

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE RAIZ
DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), USANDO 10 DENSIDADES
DE SIEMBRA, BAJO LAS CONDICIONES DE LA
ALDEA DELICIAS DEL JOBO, TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA**

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TESIS

POR

CARLOS ALEXIS RIVERA MENDEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, noviembre del 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Ing. Agr.

Ing. Agr.

Ing. Agr.

Ing. Agr.

Prof.

Br.

Ing. Agr.

Edgar Oswaldo Franco Rivera

Walter Estuardo García Tello

William Roberto Escobar López

Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa

Jacobo Bolvito Ramos

José Baldomero Sandoval Arriaza

Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, noviembre del 2,000

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE RAIZ
DE JÍCAMA (*Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban), USANDO 10 DENSIDADES
DE SIEMBRA, BAJO LAS CONDICIONES DE LA
ALDEA DELICIAS DEL JOBO, TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,

CARLOS ALEXIS RIVERA-MENDEZ

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Suya es la honra y la gloria, por iluminarme y permitirme culminar mi carrera.

MIS PADRES: Carlos Humberto Rivera Ávila y Silvia Ester Méndez Roldán de Rivera, como reconocimiento a sus múltiples sacrificios por guiarme hacia un mejor futuro.

MIS HERMANOS: Nancy Madeleine Rivera Méndez y Axel Ronaldo Rivera Méndez, por su solidaridad y cariño.

MI ESPOSA: Emily Vedeth Vega Posadas de Rivera, por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

MIS SUEGROS: Néctor Vega M. y Yolanda Posadas de Vega, ejemplo de lucha y tenacidad.

**MIS CUÑADOS Y
CUÑADAS:** Néctor Waldemar, Wolfran Salvador y Beby Kimberly Vega Posadas; Ethel Cruz de Rivera, con especial aprecio.

MIS AMIGOS: Juan José Chacón, Fernando Escobar, Eduardo Pérez, Miss Alice Pinto (†), Aura Godoy, Lesbia Castro, Antonio Avila, Lesbia de Avila, Myling Turcios, Familia de León Guevara, Familia Manso Osorio.

MIS FAMILIARES: Con especial cariño

TESIS QUE DEDICO

A:

**Guatemala
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Agronomía
Carrera en Sistemas de Producción Agrícola
Chiquimula**

AGRADECIMIENTOS

A:

- **Mi asesores Ing. Agr. Anibal Martínez e Ing. Agr. Juan José Castillo, por su incondicional apoyo en la realización de este trabajo y por su amistad brindada.**
- **Lic. Oswaldo Fernando Alquijay De León por su contribución en el desarrollo de la presente investigación.**

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEÓRICO	3
3.1	MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ORIGEN	3
3.1.2	CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA JÍCAMA	5
3.1.3	DESCRIPCIÓN DE (<u>Pachyrrhizus erosus</u> (L.) Urban)	5
A.	Descripción de Pachyrrhizus L.	5
B.	Descripción de (<u>Pachyrrhizus erosus</u> (L.) Urban) (Según la Flora de Guatemala)	6
C.	Descripción de (<u>Pachyrrhizus erosus</u> (L.) Urban) (Según la FAO)	7
D.	Descripción gráfica de la Jícama	9
3.1.4	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS	11
3.1.5	IMPORTANCIA DEL CULTIVO	11
A.	Áreas de mayor y menor producción	11
B.	Usos en la alimentación	12
C.	Uso como insecticida	13
D.	Usos medicinales	14
E.	Como abono verde	14
F.	Como planta de cobertura	14
G.	Como cultivo de rotación	15
3.2	MARCO REFERENCIAL	15
3.2.1	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	15
A.	Ubicación geográfica	15
B.	Suelo	16
C.	Condiciones climáticas	16
D.	Vegetación	16

3.2.2	ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO	16
A.	Comportamiento de la Jícama (<i>Pachyrrhizus erosus</i> (L.) Urban) bajo diferentes distancias de siembra	16
B.	Efecto del desflore versus rendimiento de raíces en el cultivo de Jícama en Cabiria (CATIE, Turrialba), Costa Rica	17
3.2.3	MERCADO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA PARA GUATEMALA	18
4.	OBJETIVOS	19
4.1	GENERAL	19
4.2	ESPECÍFICOS	19
5.	HIPÓTESIS	20
6.	METODOLOGÍA	21
6.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	21
6.2	TRATAMIENTOS EVALUADOS	21
6.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	21
6.3.1	MODELO ESTADÍSTICO DE BLOQUE AL AZAR	21
6.4	DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO	23
6.5	TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	24
6.6	MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
6.6.1	PREPARACIÓN DEL TERRENO	24
6.6.2	SIEMBRA	25
6.6.3	FERTILIZACIÓN	25
6.6.4	CONTROL DE MALEZAS	25
6.6.5	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	26
6.6.6	COSECHA	26
6.7	VARIABLES DE RESPUESTA	26
6.8	TOMA DE DATOS EN EL CAMPO	26
6.8.1	CONTEO DE RAÍCES SANAS Y DEFECTUOSAS	26
6.8.2	DIÁMETRO PROMEDIO DE LA RAÍZ	26
6.8.3	PESO DE LA RAÍZ	27
6.8.4	RENDIMIENTO DE RAÍZ EN KG/HA	27
6.9	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	27

6.9.1	ANÁLISIS DE VARIANZA	27
6.9.2	ANÁLISIS DE COVARIANZA	27
6.9.3	ANÁLISIS DE REGRESIÓN	28
6.9.4	ANÁLISIS ECONÓMICO	28
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
7.1	PORCENTAJE DE RAÍCES DEFECTUOSAS	31
7.2	DIÁMETRO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA EN CENTÍMETROS	33
7.2.1	ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE MEDIAS	33
7.2.2	RELACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y DIÁMETRO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA	34
7.3	PESO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA EN KG	35
7.3.1	ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE MEDIAS	35
7.3.2	RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL PESO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA	36
7.4	RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA EN KG/HA	36
7.4.1	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE PLANTAS (X) Y EL RENDIMIENTO (Y)	36
7.4.2	ANÁLISIS DE COVARIANZA	37
7.4.3	AJUSTE DE LOS PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS	37
7.4.4	COMPARACIÓN DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA EN KG/HA	38
7.4.5	RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA EN KG/HA	40
7.5	ANÁLISIS INTEGRADO DEL DIÁMETRO (CM), PESO PROMEDIO DE LA RAÍZ (KG) Y RENDIMIENTO DE LA RAIZ DE JÍCAMA (KG/HA)	41
7.6	ANÁLISIS ECONÓMICO	42
8.	CONCLUSIONES	43
9.	RECOMENDACIONES	44
10.	BIBLIOGRAFIA	45
11.	ANEXO	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1	Contenido de nutrientes de la raíz de jícama	13
Cuadro 3.2	Precios de mercado de la raíz de Jícama en Guatemala	18
Cuadro 6.1	Descripción de los tratamientos evaluados	21
Cuadro 7.1	ANDEVA para el diámetro de la raíz de Jícama	33
Cuadro 7.2	Resultados de la prueba de Tukey para el diámetro de raíz de Jícama	33
Cuadro 7.3	ANDEVA para el peso de la raíz de Jícama	35
Cuadro 7.4	Resultado de la prueba de Tukey para el peso de raíz de Jícama	35
Cuadro 7.5	Resultado del análisis de varianza para la variable independiente "X", número de plantas y la variable dependiente "Y", rendimiento de raíz de Jícama en kg/ha	37
Cuadro 7.6	Análisis de Covarianza del número de plantas de Jícama (X) y el rendimiento de raíz de Jícama (Y)	37
Cuadro 7.7	Ajuste de los promedios de los rendimientos de raíz de Jícama en kg/ha para cada densidad de siembra empleada	38
Cuadro 7.8	Resultados de la prueba de medias de "t" para el rendimiento de raíz de Jícama en kilogramos por hectárea	38
Cuadro 7.9	Resumen del rendimiento de raíces sanas (kg/ha), diámetro (cm) y peso (kg) de raíz de Jícama para cada densidad de siembra evaluada	41
Cuadro 7.10	Relación Beneficio/Costo y Rentabilidad para cada una de las densidades de siembra evaluadas	42

Cuadro 1A.	Número de plantas de Jícama y rendimiento de raíz de Jícama para cada unidad experimental	47
Cuadro 2A.	Diámetro en centímetros y peso en kilogramos de raíz de Jícama para cada unidad experimental	47
Cuadro 3A.	Costos Fijos en la Producción de Jícama	48
Cuadro 4A.	Costos Variables en la producción de Jícama	48
Cuadro 5A.	Costos totales en la producción de Jícama	49
Cuadro 6A.	Ingresos Brutos en la producción de Jícama	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Distribución neotropical del género <i>Pachyrrhizus</i> tanto cultivado como en estado silvestre.	4
Figura 3.2	Partes de la planta de Jícama	9
Figura 3.3	Tipo de hoja de Jícama según su procedencia	10
Figura 6.1	Distribución de los tratamientos en el campo	23
Figura 6.2	Detalle de la unidad experimental	24
Figura 7.1	Área de impedimento de desarrollo radicular de Jícama	30
Figura 7.2	Posible sección recta de la curva sigmoidea que corresponde a los resultados de las densidades evaluadas	31
Figura 7.3	Porcentaje de raíces defectuosas de Jícama por cada densidad de siembra evaluada en la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa	32
Figura 7.4	Regresión lineal simple de la densidad de siembra (X) y el diámetro de la raíz de Jícama (Y)	34
Figura 7.5	Regresión lineal simple de la densidad de siembra (X) y el peso de la raíz de Jícama (Y)	36
Figura 7.6	Rendimiento de raíz de Jícama en kg/ha según la densidad de siembra empleada	39
Figura 7.7	Regresión lineal simple de la densidad de siembra de Jícama (X) y el rendimiento de raíz kg/ha (Y)	40

