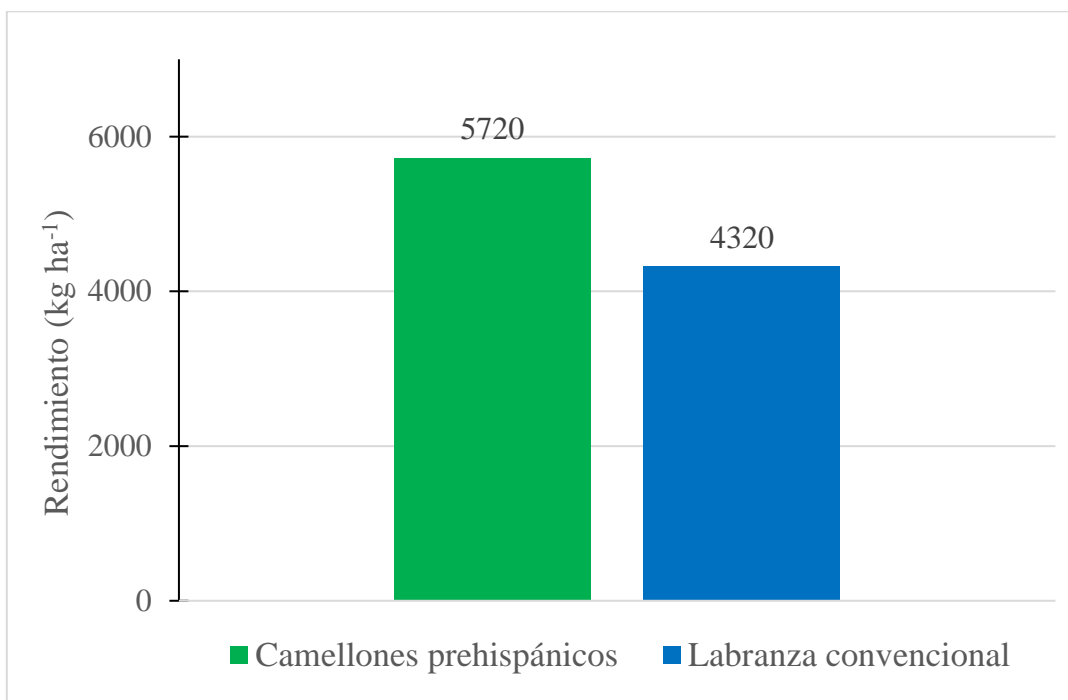


Figura 7. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha⁻¹ de maíz bajo sistema de tres hermanas, Diriamba, Carazo, 2017

Sin embargo con estos 5 720 kg producidos en camellones prehispánicos 84 personas se pueden alimentar en un año haciendo un total de 14 familias.

Con los 4 320 kg de labranza convencional se pueden alimentar 63.5 personas en un año haciendo un total de 10.53 familias. Con la diferencia producida en maíz de camellones prehispánicos se pueden alimentar 20.5 personas más lo que se traduce a 3 familia más.

4.2.2 Influencia de la labranza sobre el cultivo de frijol en el sistema de tres hermanas

4.2.2.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento de frijol en el sistema de tres hermanas

Altura de la planta (cm)

Según el análisis estadístico realizado, la influencia que ejerció la labranza sobre la altura de la planta en frijol fue no significativa ya que las plantas de frijol presentaron comportamientos similares en los dos sistemas de cultivos evaluados.

Longitud de la hoja

El análisis estadístico realizado no arrojó diferencias significativas para esta variable así como se muestra en el Cuadro 7, según los datos obtenidos, las plantas establecidas en labranza convencional presentaron una longitud de hojas ligeramente menor de 12.51 cm de promedio, en comparación con las plantas establecidas en camellones prehispánicos con 14.86 cm de promedio.

Ancho de la hoja

De acuerdo al análisis realizado que se muestra en el Cuadro 7 no se encontró diferencias significativas para esta variable.

