

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Producción y calidad poscosecha del cultivo jícama (*Pachyrhizus erosus*
(L.) Urb.) bajo podas vegetativas y reproductivas**

Estudiante

José Francisco Díaz Beltrán

Asesores

Hugo Omar Ramírez Guerrero Ph.D.

Rony Francisco Muñoz Molina M.Sc.

Honduras, julio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos.....	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación del Estudio y Condiciones Geo-climáticas.....	13
Siembra	14
Tratamientos.....	15
VARIABLES DEL ESTUDIO ANALIZADAS.....	15
VARIABLES DE RENDIMIENTO.....	15
VARIABLES DE POSCOSECHA.....	16
Diseño Experimental y Análisis estadístico.....	18
Resultados y Discusión.....	20
VARIABLES DE RENDIMIENTO.....	20
Jícamas Totales, Comerciales y no Comerciales:	20
Rendimiento de Jícamas Comerciales (kg/ha).....	21
Numero de Vainas.....	22
Peso de Vainas	22
Peso de Ramas	23
VARIABLES DE CALIDAD POSCOSECHA	23
Diámetro Polar:.....	23
Diámetro Ecuatorial	24

Peso de Jícamas Comerciales.....	25
Redondez	25
Área Superficial (mm ²).....	26
Sólidos Solubles Totales (Grados Brix).....	27
Porcentaje de Materia Seca.....	28
Conclusiones	29
Recomendaciones.....	30
Referencias.....	31

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Tratamientos de podas realizadas en el cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) de la Unidad de Producción Hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	15
Cuadro 2 Efecto de diferentes tipos de poda en el número de raíces totales, comerciales y no comerciales producidas por hectárea del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) de la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	20
Cuadro 3 Efecto de diferentes tipos de poda en el rendimiento de raíces comerciales del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	21
Cuadro 4 Efecto de diferentes tipos de poda en el número y peso de vainas del cultivo jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	22
Cuadro 5 Efecto de diferentes tipos de poda en el peso de ramas del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	23
Cuadro 6 Efecto de diferentes tipos de poda en el diámetro polar y ecuatorial de las raíces del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	24
Cuadro 7 Efecto de diferentes tipos de poda en el peso de raíces comerciales del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	25
Cuadro 8 Efecto de diferentes tipos de poda en la redondez de las raíces tuberosas del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	26

Cuadro 9 Efecto de diferentes tipos de poda en el área superficial (mm ²) de las raíces del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	26
Cuadro 10 Efecto de diferentes tipos de poda en los Sólidos solubles totales (Grados Brix) de las raíces del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	27
Cuadro 11 Efecto de diferentes tipos de poda en el porcentaje de Materia Seca de las raíces del cultivo del cultivo de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	28

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.....	13
Figura 2 Representación de jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i> L. Urb).	14
Figura 3 Medición de “diámetro polar” y “diámetro ecuatorial” en jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i> L. Urb).	17

Índice de Anexos

Anexo A Tabla de recolección de datos materia seca.	33
Anexo B Tabla recolección de datos diámetro polar y diámetro ecuatorial.	34

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de podas reproductivas y vegetativas y su efecto en los parámetros de rendimiento y calidad de tubérculo del cultivo de jícama. Se estableció un cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L. Urb.) para investigar el efecto de la poda reproductiva (PoR), vegetativa (PoV) y la combinación de poda de vegetativa y reproductiva (PoRV) sobre el rendimiento y calidad poscosecha de las raíces de este cultivo. Se estableció un experimento con diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro tratamientos (PoR, PoV, PoRV y el control sin poda) y seis repeticiones. La implementación de podas reproductivas demostró aumentar rendimientos, tener más raíces comerciales, peso promedio de raíces comerciales más alto y un alto porcentaje de materia seca. Las podas vegetativas únicamente demostraron un mayor peso de vainas frente al control. La poda reproductiva y vegetativa en conjunto tuvo mejoras en las mismas variables que la poda de flores frente al control, presentando los mejores resultados en el diámetro ecuatorial, área superficial y grados brix. Las podas reproductivas fueron el tratamiento con una mayor influencia sobre el número de raíces comerciales, rendimiento del peso fresco de las raíces, peso de vainas, y porcentaje de materia seca; las podas vegetativas por sí solas no presentaron diferencias significativamente favorables sobre la implementación de podas reproductivas; y finalmente, las podas vegetativas obtuvieron los resultados más favorables sobre las características de calidad pos cosecha área superficial de jícamas y grados brix

Palabras clave: Reproductivas, vegetativas, podas, raíces, rendimiento, significativas.