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban),
USANDO 10 DENSIDADES DE SIEMBRA, BAJO LAS CONDICIONES DE LA ALDEA
DELICIAS DEL JOBO, TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA**

**EVALUATION OF ROOT YIELD OF JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), USING 10
DENSITIES OF SOWING, UNDER THE CONDITIONS OF THE VILLAGE DELICIAS DEL JOBO,
TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA.**

RESUMEN

La Jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) es originaria de México y Centroamérica. En Guatemala se encuentra en estado silvestre, es decir no se conocen todos los aspectos acerca de su manejo agronómico que conduzcan a obtener rendimientos de raíz con buena calidad.

Con este estudio se aporta uno de los muchos aspectos que componen el manejo agronómico de la Jícama: la densidad de siembra. Para tal efecto se condujo un ensayo en la aldea Delicias del Jobo, Taxisco Santa Rosa, Guatemala, en el que se evaluó 10 diferentes densidades de siembra de Jícama con el objeto de establecer que densidad de siembra permite obtener un diámetro, peso y rendimiento de raíz que sea rentable.

No se empleó fertilización al suelo o foliar para poder mantener el cultivo en condiciones similares a su estado silvestre, únicamente se realizaron seis limpiezas manuales de malezas para evitar la competencia de éstas, y tampoco fue necesario efectuar control fitosanitario puesto que no se presentó ningún tipo de plaga del follaje o raíz.

Como resultado del estudio se establece que bajo las condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa, la densidad de siembra de Jícama que se debe emplear es de 40,000 plantas por hectárea; con ésta densidad se obtiene la mejor rentabilidad (566.52 %), raíces de 15 centímetros de diámetro, peso unitario de 1.57 kilogramos y rendimiento de 71,272 kilogramos por hectárea de raíz de Jícama.

1. INTRODUCCION

En la actualidad, en Guatemala la planta de Jícama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban), se encuentra generalmente en estado silvestre (5). Esta condición, le hace un cultivo con muchas expectativas de mercado tanto interno como para exportación, debido a que es un cultivo rico en fécula azucarada de buena calidad que se extrae con facilidad (6).

Este cultivo es originario de México y Centroamérica. Es cultivado en México, El Salvador, pequeñas áreas de Honduras y a nivel de investigación en Guatemala. Ha sido introducido exitosamente en diferentes regiones tropicales como en el Sudeste de Asia (13).

Guatemala es uno de los países en vía de desarrollo que presenta dos condiciones favorables para que se produzca Jícama (Pachyrrhizus sp.) en forma extensiva, la primera es la necesidad alimenticia de la mayoría de su población, y la segunda la ubicación geográfica.

Para definir parámetros técnicos respecto a la densidad de plantas de Jícama que se debe cultivar en una hectárea y su efecto sobre el rendimiento, diámetro y peso de la raíz, se realizó un ensayo en la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa. Se evaluaron 10 densidades de siembra y como resultado de ello, se establece que la densidad de siembra afecta el rendimiento (kg /ha), diámetro (cm) y peso (kg) de la raíz de Jícama; de tal manera, que a mayor densidad de siembra ($0.1225 \text{ m}^2/\text{planta} = 81,633 \text{ plantas/ha}$) se obtiene menor rendimiento por hectárea (11,226.35 kg), diámetro (7.00 cm) y peso (0.42 kg) de raíz de Jícama. Cuando se reduce la densidad de siembra ($0.2500 \text{ m}^2/\text{planta} = 40,000 \text{ plantas/ha}$), facilitando con ello la disponibilidad de espacio, luz y nutrientes para las plantas, el rendimiento se incrementa notablemente a 71,272.22 kg/ha, y el diámetro y peso de la raíz a 15.02 centímetros y 1.57 kilogramos respectivamente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fragmentación de la tierra en Guatemala, ha hecho que cada vez los cultivos tradicionales sean menos rentables, lo que ha provocado el empobrecimiento de la población, razón por la cual existe la necesidad de buscar nuevas opciones que a la vez de ser rentables, sean de fácil manejo.

En Guatemala se ha venido trabajando en la búsqueda de opciones que resuelvan en cierta forma los problemas de desnutrición y de fuente de ingresos. Uno de los cultivos que puede ser utilizado para resolver esta situación, es la Jicama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban), por ser de alto rendimiento por unidad de área, ya que sembrando 111,111 plantas por hectárea, se obtienen 12,466.29 kilogramos de raíz con un ingreso neto de Q. 16,400.00 (1); por su alto valor nutritivo (Cuadro 3.1) (10), por su poca necesidad tecnológica en el manejo y por presentar algunos usos secundarios, como fuente de abono verde y planta de cobertura.

Todas estas características, hacen que este cultivo se presente como un buen material de investigación, tanto en lo que respecta a sus características morfológicas y agronómicas, como en lo referente a los factores que influyen en la producción.

La Jicama, es una planta que se encuentra actualmente en proceso de domesticación, es decir que no se conocen todos los parámetros técnicos para su cultivo, dentro de los cuales se encuentra la densidad apropiada de siembra y sus efectos sobre el rendimiento, diámetro y peso de raíz; en tal sentido no es posible establecer plantaciones con fines comerciales que aseguren buenos rendimientos según las exigencias de mercados potenciales respecto a éstos parámetros.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ORIGEN

Referencias históricas de los períodos precolombino y postcolombino temprano indican que las especies de Jicama mexicanas y centroamericanas, fueron cultivadas por la mayoría de civilizaciones incluyendo la Tolteca, Olmeca, Azteca y Maya (13).

Su nombre (Jicama) es una adopción del lenguaje Azteca, pero por su amplia distribución a través de diferentes culturas, permitió que se le dieran otros nombres como; 'mehen-chikam' (Maya), 'guyati' (Zapoteca) y 'yam bean' (Estados Unidos de América) (13).

Este cultivo se ha introducido ampliamente en América del Sur, en Brasil, Venezuela, Bolivia y en el Norte de Argentina (13).

Después de la conquista, este cultivo fue llevado por galeones hispanos a Filipinas y luego de este lugar a las costas de China y Vietnam. De Vietnam se extendió a países vecinos que antiguamente fueron parte de Indochina francesa. En Tailandia aún es considerado como un cultivo vietnamita (13).

La Jicama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban) requiere de un clima cálido con lluvia moderada para incrementar su producción, tolera las sequías pero es sensible a las heladas. Este cultivo se encuentra en ambientes que van desde el nivel del mar, hasta los 2,000 metros, en toda clase de climas semiáridos, secos y húmedos y en suelos pobres y bien cultivados (10).

En Venezuela se reporta que este cultivo aparenta adaptarse solo a zonas de 550 m en adelante, teniendo como probable límite los 1,800 o 2,000 m pero ello no implica que vegete con exuberancia en los 600 a 900 metros. Martínez Torres (6), indica que la Jicama no es de clima cálido, sino de lugares altos y templados donde se adapta a los 27 ° y 28 °C relativamente bien, prefiriendo empero, los 17 ° y 18 °C.

En la Figura 3.1 se presenta la distribución neotropical del género Pachyrhizus tanto cultivado como en estado silvestre.