Cuadro 7. Comportamiento de las variables crecimiento de frijol bajo el sistema de tres hermanas en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	LH (cm)	AH (cm)
Frijol	C.P	6.7	14.86	5.293
	L.C	6.3	12.51	4.893
Pr = F		0.698	0.460	0.551

CP: Camellones prehispánicos
AP: Altura de la planta

LC: Labranza convencional
LH: Longitud de las hojas

AH: Ancho de la hoja

4.2.2.2 Influencia de la labranza sobre el rendimiento de frijol en el sistema de tres hermanas

Número de vainas por planta

Los resultados obtenidos presentan diferencias estadísticas significativas entre los métodos de labranza, siendo el método de camellones prehispánico el que presentó mayor número de vainas esto se puede observar en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Comportamiento de las variables del rendimiento de frijol, bajo sistema de tres hermanas, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	Vainas/planta	Granos/vaina
Frijol	C.P	5.83	5.58
	L.C	6.25	5.67
Pr = F		0.051	0.689

C.P: Camellones prehispánicos

L.C: Labranza convencional

Número de granos por vaina

Al analizar esta variable que en el Cuadro 8, se observa que los métodos de labranza no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, siendo el método de labranza convencional el que presentó mayor cantidad de granos por vainas.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Los resultados del análisis de varianza reflejan que no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre el rendimiento de frijol en camellones prehispánicos y el rendimiento de frijol en labranza convencional (ver Figura 8).

Con el rendimiento obtenido en camellones prehispánicos de 1 616 kg 70 personas se pueden alimentar en un año haciendo un total de 11.7 familias.

Con estos: 1 620 kg obtenidos en labranza convencional se pueden alimentar 70.4 personas en un año haciendo un total de 11.7 familias.

Con la diferencia producida en frijol de labranza convencional que son 4 kg, una persona se puede alimentar por 63 días.

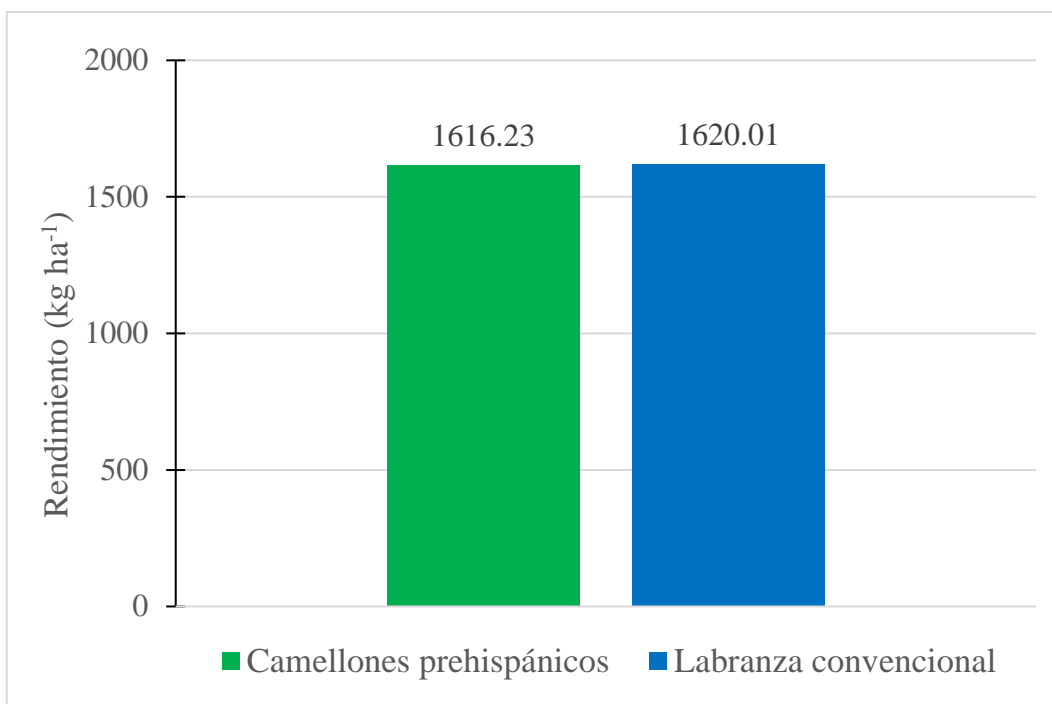


Figura 8. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha⁻¹ de frijol bajo sistema de tres hermanas, Diriamba, Carazo, 2017

4.2.3 Influencia de la labranza sobre el cultivo de ayote en el sistema de tres hermanas

4.2.3.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento del ayote en el sistema de tres hermanas

No se realizó ninguna comparación con respecto a las variables del ayote debido a que solo en las parcelas de camellones prehispánicos se pudo desarrollar, dando como muestra que el ambiente más propicio para su desarrollo se dio en los camellones prehispánicos.