Abstract

This research aimed to evaluate the effect of reproductive and vegetative pruning and its effect on the yield parameters and tuber quality of the jicama crop. A cultivation of jicama (*Pachyrhizus erosus* L. Urb.) Was established to investigate the effect of reproductive (PoR), vegetative (PoV) pruning and the combination of vegetative and reproductive pruning (PoRV) on the yield and postharvest quality of the roots of this crop. A randomized complete block design (BCA) experiment was established with four treatments (PoR, PoV, PoRV) and the control without pruning) and six replications. The implementation of reproductive pruning was shown to increase yields, have more commercial roots, a higher average commercial root weight and a high percentage of dry matter. Vegetative pruning only showed a higher weight of pods compared to the control. The reproductive and vegetative pruning had improvements in the same variables as the flower pruning compared to the control, presenting the best results in the equatorial diameter, surface area and Brix degrees. Reproductive pruning was the treatment with the greatest influence on the number of commercial roots, yield of fresh weight of the roots, weight of pods, and percentage of dry matter; vegetative pruning alone did not present significantly favorable differences on the implementation of reproductive pruning; and finally, vegetative pruning obtained the most favorable results on the post-harvest quality characteristics, surface area of jicamas and brix degrees.

Keywords: Reproductive, vegetative, pruning, roots, yield, significant.

Introducción

En la actualidad hay un incremento de población dentro de los países en vías de desarrollo y tropicales, así como también, el consumo de alimento. Según la FAO et al. (2019) el hambre está aumentando en casi todas las subregiones Africanas, América Latina y el Caribe, así como también en Asia. Por ello es importante re explorar los cultivos locales, que ya están adaptados a estas regiones y ayudan a suplir las necesidades alimentarias de la creciente población.

La familia de las Fabáceas posee especies ampliamente usadas para suplir alimentación en regiones tropicales, existen 1,800 especies, de las cuales se cultivan al menos 25 de estas para el consumo de sus raíces alrededor del mundo (Phillips-Mora et al. 1993). La jícama (*Pachyrhizus spp.* L. Urb.) es un cultivo de raíces, del grupo de las leguminosas (Shikha y Narayan 2020) y presenta un alto potencial productivo y económico (Ratanadilok et al. 1996). Es importante resaltar que el género *Pachyrhizus spp.* provee un alto rendimiento de tubérculos, produce alimento rico en proteína y aumenta la sustentabilidad de los ecosistemas agrícolas (Shikha y Narayan 2020). También se resalta su diversidad de uso en los ámbitos agroindustriales y agrícolas, resaltando primeramente su uso como productos cosméticos, alimentos de consumo fresco y procesado, y en el ámbito agrícola, tiene un alto potencial de ser un insecticida natural (Molina 2021) y cultivo de cobertura debido a su capacidad de fijación de nitrógeno y generación de alta biomasa.

El género *Pachyrhizus* posee dos especies silvestres (*P. ferrugineus* y *P. panamensis*) y tres especies cultivadas (*P. tuberosus*, *P. erosus* y *P. ahipa*) (Zanklan et al. 2017). Dentro de este género *P. erosus* es la especie más ampliamente cultivada y es originaria de México y Centro América (Sørensen 1996), específicamente de un clima tropical semiárido (Kim S-K et al. 2009). Debido al origen de esta especie, está ampliamente adaptada a la región de Centroamérica y es de importancia evaluar su potencial productivo bajo distintas prácticas culturales.

El rendimiento en el cultivo de jícama es alto y puede ser mejorado aún más si el manejo de este cultivo se realiza de una manera tecnificada y de acuerdo a los manuales de producción. Una de

las labores más importantes que se realizan en el cultivo de jícama es la podas reproductivas, debido a que la desfloración ayuda a aumentar el almacenamiento de sustancias en las raíces (Martínez 2012). En diferentes especies de tubérculos se está evaluando el efecto de las podas vegetativas en la producción de raíces, ya que al eliminar parte del follaje reduce el requerimiento de nutrientes de la planta para su crecimiento (Cobena et al. 2017). La implementación de estas prácticas afecta el rendimiento, pero también, al mismo tiempo afecta características de calidad del fruto cosechado como grados Brix (sólidos solubles totales), tamaño de tubérculos y porcentaje de materia seca.

En base a lo mencionado anteriormente, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de podas reproductivas y vegetativas y su efecto en los parámetros de rendimiento y calidad de tubérculo del cultivo de jícama.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio y Condiciones Geo-climáticas

Esta investigación se llevó a cabo entre los meses de julio y noviembre del 2020 en uno de los lotes de Zona III, justo donde se encuentra en el lote 5 de la Unidad de Producción Hortícola, Zona 3 de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La Unidad se encuentra ubicada en el Valle del Río Yeguaré en el Departamento Francisco Morazán, Honduras sobre una altura de 780 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura máxima promedio de 32° C y con una temperatura mínima promedio de 13° C al año, al igual que una precipitación media anual de 1100 mm; con una ubicación geográfica de 14° 0' N y 86°59' O (Figura 1). El lote tiene una temperatura promedio anual de 24 °C y precipitación promedio de 1,100 mm anuales.