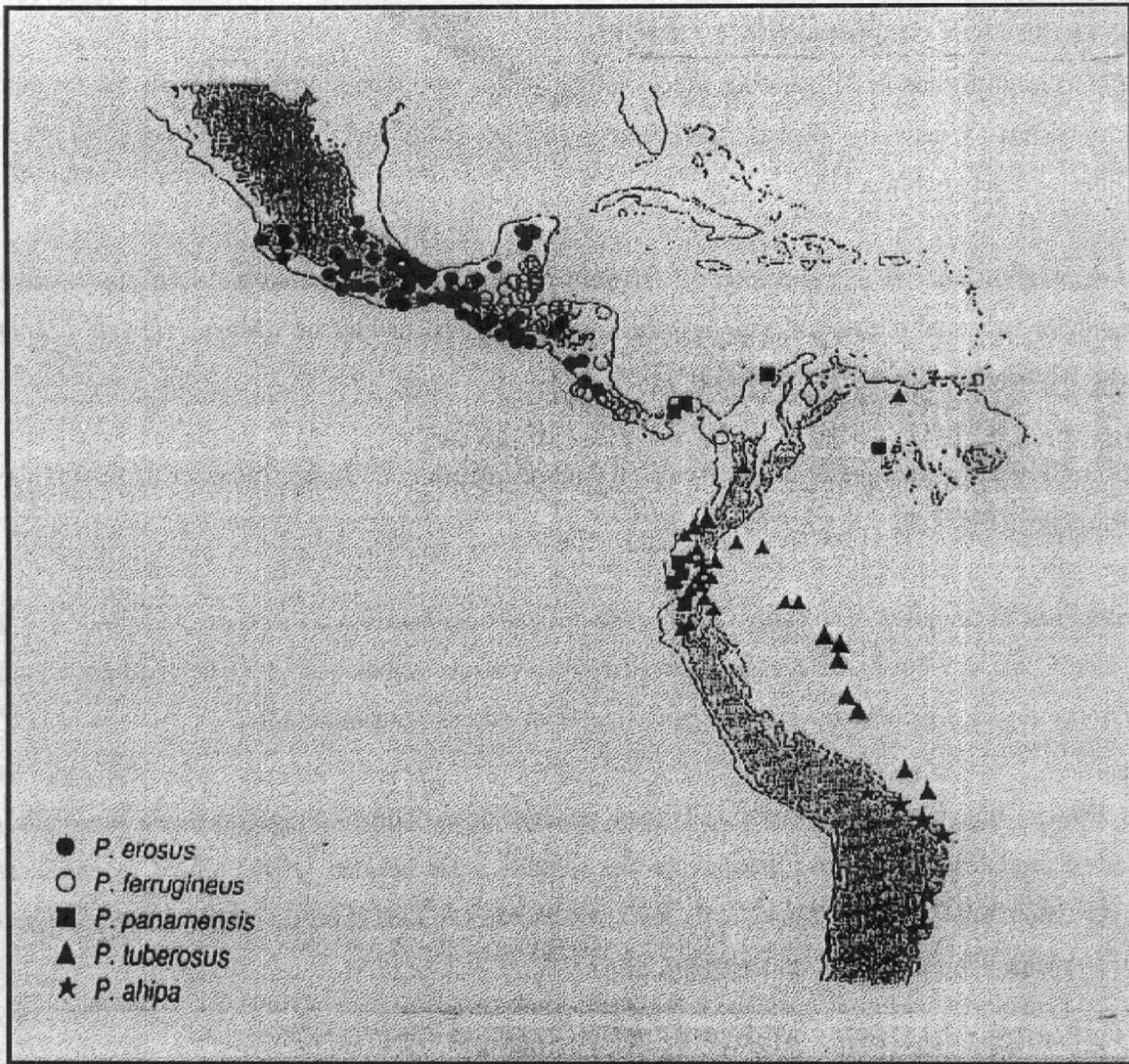


Figura 3.1 Distribución Neotropical del Género *Pachyrrhizus* Tanto Cultivado Como en Estado Silvestre

3.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA JÍCAMA

- **Reino:** Plantae
- **Subreino:** Embryobionta
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Subclase:** Rosidae
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Fabaceae
- **Género:** Pachyrrhizus
- **Especie:** Pachyrrhizus erosus (L.) Urban
Pachyrrhizus vernalis
Pachyrrhizus ferroginus
Pachyrrhizus tuberosus
Pachyrrhizus angulatus y otras (14).
- **Nombre común:** Jicama, Jícamo, Yam Bean, Tapirato, Jacutepe, Iguana, Mehen-chikam, Guyati, Caxilxhican (13).

3.1.3 DESCRIPCIÓN DE (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban)

A. Descripción del género Pachyrrhizus L. Richard (Según Flora de Guatemala)

El género Pachyrrhizus está formado por plantas lianas herbáceas; hojas pinadas, trifoliadas, con estípulas, los foliolos a menudo angulados, lobulados o toscamente dentados; flores más bien grandes, púrpuras, rosadas o blancas en racimos fasciculados, los racimos cortos o alargados pendulados, axilares, los nudos más o menos engrosados; las brácteas y las bracteolas pequeñas cetáceas y caducas (14).

Los dos lóbulos arriba del cáliz con nudos para formar un lóbulo bidentado; el estandarte ampliamente ovalado con las aurículas inflexas en la base, las alas ablongofalcadas; la quilla encorvada, obtusas igualando a las alas, en largo y tamaño; el estambre vexilar libre, los otros connados, las anteras cuniformes, el ovario subsésil, con muchos óvulos, el estilo más bien grueso, subinvoluta en el ápice, complanado introsamente filoso, el estigma globoso; la legumbre lineal, compresada, o comprimida dentro o en medio de las semillas; las semillas ovaladas a orbiculares, compresadas, el hílum pequeño no estrofilado (14).

B. Descripción de (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban) (Según Flora de Guatemala)

- **Sinónimos:** Dolichos erosus L. 1753; P. angulatos L. 1825.
- **Nombre común:** Jicama, Jícamo, Caxilxhicam (Petén, Maya).

En Guatemala es cultivado ocasionalmente por sus raíces comestibles. Algunas veces se le encuentra creciendo silvestre en bosques de pino a 1,875 metros o menos sobre el nivel del mar. En Petén probablemente solo cultivado. Se puede encontrar en forma silvestre en Baja Verapáz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Jutiapa, Guatemala, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quiché; también en México, Belice, El Salvador y de Honduras a Costa Rica. Cultivado en muchas regiones tropicales de la tierra (14).

Usualmente una liana herbácea pequeña rastrera o trepadora, con pubescencia estrigosa fina o tosca, o hirsuta con pelos cafesinos; estípulas lineal-lanceoladas de 5 a 11 mm. de largo; folíolos laterales de ovalados a romboides, enteros dentados o lobulados palmados. El folíolo terminal de romboide a ovalado reniforme, acuminado amplio o angostamente cuniado en la base, de oscura a toscamente dentado o con cinco lóbulos, de 4 a 20 centímetros de largo. Racimos erectos, de 4 a 70 centímetros de largo, los pedicelos de 1 a 5 mm. de largo, amontonados en los nudos del ráquis; las flores de 15 a 23 mm. de largo. Cáliz de 8 a 12 mm. de largo; el estandarte de 17 a 22 mm. de largo y de 12 a 20 mm. de ancho, el color varía de violeta profundo a blanco; legumbres de 7.5 a 13 cm de largo y de 11 a 18 mm. de ancho finamente estrigosa que se torna glabra al madurar, abruptamente acuminado; semillas cuadradas o redondeadas, usualmente algo comprimidas, de 5 a 11 mm. de largo y ancho de color amarillo, café o rojo (14).

La forma de estas especies con folíolo no lobulados pero más bien toscamente dentados o algo enteros en la variedad *Typicus* Clausen, la otra en la cual los folíolos son palmatilobulados, son la variedad *Palmatilobus* (DC) Clausen. Ambas se encuentran en Guatemala. El nombre de Jicama es una derivación nahualt y es usada en toda América Central y en México, algunas veces se le llama también frijol papa en Honduras "Chicam", Me Chen Chicam (Yucatán, Maya) (14).

La Jicama es una hortaliza popular en El Salvador y a lo largo del Pacífico de América Central, también en México, pero esta es poco o no conocida en el centro y occidente de Guatemala (14).

Estas especies crecen sin embargo en Chiquimula y Jutiapa y en otros departamentos de oriente, y las raíces han sido vistas ocasionalmente en los mercados de allí. Estos son siempre consumidos crudos. Recuerdan algo a los nabos en tamaño y forma pero son usualmente agostados y blanquecinos. La carne o pulpa es blanca acuosa, dulce y de agradable olor. Las plantas se propagan más o menos parecido al camote, sin soporte para las guías y a menudo en camas elevadas (13).

En México las Jícamas a menudo son conservadas en vinagre. Se cree que las raíces son más bien insolubles en agua. Las semillas se dice que son cocidas y comidas. En algunas regiones hay un miedo a que las plantas silvestres sean venenosas y hasta donde es conocido, sus raíces no se comen. Las semillas, hace un tiempo, vienen siendo usadas para destruir piojos, y han sido investigadas como una fuente de posibles insecticidas, para destrucción de piojos que infestan el ganado y otros animales. Recientemente se ha encontrado que las semillas contienen Rotenonas ($C_{23} H_{22} O_6$) de leguminosas exóticas de los géneros *Derris*, *Lonchocarpus*, y otras especies (13).

C. Descripción de (*Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban) (Según la FAO)

Planta herbácea, voluble, con hojas trifoliadas, foliolos anchos, membranosos, angulares, dentados, flores azulejas o caducas, cáliz bilabiado, de tres dientes, corola azulada, excerta, de pétalos desiguales, obtusos, con filamentos cortos y alternos; estilo con un nectario granulado en la base; comprimido, ocreo-oscuro; semillas ácreas, aplanadas. Raíz piriforme o globosa con ángulos marcados, gruesa, blanca interiormente, muy feculosa, azucarada, jugosa, raíces tuberosas que se desarrollan mucho cortando la flor, como se hace con las papas (10).