4.2.3.2 Influencia de la labranza sobre el rendimiento del ayote en el sistema de tres hermanas

No se realizó la cosecha del cultivo de ayote debido a que el ensayo fue establecido en una zona urbana y las personas que viven cerca de la finca sustrajeron de manera anticipada el producto echándonos a perder el conteo y pesaje del ayote.

4.3 Influencia de la labranza sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos establecidos en el sistema de rescate maíz Pujagua-amaranto

4.3.1 Influencia de la labranza sobre el cultivo de maíz en el sistema de rescate maíz Pujagua-amaranto

4.3.1.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento de maíz en el sistema de rescate maíz Pujagua-amaranto

Altura de la planta (cm)

Los resultados del análisis estadístico reflejaron que no existen diferencias significativas para esta variable, según como lo muestra el Cuadro 9. Por lo tanto, se puede afirmar que ninguno de los dos tipos de labranza en estudio ejerció influencia de algún tipo sobre esta variable.

Diámetro del tallo

En el Cuadro 9 se puede apreciar que, al realizar el análisis de los datos, este nos arroja que existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la influencia que ejercen los métodos de labranza tanto en camellones prehispánicos como en labranza convencional para esta variable.

El método de labranza que ejerció influencia directa sobre el diámetro del tallo fue la labranza convencional ya que se obtuvo una media de 1.20 cm de diámetro, en comparación con los 1.12 cm de camellones prehispánicos. Probablemente esto se debe a que las plantas establecidas en camellones prehispánicos poseían cierta cantidad de cobertura natural, dicha que estaba ausente en labranza convencional, de alguna forma esto interfirió para que el diámetro del tallo fuese menor en camellones prehispánicos.

Número de hojas

La labranza convencional y camellones prehispánicos no ejercen influencia directa sobre esta variable, ya que los resultados del análisis estadístico son no significativos ya que en ambos sistemas de cultivo se obtuvieron aproximadamente los mismos valores para esta variable esto lo podemos ver reflejado en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Comportamiento de las variables del crecimiento de maíz bajo sistema de maíz Pujagua-amaranto, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)	DT (cm)	NH
Maíz	C.P	35.4	1.12	9
	L.C	30.3	1.20	10
Pr = F		0.593	0.004	0.288

AP: Altura de la planta

DT: Diámetro del tallo

NH: Número de hojas

C.P: Camellones prehispánicos

L.C: Labranza convencional

4.3.1.2 Influencia de la labranza sobre el rendimiento de maíz en el sistema de maíz Pujagua-amaranto

Número de hileras por mazorca

Relacionando los métodos de labranza, no hubo diferencias estadísticas significativas, el método de labranza camellones prehispánicos presentó un valor de 11.83 hileras por mazorca y labranza convencional obtuvo 11.17 hileras por mazorca así como se muestra en el Cuadro 10.

Número de granos por hilera

El análisis de varianza realizado a esta variable que se puede observar en el Cuadro 10 muestra que los diferentes métodos de labranza no presentan diferencias estadísticas significativas; sin embargo, numéricamente el método de labranza camellones prehispánicos presentó el mayor valor y el método labranza convencional el menor.

Peso de 1 000 granos (g)

La prueba estadística realizada en esta variable, refleja que hubo diferencias estadísticamente significativas para el peso de 1 000 granos de acuerdo a lo observado en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Comportamiento de las variables del rendimiento de maíz bajo sistema de maíz Pujagua-amaranto, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	Nh/mzca	Ng/h	PMG (g)
Maíz	C.P	11.83	24.08	294.63
	L.C	11.17	23.92	293.63
Pr = F		0.235	0.502	0.018

Nh/mzca: Número de hilera por mazorca

Ng/h: Número de granos por hilera

Pmg: Peso de mil granos

C.P: Camellones prehispánicos

L.C: Labranza convencional

Rendimiento (kg ha^{-1})

Los resultados obtenidos en nuestro estudio demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los métodos de labranza en cuanto a rendimiento. En el método de labranza camellones prehispánicos se obtuvo el mayor rendimiento con $2\ 993.66 \text{ kg ha}^{-1}$.