Figura 1

Ubicación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano



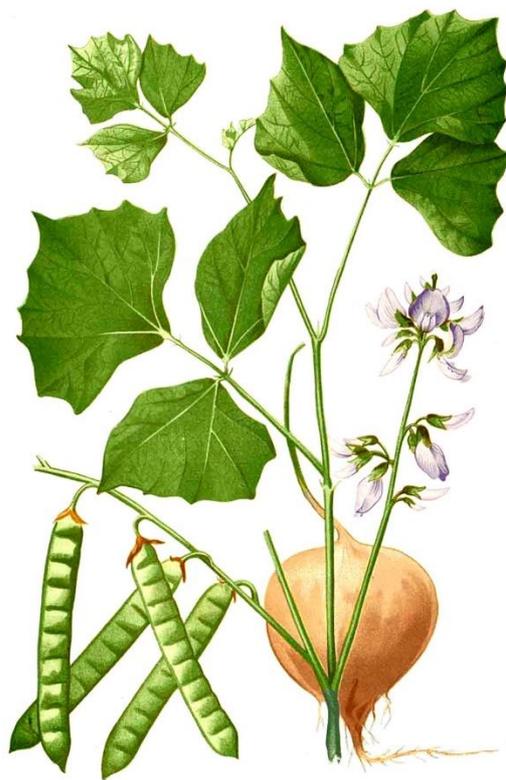
Nota. Tomado de Google Earth.

Siembra

La siembra de las semillas se realizó directamente al suelo el 30 de julio de 2020. El distanciamiento de siembra fue de 0.20 m entre plantas y 0.25 m entre hileras en tresbolillo con cuatro hileras por cama, teniendo 1.5 m de separación entre el centro y centro de cada cama, sembrando un total de 100 semillas por unidad experimental (5 metros lineales) equivalentes a 132,000 semillas por hectárea. Es importante resaltar que el porcentaje de germinación y sobrevivencia de las plantas de jícama (Figura 2) durante el ciclo del cultivo fue el 51.7% de la densidad inicial de siembra.

Figura 2

Representación de jícama (Pachyrhizus erosus L. Urb).



Nota. Tomada de Guo (2016)

Tratamientos

En el experimento se usaron cuatro tratamientos, realizando seis repeticiones por cada uno, para un total de 24 unidades experimentales (UE). Los tratamientos consistieron en la implementación de las podas mencionadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Tratamientos de podas realizadas en el cultivo de jícama (Pachyrhizus erosus L. Urb) de la Unidad de Producción Hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Explicación
Podas reproductivas	Se podaron los brotes reproductivos manualmente utilizando tijeras para poda
Podas vegetativas	Se podaron los brotes foliares o las hojas en formación al nivel de las ramas manualmente utilizando tijeras para poda
Podas reproductivas y vegetativas	Se podaron los brotes reproductivos los brotes foliares o las hojas en formación al nivel de las ramas manualmente utilizando tijeras para poda
Sin poda (control)	No se realizó ningún tipo de poda

Durante el crecimiento del cultivo se realizaron dos podas en la parcela experimental, en donde se aplicaron los cuatro diferentes tratamientos, para ambos tratamientos la primera etapa de poda fue ocho días después del primer día de floración, mientras que la segunda se realizó veinte días después de la primera etapa de poda.

Variables del Estudio Analizadas

Al final del ciclo de cultivo se analizaron las variables, las cuales fueron divididas en variables de rendimiento y variables de poscosecha las cuales se detallan a continuación:

Variables de Rendimiento

Fueron obtenidas en el momento en que se cosecharon las raíces, donde se recolectaron y posteriormente, se obtuvo el valor de cada variable equivalente a cada unidad experimental, para posteriormente ajustar los rendimientos con el valor equivalente a hectárea o a una planta.

Raíces Totales

Se hizo un conteo de todas las raíces cosechadas, posteriormente se ajustó el dato obtenido a raíces por hectárea.

Raíces Comerciales

Se hizo un conteo de todas las raíces cosechadas, donde posteriormente se restaron las jícamas que presentaran forma de trompo y un tamaño no comercializable.

Raíces no Comerciales

Se hizo un conteo de las raíces con forma de trompo o tamaño no comercializable.

Vainas

Se hizo un conteo del número de vainas producidas por unidad, para posteriormente ser divididas entre el número de plantas de la unidad experimental, obteniendo el número de vainas producido por cada planta.

Rendimiento de Raíces de Jícamas Comerciales

Se obtuvo el peso de las raíces comerciales de cada unidad experimental, luego se ajustó el dato obtenido a la expresión kilogramos por hectárea.

Peso de Vainas

Se obtuvo del peso de las vainas recolectadas en cada unidad experimental a haciendo uso de una balanza digital, luego se ajustó el dato obtenido a gramos por planta.