Existen dos especies cultivadas de *Pachyrrhizus*, *P. erosus* y *P. tuberosus*, que difieren en tamaño. En buena tierra, la Jícama da 100 toneladas de raíces por hectárea. Para raíces y tubérculos, la tierra debe ser bien drenada para no restringir el crecimiento del tubérculo ni propiciar el desarrollo de hongos. Las plantas se propagan fácilmente por semillas y excepto la necesidad de abonar bien la tierra donde se va a sembrar, no necesita mayor cuidado (10).

Cuando las plantas se propagan por semilla son necesarios de 5 a 9 meses para obtener tubérculos grandes, en clima cálido, pero cuando se utilizan raíces pequeñas se reduce enormemente el tiempo de producción. En las partes más cálidas de la región de México, con luz y terreno bien preparado, las raíces maduras son comúnmente cosechadas a los 3 meses (10).

Para que las raíces crezcan y sean dulces, en algunas áreas se arrancan las flores manualmente, sin embargo, esto parece innecesario en algunas regiones ecuatoriales, ya que la forma de conocer que el tubérculo está debidamente formado es cuando comienza la floración (10).

Los tubérculos tienen forma de remolacha, a veces más larga y delgada, de un color casi café, llegando a pesar hasta 3 kilogramos (10).

Considerando que la jícama es un cultivo que no se conoce ampliamente por su reciente introducción y domesticación, en la Figura 3.2 y 3.3 se presenta gráficamente las partes vegetativas y reproductivas.

D. Descripción gráfica de la Jícama

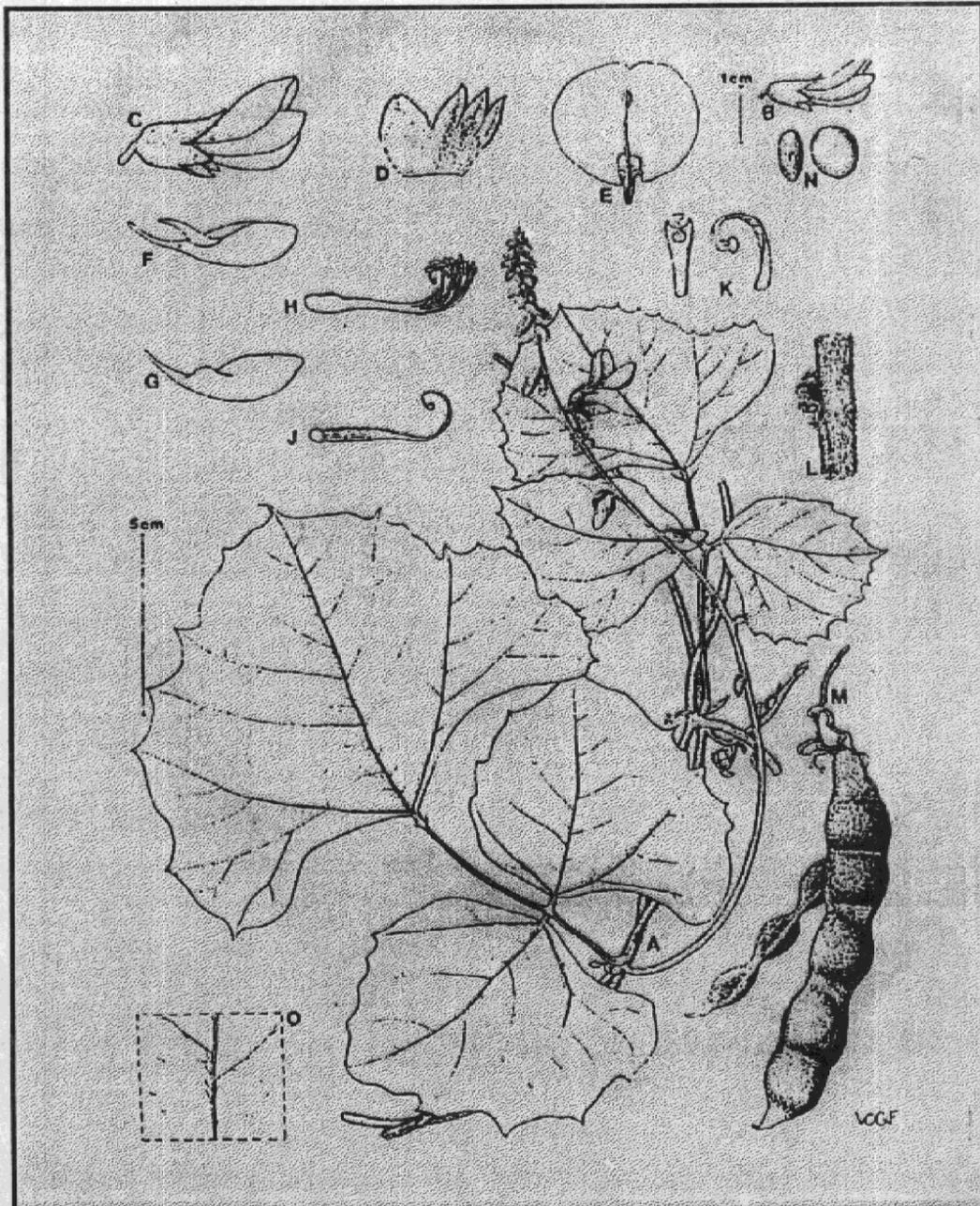


Figura 3.2 *Pachyrrhizus erosus*. A. Hábito, 2/3 del tamaño natural B. Flor C. Flor vista lateral D. Cáliz abierto E. Estandarte con estambre medio libre F. Ala G. Quilla H. Estambres J. Pistilo con disco basal K. Vista lateral y frontal del estilo y el estigma subgloboso L. Eje de inflorescencia lateral M. Legumbre madura N. Vista lateral y de planta de la semilla O. Sección adaxial de la superficie de la hoja (13).

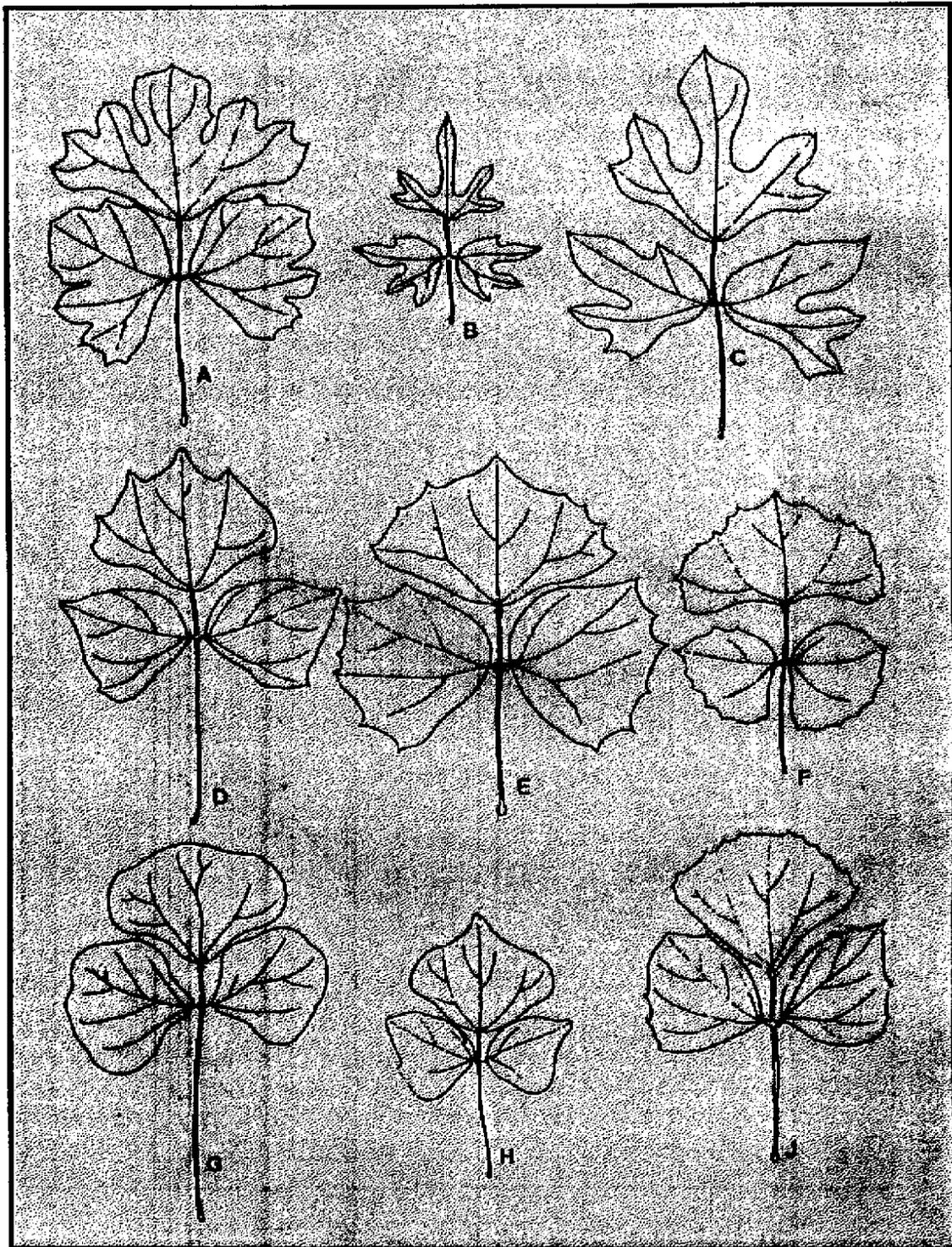


Figura 3.3 *Pachyrrhizus erosus*. Variantes de las formas de hojas según su procedencia. **A.** De Moyuta, Jutiapa, Guatemala. **B.** Prov. Guanacaste, Costa Rica. **C.** Prov. Guanacaste, Costa Rica. **D.** Prov. Cartago, Costa Rica. **E.** Edo. Oaxaca, México. **F.** Edo. Oaxaca, México. **G.** Edo. Oaxaca, México. **H.** Edo. Yucatán, México. **J.** Edo. Nayarit, México (13).