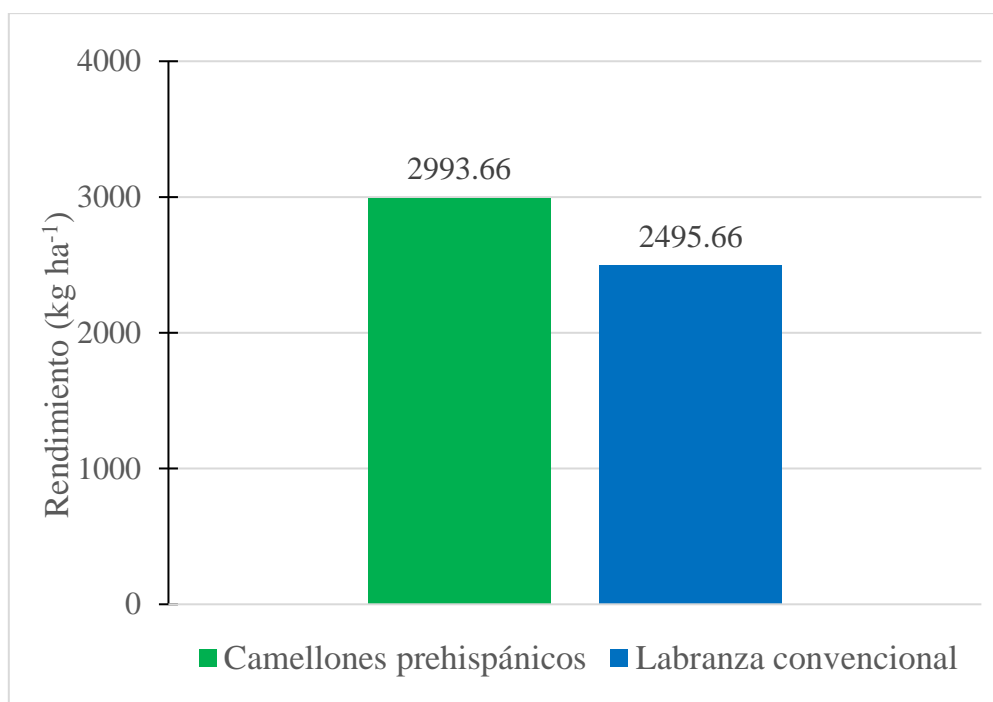


Figura 9. Efecto de dos métodos de labranza en el rendimiento en kg ha^{-1} de maíz Pujagua bajo sistema de Pujagua-amaranto, Diriamba, Carazo, 2017

Con estos datos se puede concretizar lo siguiente: los 2 993.66 kg que obtuvimos en camellones prehispánicos sirven para que 44 personas se puedan alimentar en un año haciendo un total de 7 familias, con los 2 495.66 kg obtenidos en labranza convencional se pueden alimentar 36 personas en un año haciendo un total de 6 familias. Con la diferencia producida en maíz Pujagua de camellones prehispánicos se pueden alimentar 7 personas más lo que se traduce a 1 familia más.

4.3.2 Influencia de la labranza sobre el cultivo de amaranto, en el sistema de rescate maíz Pujagua- amaranto

4.3.2.1 Influencia de la labranza sobre el crecimiento de amaranto, en el sistema de rescate maíz Pujagua-amaranto

Altura de la planta

En el cultivo de amaranto no se registraron diferencias significativas en cuanto a la variable altura de la planta, por lo tanto, se considera que el análisis estadístico arroja estos datos debido a que la medida de la altura en amaranto se realizó cuando este ya había alcanzado su madurez fisiológica así como se refleja en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Comportamiento de las variables de crecimiento de amaranto, bajo sistema de maíz Pujagua-amaranto, en dos métodos de labranza, Diriamba, Carazo, 2017

Cultivo	Método de labranza	AP (cm)
Amaranto	C.P	143.7
	L.C	122.0
Pr = F		0.096

CP: Camellones prehispánicos
AP: Altura de la planta

LC: Labranza convencional

4.3.2.2 Influencia de la labranza sobre el rendimiento de amaranto, en el sistema de rescate maíz Pujagua-amaranto

Rendimiento (kg ha^{-1})

Los resultados del análisis de varianza reflejaron que no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los métodos de labranza en cuanto al rendimiento.