Peso de Ramas

Se obtuvo del pesaje de las ramas producidas por todas las plantas de cada unidad experimental a través de una balanza digital, luego se expresó el dato obtenido a gramos por planta

Variables de Poscosecha

Los datos fueron obtenidos entre 24 y 31 días después de la cosecha raíces, donde se recolectaron se realizaron cinco muestreos de datos por variable en cada unidad experimental (excepto peso promedio de raíces comerciales).

Peso Promedio de Raíces Comerciales

Se calculó el peso promedio de las raíces comerciales después de obtener el rendimiento y número de plantas usando la siguiente formula:

$$\text{Kg/Jícama} = (\text{Rendimiento}/\text{Número de jícamas})$$

Diámetro Polar

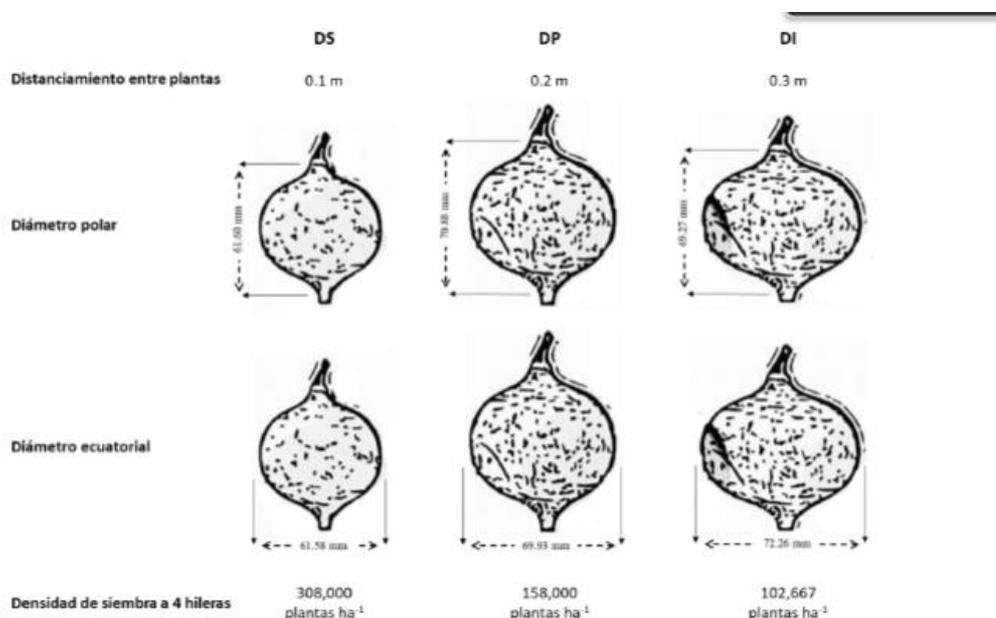
Fue medido utilizando un pie de rey, en la orientación expresada en la figura 2. Se utilizaron 2 punto de referencia paralelos ubicados verticalmente, con el valor superior en mm.

Diámetro Ecuatorial

Fue medido utilizando un pie de rey, en la orientación expresada en la Figura 2. Se utilizaron 2 punto de referencia paralelos ubicados horizontalmente, con el valor superior en mm.

Figura 3

Medición de “diámetro polar” y “diámetro ecuatorial” en jícama (*Pachyrhizus erosus* L. Urb).



Nota. Tomada de Molina (2021)

Redondez

Para obtener la redondez (Φ) se utilizó la siguiente formula brindada por Abbasi et al. (2011):

$$\Phi = (DG/L) \times 100$$

Donde DG= (LWT) 0.333 y L es la longitud W es el ancho y T es el grosor de la fruta.

Área Superficial (mm²)

Para obtener el área superficial (S) se utilizó la siguiente fórmula brindada por Abbasi et al. (2011).

$$S = \pi Dg$$

Donde, Dg es el diámetro medio geométrico de la papa.

Sólidos Solubles Totales (Grados Brix)

Para obtener los grados Brix se picaron las jícamas en trozos uniformemente, posteriormente se extrajo el jugo del fruto haciendo uso de un exprimidor manual y finalmente se introdujo en un refractómetro digital, el cual fue limpiado con agua y secado después de tomar cada muestra para minimizar el margen de error al momento de obtener el valor total de grados Brix.

Porcentaje de Materia Seca

Para obtener el porcentaje de materia seca se picaron las jícamas en trozos uniformemente, posteriormente se pesó una fracción del peso total por cada muestra, para después, calentar las muestras en un horno por 72 horas a 75 grados centígrados, obteniendo así el peso seco. Los datos recolectados fueron introducidos en la siguiente ecuación:

$$\%MS = (\text{Peso seco}/\text{Peso fresco}) * 100$$

Diseño Experimental y Análisis estadístico

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar para la implementación de cuatro tratamientos y seis repeticiones, obteniendo un total de 24 unidades experimentales. Para el análisis de datos, se realizó el análisis de varianza (ANOVA), donde posteriormente se sometió a un test de

comparaciones múltiples de las medias (DUNCAN). Los valores $P < 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos y $P < 0.001$ altamente significativos estadísticamente utilizando el software SAS.