3.1.4 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

La Jicama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban) se encuentra en áreas con una estación anual seca, su hábitat se ubica a lo largo de los bordes de bosques de desiduos y de vegetación seca, la característica de sus suelos va desde arcilloso profundo a arcillo arenoso. Las especies recolectadas se encontraron en un rango de 0 a 1,750 m con una mayoría de recolección en altitudes de 500 a 900 m. El rango de precipitación varía de 250 a 500 mm. El rango de temperatura óptima en el día y noche está entre 30 ° y 20 °C (13).

Para el buen desarrollo de la jícama son preferibles los suelos bien drenados arenosos y aluviales especialmente cuando el cultivo se encuentra bajo riego. Experimentos anteriores indican que suelos con baja disponibilidad de fósforo pueden limitar la eficiencia de la fijación biológica de nitrógeno (13).

Experimentos realizados en Venezuela reportan rangos de adaptación de 550 m a 2,000 m considerándose que este cultivo vegeta mejor en la faja de los 1,200 m. (6).

3.1.5 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

A. Areas de mayor y menor producción

Las mayores áreas de producción de (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban) en los neotrópicos son México, Guatemala y El Salvador. En los paleotrópicos encontramos el Sudeste de Asia incluyendo las Filipinas, China e India (13).

Producciones a menor escala toman lugar en los otros países de Centroamérica, países del Caribe, en Guyana Francesa y Brasil, en algunos países del oeste de Africa y también en varias islas del Pacífico (13).

a. Para el Consumo familiar

Para el caso de (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban) se han encontrado pequeñas producciones de jardín a lo largo de los estados del Sur de México en una latitud de 20° N.

En Centroamérica el cultivo de la Jícama toma lugar en áreas aisladas de prácticamente todos los países.

A este nivel, se encuentran también en el Sudeste de Asia, Tailandia, Vietnam y Camboya, Indonesia y Filipinas (13).

b. Para mercados locales

A este nivel solo se encuentran casos en Filipinas, Malasia, Camboya, Burma, Laos, Vietnam, Tailandia, Indonesia, China, e India; pues en el caso de México, El Salvador, Guatemala, Belice, Honduras y Nicaragua, solo se han encontrado muy ocasionalmente en algunos mercados del interior (13).

c. Para exportación internacional

De las diferentes especies del género *Pachyrrhizus* solamente (*Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban) es cultivado para exportación (13).

La única producción a gran escala para exportación toma lugar en los Estados mexicanos de Nayarit, Michoacán y Guanajuato (13).

Todas las raíces de calidad de exportación son transportados y vendidos en el mercado estadounidense en una cantidad aproximada de 11,500 t. por año con un precio aproximado de US\$1.00/kg (13).

En Tailandia una pequeña fracción de la producción es exportada y vendida por tiendas orientales en la mayoría de ciudades de Europa. China y Malasia exportan una pequeña parte de su producción a Japón (13).

B. Usos en la alimentación

Como todos los órganos de reserva las raíces de (*Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban) son ricas en agua y carbohidratos; en esta especie hay además azúcares y proteínas. Es rica también en calcio, hierro, tiamina, riboflavina, niacina, y ácido ascórbico (2).

Un análisis bromatológico realizado por el INCAP (10), a la Jícama; reporta el siguiente contenido de nutrientes (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Contenido de nutrientes (por 100 gr./materia fresca) (10).

NUTRIENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Agua	g	86.5
Proteína	g	1.2
Grasa	g	0.2
Carbohidratos Totales	---	11.7
Fibra Cruda	g	0.6
Ceniza	g	0.4
Calcio	mg	17.0
Fósforo	mg	18.0
Hierro	mg	0.7
Actividad de Vitamina A	(ug)	0.0
Tiamina	mg	0.04
Riboflavina	mg	0.03
Niacina	mg	0.03
Ácido Ascórbico	mg	19.0
Valor Energético	kcal	48.0

Con la excepción de la papa, el camote y la yuca, las raíces y los tubérculos han sido relativamente pocos considerados desde el punto de vista de la alimentación y nutrición. Sin embargo, estos recursos presentan varias ventajas respecto a su rendimiento y al aporte de energía como carbohidrato. En general, las raíces y tubérculos no son fuentes de proteína verdadera. Algunos de estos materiales son fuentes ricas de carotenos. Las harinas que se preparan de todos estos recursos son útiles para el desarrollo de productos, por ejemplo la yuca mediante un proceso simple pero adecuado, ha dado lugar a la formación de pequeñas agroindustrias que venden su producto a la industria de concentrados. Por otra parte estos recursos ofrecen cantidades altas de almidón, que puede ser utilizado en diversas clases de industrias. Por eso se hace necesario promover cultivos como lo es la Jícama, la Malanga, el Echintal, etc (10).

El tubérculo es la parte en general comestible para los humanos, aunque en algunas regiones de América Central las vainas inmaduras son consumidas como ejotes pero puede ser tóxico para los humanos. La parte aérea de la planta puede servir para forraje del ganado (10).

C. Uso como insecticida

El componente químico llamado rotenona ($C_{23}H_{22}O_6$) puede extraerse de semillas maduras y utilizarse como insecticida, en tanto que la parte vegetativa de la planta es usada como forraje luego de cosechar las raíces tuberosas (6).

Las hojas, tallos, raíces y vainas también contienen propiedades de insecticidas y pueden ser tóxicas para los humanos. En América Central las vainas maduras son consumidas algunas veces como ejotes, pero debe tenerse experiencia para evitar efectos tóxicos del producto (10).

En México las semillas se utilizan para destruir piojos que infestan el ganado y otros animales (13).

D. Usos medicinales

Del género *Pachyrrhizus* solamente *P. angulatus* se ha estudiado encontrándose que puede ser utilizado contra la sarna y como antiparasitario externo. Las partes usadas son las hojas, semillas y ramas en infusión o cataplasma.

En el resultado del análisis químico cualitativo se reporta la presencia de alcaloides cuaternarios, esteroides insaturados, saponinas, bufadienólicos, flavonoides, y polifenoles (9).

E. Como abono verde

Las ventajas de la Jícama como abono verde se resumen de la siguiente manera:

- a) Es una leguminosa, con las ventajas de todas conocidas que traen las plantas de esta familia, ya que permiten la simbiosis de familias de bacterias que se adhieren a sus raíces.
- b) Posee un follaje abundante, igual al que demuestra el kudú. Su crecimiento exuberante y en forma de alfombra tupida sobre el suelo, ofrece follaje que al incorporarse provee una enorme materia orgánica futura al suelo.
- c) La lignificación es tardía, llevándole en esto ventajas a todos los abonos verdes. Bien sabido es que la *Crotalaria*, *Tephrosias*, *Habas terciopelo* y otras, necesitan incorporarse al suelo momentos antes de la floración, a objeto de que el tejido no esté leñoso, y sea fácil su descomposición orgánica. Con la Jícama no ocurre esto, ya que se obtiene la cosecha de tubérculos y la de las cápsulas y luego enterrarlo si así se desea.
- d) Produce frutas y legumbres antes de incorporarse.
- e) Su follaje abundante permite incorporarse en cualquier época del año (6).

F. Como planta de cobertura

Como planta de cobertura, la Jícama tiene las siguientes ventajas:

- a) Esa un cultivo que bajo condiciones ambientales adecuadas puede considerarse perenne, pues los

tubérculos al dejarse bajo tierra germinan con bastante precocidad.

- b) Su alfombra continua y follaje exuberante, le hacen tener cualidades de planta que impide la excesiva sequedad y evaporación de los suelos.
- c) Las vainas al secarse con el sol, y estar ya las semillas aptas para procrearse, se abren automáticamente en forma dehiscente, lanzando estas a su alrededor. Las semillas quedan protegidas bajo la sombra de hojas y guía; al llegar la época lluviosa estas germinan. Esto permite que el agricultor se despreocupe de su propagación si la utiliza como planta de cobertura.
- d) Por el desarrollo de su follaje resulta un cultivo ideal para evitar la erosión.
- e) Permite la siembra de árboles y a la vez defenderlos de malezas por su capacidad de estrangulación, permite el establecimiento de un programa paulatino de reforestación en terrenos con pendientes, sin tener que recurrir a costosas terrazas otros sistemas mecánicos antierosivos (6).