El rendimiento obtenido fue $691.66 \text{ kg ha}^{-1}$ y 680 kg ha^{-1} en camellones prehispánicos y en labranza convencional, respectivamente (ver Figura 10).

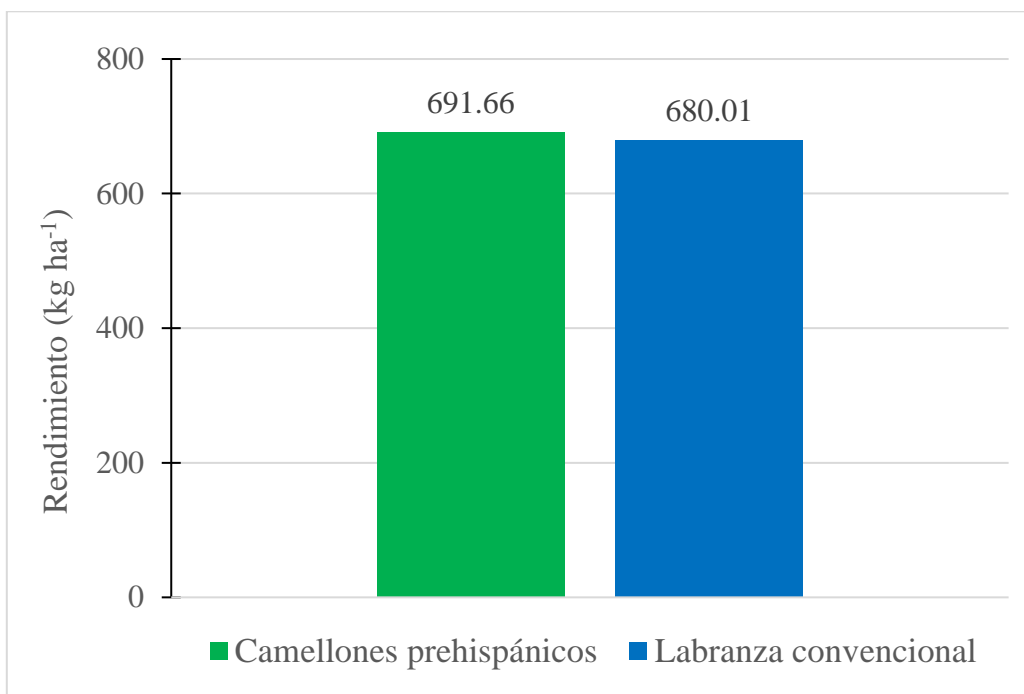


Figura 10. Influencia del método de labranza sobre el rendimiento en kg ha^{-1} de amaranto en el sistema de maíz Pujagua-amaranto, Diriamba, Carazo, 2017

V. CONCLUSIONES

Se determinó que la implementación del método de labranza camellones prehispánicos influyó en las variables de crecimiento, obteniendo así mayor altura, diámetro del tallo y número de hojas. Esto debido a que este método presentó el ambiente más propicio para el desarrollo de las plantas.

Los mejores rendimientos en maíz fueron obtenidos en camellones prehispánicos en el sistema de cultivo de tres hermanas, en este sistema interactuó desde el inicio de la siembra el camellón puesto que este tenía nutrientes almacenados gracias a la incorporación de rastrojo que se le había colocado un mes antes de la siembra, el frijol ayudó también a fijar nitrógeno y el ayote con las hojas mantenía más húmedo el suelo y evitaba el calentamiento de este, caso contrario al maíz de labranza convencional que al no poder desarrollar completamente el ayote los rayos del sol penetraban de manera directa al suelo.

El mejor resultado en cuanto a rendimiento, en el cultivo de amaranto, se vio reflejado bajo el método de labranza en camellones prehispánicos.

Se prevé que con el paso del tiempo vayan surgiendo más diferencias entre las variables evaluadas en los cultivos por el enfoque agroecológico que esta presenta.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar este mismo estudio en diferentes zonas del país para ver en cual zona se presentan los mejores resultados e involucrar a los pequeños productores para que estos sepan los beneficios que brinda la realización de esta técnica antigua de camellones prehispánicos, debido a que tiene gran impacto no solo en la producción de alimentos, sino también en la conservación del recurso suelo.