Resultados y Discusión

Variables de Rendimiento

Jícamas Totales, Comerciales y no Comerciales:

La implementación de podas no demostró tener una influencia significativa (NS) en el número total de raíces tuberosas producidas. El promedio obtenido fue de 55,250 jícamas totales por hectárea (Cuadro 2). Sin embargo, el número de raíces no comerciales por unidad experimental fue afectado, ya que, se encontraron diferencias significativas dentro de los tratamientos, así como también en el número de raíces comerciales donde la mayor cantidad obtenida fue de 46,750 raíces bajo podas florales y 46,250 bajo podas reproductivas y vegetativas (Cuadro 2).

Cuadro 2

Efecto de diferentes tipos de poda en el número de raíces totales, comerciales y no comerciales producidas por hectárea del cultivo de jícama (Pachyrhizus erosus L. Urb) de la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Jícamas totales	Jícamas comerciales	Jícamas no comerciales
Podas reproductivas	56,250	46,750 a	9,500 b
Podas vegetativas	54750	36,500 b	16,250 a
Podas reproductivas y vegetativas	56250	46,250 a	10,000 b
Sin poda (control)	54750	36,250 b	18,500 a
R ²	0.67	0.72	0.85
Probabilidad	NS	0.05*	0.0028*
Coefficiente de Variación (%)	13.33	14.24	20.57

Nota. *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

El tipo de poda no tiene influencia significativa en el número total de raíces producidas, concordando con los datos obtenidos por Zanklan (2003), donde se indicó que las podas no afectan en el número de tubérculos producidos por las plantas de jícama. Urb. Se observó una relación inversamente proporcional entre el número de raíces comerciales y no comerciales, siendo afectado positivamente en las podas florales y de una manera negativa en la ausencia de la misma.

Rendimiento de Jícamas Comerciales (kg/ha)

Se demostró que el peso de jícamas por unidad experimental fue muy afectado por los tratamientos, ya que, se encontraron diferencias altamente significativas dentro de ellos. Se observó que las podas reproductivas tienen el mayor rendimiento con un promedio de 8816.5 kg por hectárea, seguido de las podas reproductivas y vegetativas que obtuvieron un promedio 8090.3 kg por hectárea (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con las recomendaciones de manejo del cultivo brindadas por diferentes guías técnicas del cultivo de jícama en donde se indica realizar podas reproductivas.

Cuadro 3

Efecto de diferentes tipos de poda en el rendimiento de raíces comerciales del cultivo de jícama

(Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola

Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Rendimiento raíces comerciales (kg/ha)
Podas reproductivas	8,817 a
Podas vegetativas	3,645 b
Podas reproductivas y vegetativas	8,090 a
Sin poda (control)	3,413 b
R ²	0.89
Probabilidad	0.0003**
Coeficiente de Variación (%)	21.94

Nota: *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencias estadísticamente significativas.

Al cortar las flores se logra un mayor desarrollo de los tubérculos, volviéndolo una práctica muy viable para incrementar rendimiento. El proceso de floración tiene un alto gasto energético para las plantas, motivo por el cual se vuelve “un gran consumidor de sustratos que aportan energía, como lo es la sacarosa, carbohidrato universal que se transporta en el floema de los vegetales, cuyos excedentes se almacenan en estructuras especializadas, tales como tallos, tubérculos, rizomas y frutos” (Martínez 2012). Por este motivo, es que los resultados obtenidos concuerdan investigaciones que demostraron que las podas reproductivas en jícama incrementan el rendimiento de tubérculos y

que además las podas vegetativas no influencia significativamente el rendimiento dentro de este cultivo (Nielsen et al. 1996; Molina 2021).

Numero de Vainas

Se demostró que el número de vainas por unidad experimental fue afectado por los tratamientos, ya que, se encontraron diferencias altamente significativas dentro de ellos (Cuadro 4). El testigo y podas vegetativas obtuvieron la mayor producción de vainas con un promedio de 200,796 y 166,166 vainas respectivamente por unidad experimental.

Cuadro 4

Efecto de diferentes tipos de poda en el número y peso de vainas del cultivo jícama (Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Número de vainas producidas por hectárea	Peso de vainas (gramos/planta)
Podas reproductivas	97,594 b	31 c
Podas vegetativas	166,166 a	49 ab
Podas reproductivas y vegetativas	90,000 b	30 cb
Sin poda (control)	200,796 a	62 a
R ²	0.89	0.74
Probabilidad	0.0002**	0.0177*
Coefficiente de Variación (%)	17.69	28.92

Nota: *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

El número de vainas se ve afectado ya que en 2 de los tratamientos se hace una poda de los brotes florales de la planta, por ende, los tratamientos donde no se realice esta práctica tendrán una menor afección en esta variable.