G. Como cultivo de rotación

En resumen, las ventajas son las siguientes:

- a) Sembrándose en salidas de invierno en una plantación de maíz permitiría su desarrollo para que sus cualidades de trepadora le permitiera crecer sobre los tallos de maíz ya recolectados, usándolos como tutores.
- b) Se puede sembrar como simple abono verde en rotación con plantas y cultivos que así lo exijan (6).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

A. Ubicación Geográfica

La Investigación se llevó a cabo en la aldea Delicias del Jobo, municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa, Guatemala; situada a 14° 27'35" Latitud Norte y 90° 20'18" Longitud Oeste, y a una altura de 550 metros sobre el nivel del mar (3).

Geográficamente la aldea se localiza en la parte Oeste de Taxisco, a 11 kilómetros de la cabecera municipal y a 101 kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala. La vía de acceso principal es por la carretera CA-9 que de Escuintla comunica a la frontera con El Salvador, cuya entrada se encuentra en el kilómetro 96.5 de donde se deriva una carretera de terracería de 4.5 kilómetros hacia la aldea.

B. Suelo

Según Simmons (12), los suelos de esta área pertenecen al grupo de suelos del declive del Pacífico y a la Serie Taxisco, los cuales se caracterizan por ser suelos profundos sobre materiales volcánicos mezclados o de color oscuro. El material madre es el halar pedregoso, su relieve es inclinado y su drenaje interno es bueno. El suelo superficial es de color café rojizo u oscuro, de textura franco arcillosa friable y su espesor varía de 20 a 30 centímetros. El pH varía de 5.5 a 6 y el contenido de materia orgánica de 3.93 a 4.45 %. En lo que respecta al subsuelo, este es de color rojo, de consistencia friable, textura arcillosa y de espesor que varía de 60 a 100 centímetros.

C. Condiciones Climáticas

Según Holdridge (4), la aldea se encuentra comprendida en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (Bmh-S-c), la cual se caracteriza por tener condiciones climáticas variables por la influencia de los vientos; el régimen de lluvias es de mayor duración por lo que influye grandemente en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación. La temperatura en esta zona oscila de 21 a 25 °C, la evapotranspiración se estima en promedio en 0.45 y el patrón de lluvia varía entre 2,136 a 4,327 mm anuales.

D. Vegetación

Según Holdridge (4), la vegetación natural en esta zona es una de las más ricas en su composición florística, citándose sin embargo, como especies indicadoras: *Schelia preusii* (Corozo), *Terminalia blonga* (Volador), *Enterolobium cyclocarpon* (Conacaste), *Sickinga salvadorensis* (Puntero), *Tripalis melaenodendron* (Mulato), *Cydistax donell-smithii* (Palo blanco, primavera), y *Andira inermis* (Chaperno).

3.2.2 ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO**A. Comportamiento de la Jícama (*Pachyrhizus erosus*) bajo diferentes distancias de siembra**

El experimento se estableció en Cabiria, CATIE (Turrialba, Costa Rica). Consistió en evaluar el efecto de 3 distancias de siembra entre plantas (densidades) y 3 accesiones. Se utilizó un experimento factorial 3 en un diseño de parcelas divididas con repeticiones. Los factores evaluados fueron: accesiones (3 niveles) en las parcelas grandes o completas y distancias (3 niveles) en las parcelas menores o subunidades. Se emplearon las accesiones EC032, EC509 y EC534 con distancias entre plantas de 0.10 m, 0.15 m y 0.20 m, la distancia entre surcos fue de 0.75m. Cada surco se sembró a doble hilera de plantas con una separación entre hileras de 0.25

m. Esto origina una densidad de siembra de 266667 plantas/ha con 0.15 m y 133333 plantas/ha con la distancia 0,20 m. Durante la cosecha se clasificaron las raíces tuberosas en dos grupos de acuerdo al tamaño y peso: tamaño pequeño para pesos inferiores a 300 g y tamaño mediano para pesos entre 300 g y 600 g (7).

Al final del experimento se encontraron diferencias entre accesiones para la producción de raíces totales. También se presentó interacción entre accesiones con distancias para raíces de tamaño pequeño y totales.

Se encontró una relación inversa entre la distancia y el número y peso de las raíces de tamaño pequeño y las totales. La distancia de siembra 0.10 m no parece conveniente pues se produce un alto número de raíces de tamaño pequeño y un peso promedio por raíz relativamente bajo.

B. Efecto del desflore versus rendimiento de raíces en el cultivo de Jícama, en Cabiria (CATIE, Turrialba), Costa Rica.

El experimento se estableció en el área de Cabiria (CATIE, Turrialba, Costa Rica) durante el período comprendido entre el 20 de abril (siembra) y el 20 de septiembre (cosecha) de 1994. Utilizando un diseño de parcelas divididas con 4 repeticiones. Los factores evaluados fueron: con desfloreo y sin desfloreo para las parcelas completas y 5 accesiones en las subparcelas. Cada parcela experimental consistió de 4 hileras dobles de 5 m de largo y separadas por 0.5 m. La distancia en la hilera doble fue de 0.25 m por 0.20 m entre plantas. La parcela útil correspondió a un ancho de 1.50 m (hileras centrales) y una longitud de 4 m (0.5 m de borde en los extremos) para un área de 6 m. Con esta distribución, la densidad de siembra correspondió a 133333 plantas/ha. Durante la cosecha se clasificaron las raíces de acuerdo a 2 tamaños: pequeños para peso inferior de 300 g y medianas entre 300 y 600 g. Se registró el número de raíces con defectos (dobles y deformes). Se evaluó la cantidad y el peso de las raíces tuberosas de acuerdo a su tamaño. El rendimiento se estimó en kg/ha. para realizar el análisis de varianza según el diseño de parcelas divididas (8).

El análisis de varianza para días a la floración y botones por inflorescencia mostró diferencias altamente significativas entre accesiones. La interacción entre desfloreo y accesiones fue altamente significativa para la mayoría de las variables estudiadas, excepto para el peso de raíces medianas y raíces con defectos, las cuales no mostraron diferencia estadística. En promedio el peso total de raíces en el tratamiento con desfloreo (19,115 kg/ha) superó en 116% la producción sin desfloreo (8,367 kg/ha), por lo que la eliminación de flores disminuye la cantidad de raíces medianas, lo que comprueba el efecto de competencia entre flores (posteriormente vainas y semillas) y tuberización o engrosamiento de las raíces (8).

En un ensayo se encontró correlación negativa significativa entre el rendimiento de raíz con días a la primera floración, días de madurez de vainas, número de hojas por planta, número de raíces por planta y longitud de raíz, confirmando la relación observada en esta investigación con la variable días a la floración. El número de raíces con defectos fue superior cuando se eliminan flores (7,272 raíces/ha) respecto a la no eliminación (3,370 raíces/ha). La tendencia general, es un incremento de raíces con grietas al eliminar las flores. Probablemente este sea un daño fisiológico que se relaciona con la alta humedad y con la sobremaduración de las raíces, esta también puede ser la causa del agrietamiento o rajadura de raíces que ocurre cuando se golpean entre si durante la cosecha (8).

3.2.3 MERCADO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA PARA GUATEMALA

En Guatemala el único mercado para la raíz de Jicama, se encuentra en San Cristóbal Frontera, Atescatempa, Jutiapa, en donde se comercializa la Jicama de acuerdo al diámetro y peso de ésta; éste mercado es muy pequeño ya que los volúmenes que se comercializan son bajos.

Durante los meses de diciembre de 1,999 a febrero de 2,000 el sustentante de la presente tesis realizó un sondeo de los precios de venta de la raíz de Jicama en éste lugar (Cuadro 3.2), encontrando lo siguiente.

Cuadro 3.2 Precios de Mercado de la Raíz de Jícama en Guatemala

TIPO DE RAÍZ	RANGO DE PESO	PRECIO DE VENTA	
		POR MAYOR	POR MENOR
Raíces muy grandes	Más de 3 libras	Q. 3.00 - Q. 5.00	Q. 4.00 - Q. 7.00
Raíces grandes	De 2 a 3 libras	Q. 2.00 - Q. 3.00	Q. 3.50 - Q. 4.75
Raíces medianas	De 1 a 2 libras	Q. 1.00 - Q. 2.00	Q. 1.50 - Q. 3.00
Raíces pequeñas	Menos de 1 libra	Q. 0.50 - Q. 1.00	Q. 1.00 - Q. 2.50

Para establecer el precio de compra venta de la raíz de Jícama influye las características externas de la planta tales como la forma, las que son casi esféricas se venden a mejor precio que las que tienen forma de trompo alargado y con daño en la superficie como pequeñas rajaduras.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- **Evaluar la influencia que ejercen las densidades de siembra sobre el rendimiento de raíz de Jícama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban), bajo las condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa.**

4.2 ESPECÍFICOS

- **Determinar las diferencias de rendimiento, de raíz de Jícama, en función de las diferentes densidades de siembra evaluadas.**
- **Analizar de que manera la densidad de siembra determina el diámetro y peso de raíz de Jícama.**
- **Establecer cual es la densidad de siembra mediante la cual se obtienen los mayores rendimientos de raíz de Jícama.**
- **Definir la densidad de siembra de Jícama que reporte los mayores beneficios económicos y redunde en una mayor rentabilidad en la producción de raíz de Jícama.**

5. HIPÓTESIS

- Las diferentes densidades de siembra evaluadas derivan en rendimiento, diámetro y peso de raíz de Jicama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban) diversos, bajo las condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa.
- Empleando diversas densidades de siembra de Jicama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban), se obtienen diferentes beneficios económicos.