Fomentar el uso de esta tecnología a través de instituciones estatales para contribuir a la generación de información científica y actualizada para que esté al alcance de la población en general, especialmente a pequeños y medianos productores y sean testigos de los beneficios que esta brinda.

VII. LITERATURA CITADA

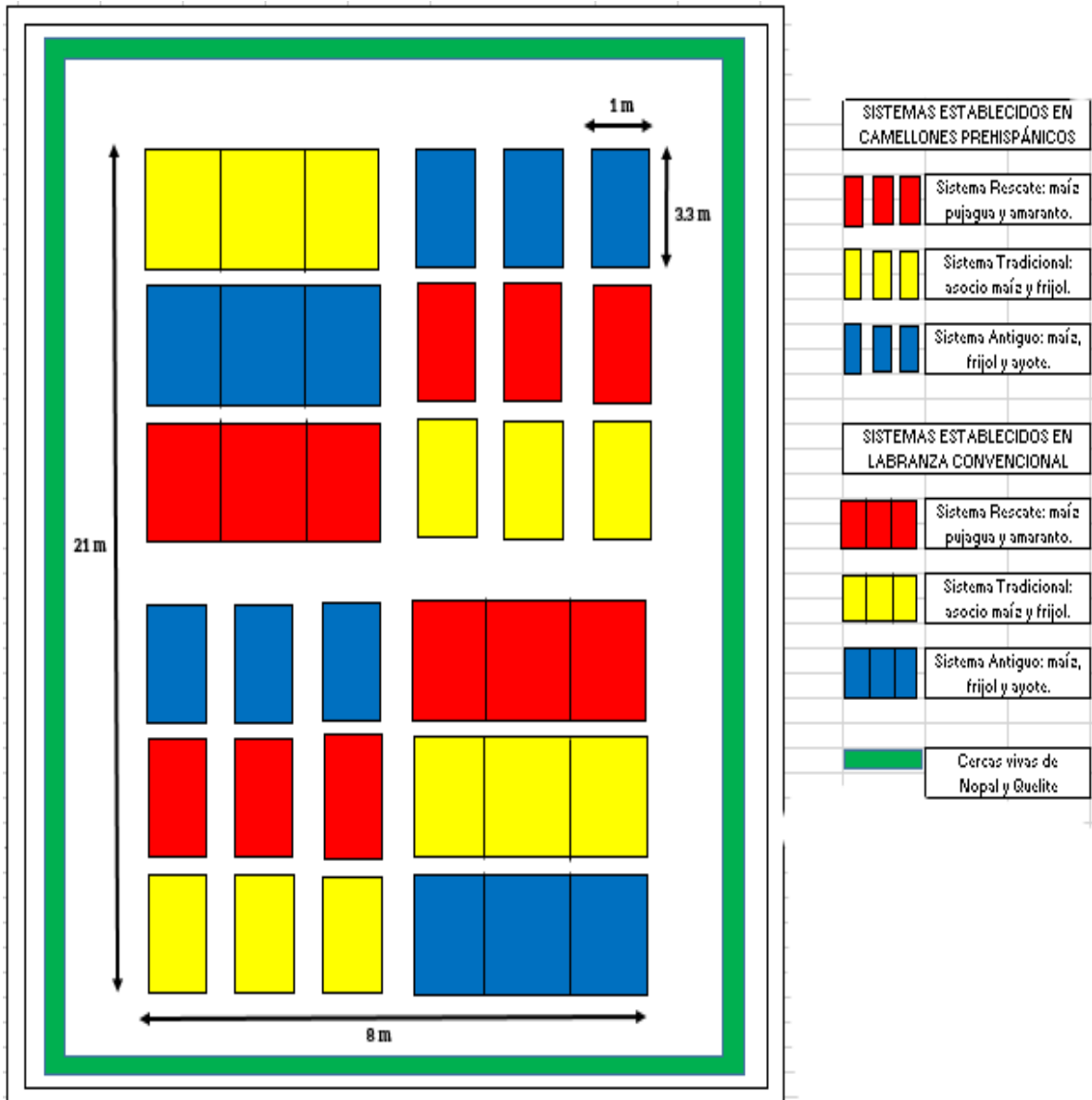
- Alvarado Espinoza, F. R. y Centeno Andino, A. C. (1994). *Efecto de sistemas de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (Zea mays L.) y sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1474>
- Andrade Álvarez, C. (1996). *Efecto de arreglos de siembra maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.), en asocio y monocultivo sobre la dinámica de las malezas, el crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Primera 1995*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1571/1/tnf08a553.pdf>
- Artola Espinoza, A. (1990). *Efecto de espaciamiento entre surcos, densidad y control de malezas en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) var. Revolución 81 en el ciclo primera 1988*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1521>
- Blandón Garmendia, E. J. y Smith Marriaga, A. Z. (2001). *Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) var. NB-6. I*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1787/1/tnf04b642.pdf>
- Compton, L. P. (1985). *La producción de sorgo y mijo*. Ciudad de México, México: ICRISAT.
- Contreras Zelaya, J. A. (1994). *Influencia de la rotación de cultivos y control de malezas sobre la dinámica de las malezas, el crecimiento, desarrollo y componentes del rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1527/1/tnh60c764.pdf>