Peso de Vainas

En la variable de peso de vainas se encontraron diferencias significativas dentro de los diferentes tratamientos evaluados de acuerdo con la prueba DUNCAN. En esta variable se observó que el valor más alto lo obtuvo el testigo, mientras que valor más bajo se encontró en las podas reproductivas y vegetativas (Cuadro 4).

Se infiere que los tratamientos más bajos obtuvieron un peso de vainas mucho menor por la falta de crecimiento de estas, ya que son producto de la polinización de los aparatos reproductivos, de donde se obtienen las semillas.

Peso de Ramas

En la variable de peso de ramas no se encontraron diferencias significativas dentro de los diferentes tratamientos evaluado. En esta variable se pueden observar valores promedio que van desde los 34 gr/planta (control) hasta los 28 gr/planta (PoF, PoH y PoFH) (Cuadro 5).

Cuadro 5

Efecto de diferentes tipos de poda en el peso de ramas del cultivo de jícama (Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Peso de ramas (gramos/planta)
Podas reproductivas	28
Podas vegetativas	28
Podas reproductivas y vegetativas	28
Sin poda (control)	34
R ²	0.75
Probabilidad	NS
Coeficiente de Variación (%)	15.98

Nota: *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de

$\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

Variables de Calidad Poscosecha

Para la recolección de datos, en esta variable se obtuvieron 5 muestras por unidad experimental, de donde se extrajeron los siguientes datos:

Diámetro Polar:

Se demostró que el diámetro polar no fue afectado por los tratamientos, ya que, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas dentro de ellos (Cuadro 6).

Cuadro 6

Efecto de diferentes tipos de poda en el diámetro polar y ecuatorial de las raíces del cultivo de jícama

(Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola

Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)
Podas reproductivas	60.25 a	65.23 b
Podas vegetativas	58.49 a	58.55 c
Podas reproductivas y vegetativas	57.34 a	71.40 a
Sin poda (control)	59.06 a	59.20 c
R ²	0.45	0.58
Probabilidad	NS	<.0001**
Coefficiente de Variación (%)	8.94	8.88

Nota: *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de

≤ 0.05* y ≤ 0.001**. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Molina (2021) en casi todos los tratamientos, excepto por la poda florar, en la cual los resultados de Molina si presentaron diferencias significativas, aunque cabe resaltar que esta variable presento el valor promedio más alto en la presente investigación.

Diámetro Ecuatorial

Los resultados obtenidos demuestran que las podas florales son influyentes significativamente para aumentar el diámetro ecuatorial de las raíces, ya que los valores más altos se mostraron fueron 71.4mm (Podas reproductivas y vegetativas), seguido de 65.231mm² (Podas reproductivas) (Cuadro 6).

Los resultados obtenidos por Molina (2021) difieren en el tratamiento con mayor diámetro, ya que según sus resultados el mayor diámetro se obtiene en las podas reproductivas seguido de la podas reproductivas y vegetativas en conjunto. Sin embargo, también concuerda en que los 2 tratamientos mencionados fueron de mayor tamaño, en comparación a los que no realizaron poda floral. El mayor crecimiento en diámetro se da gracias a la supresión de la dominancia apical que

ejerce el brote floral, y bajo su ausencia, se prioriza el desarrollo de raíces, incrementando su tamaño (Molina 2021).

Peso de Jícamas Comerciales

Los resultados obtenidos demuestran que las podas florales son influyentes de manera altamente significativa al aumentar el peso promedio de las raíces, ya que los valores más altos que se mostraron se obtuvieron bajo podas reproductivas (0.14kg) y podas reproductivas y vegetativas (0.13kg) (Cuadro 7).

Cuadro 7

Efecto de diferentes tipos de poda en el peso de raíces comerciales del cultivo de jícama (Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Peso jícamas comerciales (kg)
Podas reproductivas	0.14 a
Podas vegetativas	0.08 b
Podas reproductivas y vegetativas	0.13 a
Sin poda (control)	0.07 b
R ²	0.85
Probabilidad	0.0009**
Coeficiente de Variación (%)	18.73

Nota: *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

Al priorizarse el crecimiento y desarrollo de raíces, a causa de la remoción de flores, el peso de estas también aumenta (Molina 2021). Únicamente los tratamientos que incluyan podas reproductivas tendrán esta afección, siendo el tratamiento de podas reproductivas y podas reproductivas y vegetativas.

Redondez

La implementación de podas demostró tener una influencia significativa (NS) en la redondez de las raíces tuberosas producidas. La poda reproductiva y vegetativa combinada presentó el valor más alto (85.30), mientras que el valor de redondez más bajo se obtuvo en las odas vegetativas (81.47).