6. METODOLOGÍA

6.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La Investigación se llevó a cabo en la aldea Delicias del Jobo, municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa, Guatemala.

6.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Se evaluaron 10 densidades de siembra de Jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), las cuales se describen a continuación en metros cuadrados por planta y plantas de Jícama por hectárea (Cuadro 6.1).

Cuadro 6.1 Descripción de los tratamientos evaluados

TRATAMIENTO	DENSIDAD DE SIEMBRA	
	M ² /PLANTA	PLANTAS/HECTÁREA
1	0.1225	81,633
2	0.1400	71,429
3	0.1575	63,492
4	0.1750	57,143
5	0.1600	62,500
6	0.1800	55,556
7	0.2000	50,000
8	0.2025	49,383
9	0.2250	44,444
10	0.2500	40,000

6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se empleó fue el de bloques al azar con 10 tratamientos, distribuidos 3 repeticiones o bloques.

6.3.1 MODELO ESTADÍSTICO DE BLOQUES AL AZAR

$$Y_{ij} = U + B_i + R_j + E_{ij}$$

Donde: $i = 1, 2, \dots, b$ densidades de siembra

$j = 1, 2, \dots, r$ repeticiones

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

U = Media general del parámetro evaluado.

B_i = Efecto de la i -ésima densidad de siembra

R_j = Efecto de la j -ésima repetición.

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

Por tratarse de 10 densidades de siembra de Jícama, lo que involucra un diferente número de plantas en cada tratamiento, esta variable se corrigió realizando un Análisis de Covarianza para una distribución en Bloques al Azar (Figura 6.1) (11).

6.4 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO

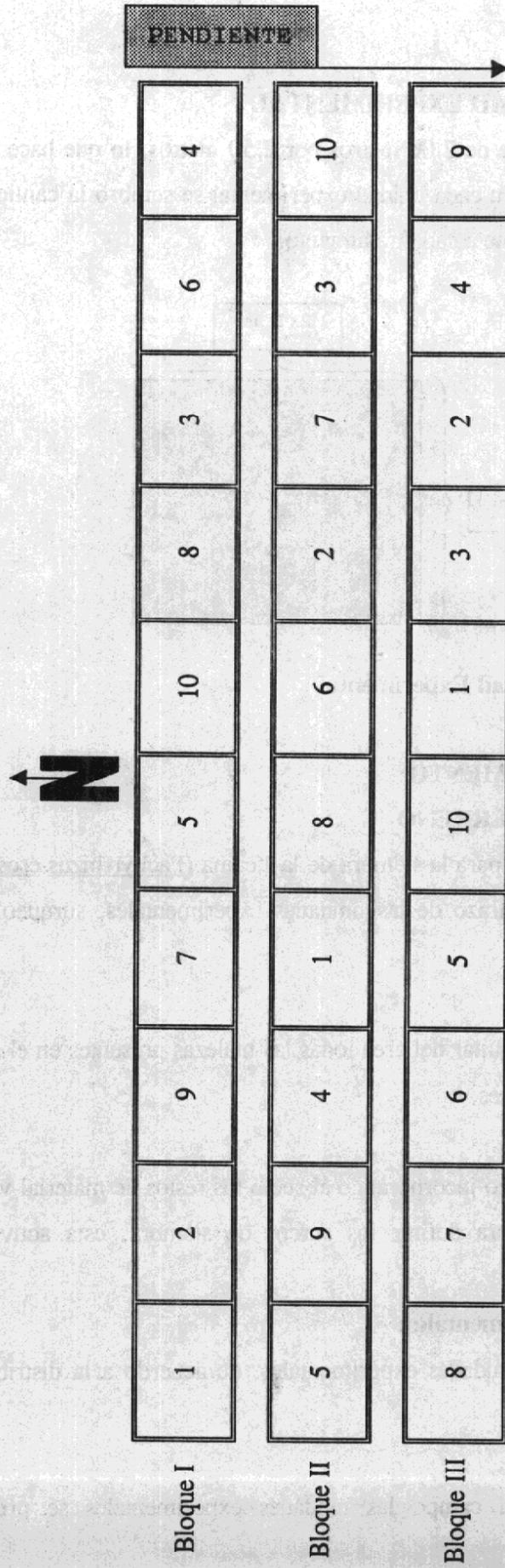


Figura 6.1 Distribución de los tratamientos en el campo

6.5 TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental fue de 2.00 metros por 2.50 metros, lo que hace un área de 5 m², la forma de ésta se presenta a continuación. En cada unidad experimental se sembró la cantidad de plantas de acuerdo a la densidad de siembra correspondiente a cada tratamiento.

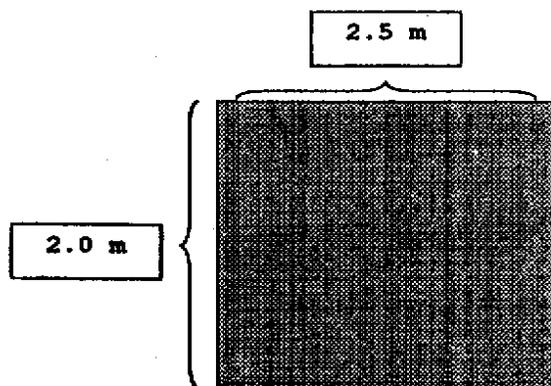


Figura 6.2 Detalle de la Unidad Experimental

6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.6.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del terreno para la siembra de la Jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), consistió en 5 pasos: chapeo, volteo del suelo, trazo de las unidades experimentales, surqueo, e instalación del sistema de riego.

Chapeo:

El chapeo se realizó para quitar del área todas las malezas presentes en el suelo, éste se realizó de forma manual empleando machetes.

Volteo del suelo:

El volteo del suelo se realizó incorporando al suelo los restos de material vegetal, producto del chapeo, a fin de aflojar el suelo para definir los surcos de siembra, esta actividad se realizó manualmente empleando azadones.

Trazo de unidades experimentales:

Se procedió a trazar las unidades experimentales, de acuerdo a la distribución presentada en la figura 6.1.

Surqueo:

Teniendo definidas en el campo las unidades experimentales se procedió a formar los surcos,

considerando la densidad de siembra que se presenta en el cuadro 6.1.

Instalación del sistema de riego:

Se utilizó un sistema de riego por goteo, cuya instalación consistió en tomar de la fuente principal (río) el agua necesaria a través de un tubo de conducción, el cual se conectó a la red de distribución de las mangueras que se instalaron dentro del área experimental.

6.6.2 SIEMBRA

Para la siembra de Jícama se siguieron dos etapas, primero la obtención de pilones y segundo la siembra de pilones en campo definitivo.

Obtención de Pilones:

Esto consistió en llevar la semilla de Jícama a la empresa de propagación de plantas "Pegón Piloncito", situada en Amatlán, para que se encargaran de reproducir la cantidad de pilones requeridos, utilizando para ello un sustrato especial y bandejas con capacidad de producir pilones. El tamaño deseado de los pilones se logró a los 35 días después de la siembra.

Siembra de Pilones en Campo Definitivo:

Con la ayuda de una macana se procedió a hacer los agujeros en los cuales se sembraron cada uno de los pilones según la distancia de siembra de cada tratamiento en cada una de las 30 unidades experimentales. Esta actividad se realizó el 10 de mayo de 1,998.

6.6.3 FERTILIZACIÓN

No se realizó ninguna fertilización, ya que se pretendió mantener el cultivo en condiciones similares a su estado silvestre.

6.6.4 CONTROL DE MALEZAS

Durante los 217 días del ciclo del cultivo de Jícama (Pachyrrhizus erosus (L.) Urban), se realizaron seis limpiezas para el control de malezas, las limpiezas se realizaron cada 22 días, siendo la última previo a que la Jícama desarrollara el follaje suficiente, después de esto el mismo follaje permitió controlar las malezas de forma natural.

6.6.5 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

No fue necesario realizar control alguno de plagas y/o enfermedades ya que el cultivo de Jícama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban) se desarrolló sin la presencia de estos factores.

6.6.6 COSECHA

La cosecha de raíces de Jícama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban) se realizó manualmente (mediante el uso de azadón) en el momento en que la plantación tenía formadas las vainas; esto sucedió a los 217 días después de haber sembrado las plantas el 12 de diciembre de 1,998; en este momento se cosecharon todas las unidades experimentales y se procedió a anotar los datos de perímetro, diámetro y peso de las raíces provenientes de cada tratamiento en cada bloque de los 10 evaluados.