- Erickson, C. L. (1986). *Agricultura en camellones prehispánicos en las tierras bajas de Bolivia: posibilidades de desarrollo en el trópico húmedo. Memorias del Simposio-Taller Internacional sobre Camellones y Chinampas Tropicales*. Recuperado de <https://www.sas.upenn.edu/anthro/system/.../Erickson1986AgriculturaEnCamellones.pdf>
- Erickson, C. L. (1999). *Waru-waru: una tecnología agrícola de altiplano pre-hispánico. Andenes y Camellones en el Perú Andino*. Recuperado de <https://www.sas.upenn.edu/anthro/system/files/Erickson1999Camellones.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). *Labranza cero: cuando menos es más*. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0101sp1.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). *El Maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Recuperado de <https://books.google.com.ni/books?isbn=9253044578>
- Gardner, F. P., Brent Pearce, R. y Mitchel, R. L. (1985). Fijación de Carbono por los cultivos. Recuperado de http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/ecofisiologia/FIJACIN_DE_CARBONO_POR_LOS_CULTIVOS.pdf
- Grandes Román, G. N. (2015). “*Caracterización morfológica y evaluación agronómica de 8 líneas de amaranto (Amaranthus sp.) Provenientes de Rusia en el barrio tigualo (Salcedo) y en el barrio las manzanas (Sigchos). Cotopaxi. 2014*”. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2538/1/T-UTC-00074.pdf>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2008). *Anuario Estadístico 2008*. Recuperado de <http://www.inide.gob.ni/Anuarios/Anuario2008.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2013). *Catálogo de semillas de granos básicos: variedades de arroz, frijol, maíz y sorgo liberados por el INTA*. Recuperado de <http://intapapssan.info/wp-content/uploads/2013/09/Cat%C3%A1logoSemillas2013.pdf>

- International Seed Testing Association. (1985). *International Rules for Seed Testing*. Recuperado de www.fao.org/docrep/x5036e/x5036E0z.htm
- Jugenheimer, R.W. (1981). *Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. México, D.F: Limusa.
- Marengo Mejía, I. M. y Laguna, G. M. (2003). *Evaluación del crecimiento y rendimiento de seis poblaciones de frijol común (Phaseolus vulgaris L) en la localidad de San Marcos, Carazo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1883/1/tnf01m324e.pdf>
- Mezquita, B. E. (1973). *Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. (Tesis de maestría). Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. (1982). *Guía Técnica de manejo para producción de sorgo granífero*. Managua, Nicaragua.
- Moreno, R. (1979). *Algunos sistemas de producción de cultivos anuales de pequeños agricultores en el Istmo Centroamericano*. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/A4850e/A4850e.pdf>
- Paredes López, O.; Guevara Lara, F. y Bello Pérez, L. A. (2006). *Los alimentos mágicos de las culturas indígenas mesoamericanas*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?ppg=1&docID=4559535&tm=1522483722388>
- Reyes Alemán, J.C.; Alarcón, A. y Ferrara Cerrato, R. (2008). *Uso de coberteras en el cultivo de aguacate (Persea americana mill): efectos en nutrición y fitosanidad y capacidad de retención de humedad*. Recuperado de http://209.143.153.251/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1997/ecol_1_97.pdf
- Robles Sánchez, R. (1990). *Producción de granos y forrajes*. México: Limusa.
- Sánchez, M. (1990). *Influencia de diferentes controles de malezas sobre el comportamiento de las malezas y el crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) C.V. Revolución 81*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