Cuadro 8

Efecto de diferentes tipos de poda en la redondez de las raíces tuberosas del cultivo de jícama

(Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola

Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Redondez (%)
Podas reproductivas	82.09 ba
Podas vegetativas	81.47 b
Podas reproductivas y vegetativas	85.29 a
Sin poda (control)	82.86 ba
R ²	0.11
Probabilidad	0.15*
Coefficiente de Variación (%)	5.95

Nota. *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

Área Superficial (mm²)

En la variable de Área superficial (mm²) se encontraron diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados (cuadro 9). Según nuestros resultados, el tratamiento que demostró un valor más alto en cuanto a esta variable fue el tratamiento de podas reproductivas y vegetativas, el cual tuvo un valor promedio de 9316.1 mm².

Cuadro 9

Efecto de diferentes tipos de poda en el área superficial (mm²) de las raíces del cultivo de jícama

(Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola

Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Área Superficial (mm ²)
Podas reproductivas	7,718.2 b
Podas vegetativas	6,346.4 c
Podas reproductivas y vegetativas	9,316.1 a
Sin poda (control)	6,621.9 c
R ²	0.71
Probabilidad	<.0001**
Coefficiente de Variación (%)	13.37

Nota. *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

Los resultados obtenidos indicaron que la realización de podas reproductivas en el periodo de crecimiento tiene como resultado la producción de tubérculos con mayor tamaño obteniendo resultados que concuerdan con otras investigaciones (Sørensen 1996; Molina 2021).

Sólidos Solubles Totales (Grados Brix)

En la variable de Grados Brix se encontraron diferencias altamente significativas dentro de los diferentes tratamientos evaluados (cuadro 10). Según nuestros resultados, el tratamiento que demostró un valor más alto en cuanto a Grados Brix fue el tratamiento que combinó podas reproductivas y vegetativas (5.12).

Cuadro 10

Efecto de diferentes tipos de poda en los Sólidos solubles totales (Grados Brix) de las raíces del cultivo de jícama (Pachyrhizus erosus L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Tratamiento	Sólidos solubles totales (Grados Brix)
Podas reproductivas	4.61 b
Podas vegetativas	4.35 b
Podas reproductivas y vegetativas	5.12 a
Sin poda (control)	3.91 c
R ²	0.51
Probabilidad	<0.001**
Coefficiente de Variación (%)	11.49

Nota. *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

Todas las podas demostraron otorgar una mejora en el valor de grados brix, tanto de manera independiente como en conjunto. Existe una relación muy importante en cuanto al nivel de poda y el nivel de sólidos solubles, ya que, cada tipo de poda representó un aumento en el nivel de sólidos solubles, en donde aumento conforme aumentamos la intensidad de las podas (Cárdenas M. 2021). En esta investigación se infiere que las podas vegetativas y reproductivas presentan una mayor translocación de sacarosa, ya que esta no tiene el gasto energético de la floración, y además, la

descarga vía simplasto es activada por medio de las hojas que se encuentran en expansión, moviendo grandes cantidades de sacarosa (Padilla y Martínez 2007).

Porcentaje de Materia Seca

En la variable de porcentaje de materia seca se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) en los tratamientos evaluados (cuadro 11). El valor más alto obtenido lo tuvo la poda reproductiva (7.61%) y poda vegetativa y reproductiva (7.24%), mientras que, el testigo presento el valor más bajo encontrado en esta variable (5.6%).

Cuadro 11

*Efecto de diferentes tipos de poda en el porcentaje de Materia Seca de las raíces del cultivo del cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L. Urb) en la Unidad de Producción Hortícola en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.*

Tratamiento	Materia Seca (%)
Podas reproductivas	7.61 a
Podas vegetativas	6.02 b
Podas reproductivas y vegetativas	7.24 a
Sin poda (control)	5.60 b
R ²	0.68
Probabilidad	<0.001**
Coefficiente de Variación (%)	15.10

Nota. *Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de $\leq 0.05^*$ y $\leq 0.001^{**}$. ns: no hay diferencia estadísticamente significativa.

En los resultados de la investigación de Rizky et al. (2013) se demostró un aumento del porcentaje de materia seca para los tubérculos usando podas reproductivas, concordando con los resultados obtenidos en la presente investigación en donde se obtuvieron diferencias altamente significativas. Los resultados obtenidos no demostraron ninguna relación entre las podas vegetativas y el aumento de del porcentaje de materia seca.

Conclusiones

Las podas reproductivas fueron el tratamiento con una mayor influencia sobre el número de raíces comerciales, rendimiento del peso fresco de las raíces, peso de vainas, y porcentaje de materia seca.

Las podas vegetativas por sí solas no presentaron diferencias significativamente favorables sobre la implementación de podas reproductivas.

Las podas vegetativas obtuvieron los resultados más favorables sobre las características de calidad pos-cosecha área superficial de jícamas y grados brix

Recomendaciones

Se recomienda realizar este experimento usando varias de los cultivares de jícama (*Pachyrhizus erosus* L. Urb) disponibles en los bancos de germoplasma, ya que estos presentan rendimientos y características variados dependiendo del origen del cultivar y solo se usó un cultivar criollo en la presente investigación.

Realizar el experimento en condiciones más favorables, ya que durante los meses del experimento se sufrió las tormentas tropicales Eta y Iota, generando fuertes impactos en el cultivo.

Referencias

- Abbasi KS, Masud T, Gulfranz M, Ali S, Imran M. 2011. Physico-chemical, functional and processing attributes of some potato varieties grown in Pakistan. *African Journal of Biotechnology*; [consultado el 27 de jul. de 2021]. 10(84):19570–19579. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/99135>.
- Cárdenas M. VE. abr. 2021. Evaluación agro económica de siete materiales gen éticos de sandía con tres niveles de poda vegetativa bajo condiciones, protegidas en Zamorano [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 31 p; [consultado el 12 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1360/1/CPA-2001-T016.pdf>.
- Cobeña G, Ampuero J, Cárdenas Guillen FM. 2017. Efecto de la poda y longitud de guías sobre el rendimiento de tres variedades de camote. *Spam Ciencia*; [consultado el 25 de jul. de 2021]. 8(2):35–40. <https://cutt.ly/uQFpAI5>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [FIDA] Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, [OMS] Organización Mundial de la Salud, [PMA] Programa Mundial de Alimentos, [UNICEF] Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. 2019. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. Roma: FAO. ISBN: 978-92-5-131600-9. <http://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>.
- Guo D. 2016. Philippine Medicinal Plants: *Pachyrhizus erosus* L. Urban. Filipinas: Stuart X Change. <http://www.stuartxchange.com/Sinkamas.html>.
- Kim S-K, Choi J-H, Park J-H, Lee I-J, Park S-Y. 2009. Introduction of Yam Bean (*Pachyrhizus spp.*) in Korea. *Korean Journal of Plant Resources*; [consultado el 23 de jul. de 2021]. 22(6):546–551. https://www.researchgate.net/publication/264030039_Introduction_of_Yam_Bean_Pachyrhizus_spp_in_Korea.
- Martínez AB. 2012. Hierba Mora, Chipilin, Jícama y Bledo: Para alimentarse con calidad y economía. 1ª ed. Guatemala: Editorial Universitario Universidad de San Carlos de Guatemala ; [consultado el 23 de jul. de 2021]. <https://docplayer.es/30048003-Hierba-mora-chipilin-jicama-y-bledo.html>.
- Molina MA. 2021. Caracterización de la fenología y efectos de densidades de siembra y podas en la producción hortícola sustentable de jícama [*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.] [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 23 de jul. de 2021].
- Nielsen P, Halafihi M, Sørensen M, Stølen O. 1996. Pruning practices in *Pachyrhizus tuberosus* (Lam.) Spreng. *Journal of Tropical Agriculture*; [consultado el 23 de jul. de 2021]. 76(4):231–244. https://www.researchgate.net/publication/247774086_Pruning_practices_in_Pachyrhizus_tuberosus_Lam_Spreng.
- Padilla D, Martínez E. 2007. Factores involucrados en la distribución de azúcares en las plantas vasculares: comunicación entre los tejidos fuente y tejidos demanda. *REB. Revista de educación bioquímica*; [consultado el 27 de jul. de 2018]. 26(3):99–105. <https://cutt.ly/wQFp41k>.
- Phillips-Mora W, Morera J, Sorensen M. 1993. Las jicamas silvestres y cultivadas (*Pachyrhizus spp.*). Turrialba, Costa Rica: Royal Veterinary and Agricultural University of Denmark ; [consultado el 23

de jul. de 2021]. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2849/Las_jicamas_silvestres_y_cultivadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Ratanadilok N, Suriyawan K, Thanaisawanrayangkura S. 1996. Yam Bean (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) and its economic potential [Summary]. Tailandia: Kasetsart Univ., Kakhon, AGRIS.
- Rizky WH, Hasani S, Karuniawan A. 2013. Tuber yield and quality of nine genotypes yam bean (*Pachyrhizus spp.*) due to sink-reproductive pruning. Scientific Papers. Series B, Horticulture. LVII:445–448.
- Shikha D, Narayan A. 2020. Character association for yield parameters in Yam bean [*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9(3):192–197. doi:10.20546/ijcmas.2020.903.023.
- Sørensen M. 1996. Yam bean (*Pachyrhizus* DC.): Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1^a ed. Roma: Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute (vol. 1). ISBN: 92-9043-282-9.
- Zanklan AS. 2003. Agronomic performance and genetic diversity of the root crop yam bean (*Pachyrhizus spp.*) under West African conditions [Tesis doctoral]. Alemania: Georg-August University Göttingen. 123 p; [consultado el 8 de jul. de 2020]. <https://d-nb.info/971082189/34>.
- Zanklan AS, Becker HC, Sørensen M, Pawelzik E, Grüneberg WJ. 2017. Genetic diversity in cultivated yam bean (*Pachyrhizus spp.*) evaluated through multivariate analysis of morphological and agronomic traits. Genetic Resources and Crop Evolution. 65(3):811–843. doi:10.1007/s10722-017-0582-5.