- Somarriba Rodríguez, C. (1998). *Texto granos básicos*. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2704/>
- Tapia Barquero, F. H. y Camacho Henríquez, A. (1998). *Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero*. Managua, Nicaragua: Editorial GTZ.
- Tapia, Barquero. H. 1980. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. División de semillas. INRA-PROAGRO. Managua, Nicaragua. UNA.
- Torres López, M. C. (1993). *Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (Zea mays L.)*. (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1906/>
- White, J. (1985). *Conceptos básicos de fisiología del frijol*. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81995/conceptos-708bacf3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIII. ANEXOS



Anexo 1. Plano de campo del ensayo



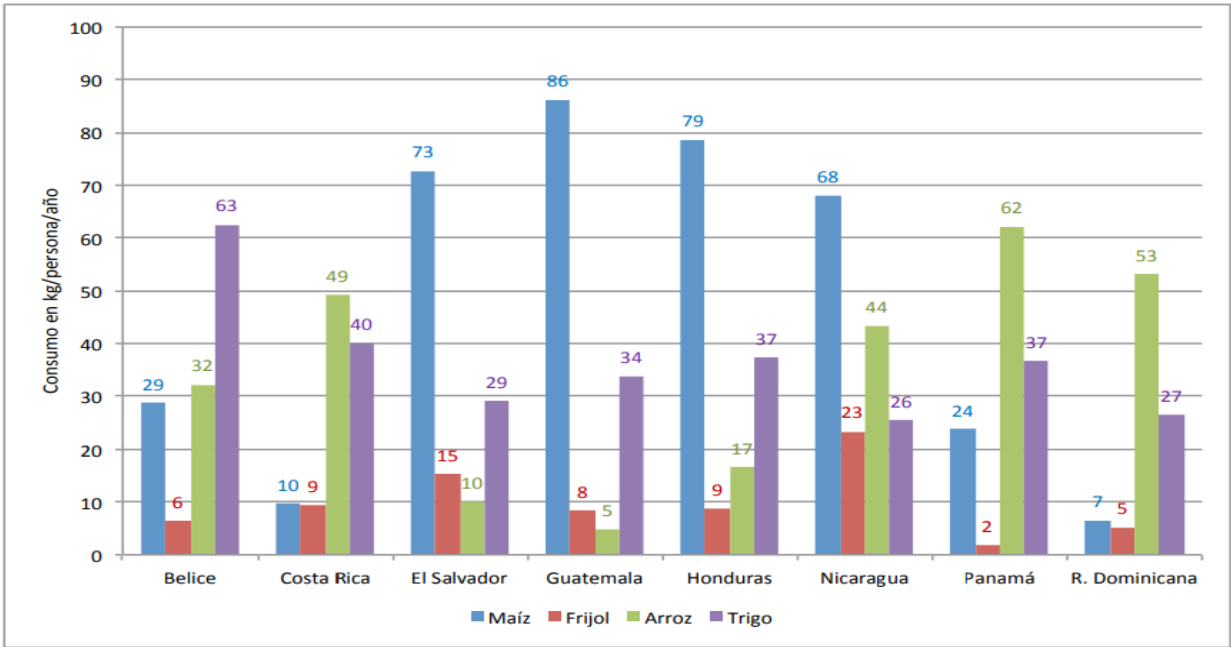
Anexo 2. Preparación del terreno



Anexo 3. Siembra en Labranza convencional



Anexo 4. Siembra en Camellones prehispánicos



Anexo 5. Consumo aparente de granos básicos, datos obtenidos a partir de datos de FAOSTAT, 2009.



Anexo 6. Camellones prehispánicos recubiertos de materia orgánica



Anexo 7. Cultivo de Amaranto a los 120 dds



Anexo 8. Cultivo de maíz en Camellones prehispánicos vs Labranza convencional



Anexo 9. Grupo de tesistas en levantamiento de datos en COOPAD, Diriamba, Carazo, 2017