6.7 VARIABLES DE RESPUESTA

- Raíces defectuosas de Jícama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban)
- Diámetro de la raíz de Jícama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban) en centímetros
- Peso de la raíz de Jícama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban) en kilogramos
- Rendimiento de raíz de Jícama en kg/ha

6.8 TOMA DE DATOS EN EL CAMPO

Al momento de la cosecha, el 12 de diciembre de 1,998 (217 días después del trasplante de los piloncitos de Jícama), se procedió a registrar la información de los incisos siguientes (6.8.1 a 6.8.4), para cada unidad experimental en cada bloque y correspondiente a cada uno de los 10 tratamientos de densidades de siembra evaluados. El diámetro, peso y rendimiento en kg/ha de raíz de Jícama se realizó únicamente a las raíces sanas de probable comercialización.

6.8.1 CONTEO DE RAÍCES SANAS Y DEFECTUOSAS

Para cada una de las plantas de Jícama en cada unidad experimental y correspondientes a la parcela neta, se separaron las raíces sanas (de forma esférica) y las raíces defectuosas (raíces que se desarrollaron desproporcionalmente respecto a su diámetro, que crecieron más en longitud) y se anotó la cantidad presente de cada clase de raíces.

6.8.2 DIÁMETRO PROMEDIO DE LA RAÍZ

Valiéndose de un calibrador (regla milimetrada con una base fija y la otra móvil), se consideró el diámetro de cada raíz en la parte media de ésta.

6.8.3 PESO DE LA RAÍZ

Simultáneamente al medir el diámetro de una raíz proveniente de determinada unidad experimental, se procedió a tomar su peso en libras el que posteriormente se convirtió en kilogramos; es decir que se estableció con precisión el diámetro y peso correspondiente de una misma raíz de Jícama.

6.8.4 RENDIMIENTO DE RAÍZ EN kg/ha

Luego de anotar los diámetros y pesos de las raíces individuales de una misma unidad experimental, se procedió a juntar todas las raíces y pesarlas, anotando su peso en libras y posteriormente convirtiendo este dato en kilogramos. Seguido se procedió por simple regla de tres a convertir el rendimiento de la parcela neta a hectárea.

6.9 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las diferentes variables de respuesta que se tomaron en el campo se analizaron de la siguiente manera:

6.9.1 ANÁLISIS DE VARIANZA

Se realizó análisis de varianza, bajo el diseño de bloques al azar con tres repeticiones y 10 tratamientos para las variables diámetro y peso de raíz. También se realizó este análisis para la variable dependiente X "Número de Plantas" y para la Variable Independiente Y "Rendimiento en kg".

6.9.2 ANÁLISIS DE COVARIANZA

El análisis de covarianza consideró la cantidad de plantas de cada tratamiento (variable independiente X) y el rendimiento de raíz de Jícama (variable dependiente Y), se realizó luego de obtener el cuadro resumen del análisis de varianza, una prueba de comparación de medias para establecer las diferencias de los rendimientos proporcionados por cada densidad de siembra.

El análisis consistió en separar las diversas causas de variación de cada variable y de la variación conjunta. Fundamentalmente, se dieron los siguientes pasos:

1. Análisis de varianza para la Variable Independiente X (Número de plantas/ ha)
2. Análisis de varianza para la Variable Dependiente Y (kg/ha de raíz de Jícama)
3. Cálculo de b y x (donde b es la pendiente y x es el rendimiento no ajustado).
4. Obtención de la ecuación de regresión y ajustes de los promedios de la variable dependiente Y.
5. Comparación de las medias.

6.9.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Con el objeto de establecer la relación entre la densidad de siembra y el rendimiento de raíz (kg/ha), diámetro de raíz (cm) y peso de raíz (kg) de Jícama se realizaron análisis de regresión, obteniéndose las respectivas ecuaciones lineales de regresión con su incremento (pendiente).

6.9.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Durante el desarrollo del cultivo y en cada una de las etapas se anotaron los costos en que se incurrió para luego establecer los costos fijos, los costos variables y el ingreso bruto de cada tratamiento (densidad de siembra), para luego obtener la relación beneficio-costos y la rentabilidad.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 10 diferentes densidades de siembra de Jícama evaluadas influyeron directamente en los parámetros que se analizaron: estos son, diámetro, peso y rendimiento de raíz de Jícama. En general para todos los parámetros, el experimento mostró una relación inversamente proporcional, es decir, que a medida que la densidad de siembra fue menor, los valores de diámetro (cm), peso (kg) y rendimiento de raíz (kg/ha) se incrementaron.

El hecho de que cuando la planta de Jícama disponga de más espacio para su desarrollo (menor densidad), y esto influya en la producción de raíces de mayor diámetro, peso y por lo tanto mayor rendimiento por hectárea, tiene relación básicamente, entre otros, con la competitividad de la planta por luz, espacio, agua y nutrientes. A continuación se esboza de manera objetiva y basados en la fisiología general de las plantas algunos de estos aspectos que influyeron en las diferencias de los resultados obtenidos según la densidad de siembra empleada.

- a. Respecto a la radiación solar; al cultivar densamente la Jícama, conforme se desarrolló la plantación, la superficie foliar se vio sobrepuesta (hoja sobre hoja), lo que impidió que las plantas, consideradas individualmente, mostraran su superficie foliar total a la luz directa del sol, esto ofreció una menor tasa fotosintética total para cada planta y con ello escasa formación de fotosintatos primarios que finalmente se convertirían en carbohidratos (fécula azucarada) que es un constituyente de la raíz. Aunado a ello también se obtiene menor producción de aminoácidos que constituyen enzimas y proteínas que participan en el metabolismo general de la planta, por lo que ésta presenta menor respuesta fisiológica para desarrollar adecuadamente todos sus procesos que redundan en el vigor de la plantación.
- b. En relación al espacio disponible por cada raíz, éste fue limitante para el crecimiento en diámetro y por lo tanto en su peso. De tal manera que en las 10 densidades de siembra, la raíz de Jícama ya no crece más en diámetro, cuando el espacio de suelo entre raíces es menor de 12.5 centímetros, esto debido probablemente a la presión mecánica que ejercen sobre el suelo las raíces circundantes. Para entender mejor esto se presenta la Figura 7.1.

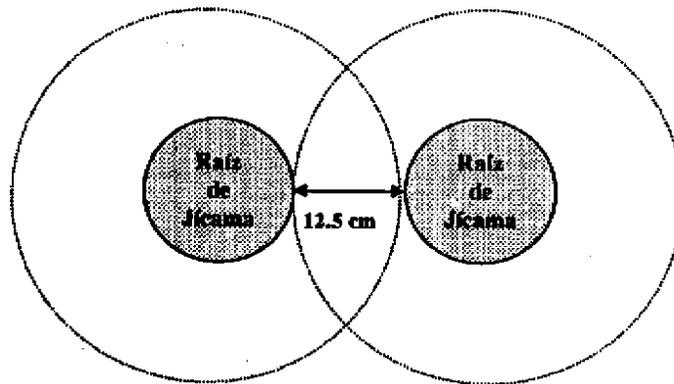


Figura 7.1 Área de Impedimento de Desarrollo Radicular de Jícama

- c. Aunque se mantenga el suelo a capacidad de campo, en los tratamientos con mayor densidad de siembra el volumen de agua disponible por planta fue menor, por lo tanto como el agua constituye el 86.5 % del peso de la raíz, la disponibilidad de la misma para su incorporación a la raíz fue menor redundando en raíces más pequeñas en peso y diámetro.
- d. De la cantidad total de elementos en el suelo, correspondió una menor fracción para nutrir a cada planta en los tratamientos con mayor densidad de siembra. Las Jícamas cultivadas con altas densidades de siembra dispusieron de menor cantidad de elementos para formar los 4 grandes grupos de biomoléculas (aminoácidos, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos) esenciales para constituir la planta en sí.

Los aspectos mencionados anteriormente no se deben interpretar aisladamente, sino más bien, la interacción conjunta de este complejo que en suma afecta todas las funciones fisiológicas de la Jícama, favorable o desfavorablemente según la densidad de siembra a la que ésta se someta. De tal manera que cuando la Jícama se siembra a una alta densidad, la raíz resulta pequeña en diámetro y peso lo que afecta directa y "proporcionalmente" el rendimiento obtenido por hectárea.

Cuando se expresa el término "proporcionalmente" en el párrafo anterior, se hace con base en que el experimento solo considera un rango, dentro de la curva sigmoidea (diámetro, peso y rendimiento) en función de la densidad de siembra, enmarcado en la sección recta de ésta y no abarca los puntos de inflexión normales de un proceso biológico que para este caso estarían definidos por el potencial genético de la planta y los límites extremos de densidad de siembra, conjugados con el medio ambiente. Por tal razón para analizar el efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro, peso y rendimiento de raíz de Jícama se trabajó con regresiones lineales por ser el modelo que mejor se ajustó al segmento estudiado.

En la Figura 7.2 se ilustra la sección recta de la curva sigmoidea que correspondió a los resultados obtenidos con base a las densidades de siembra evaluadas.

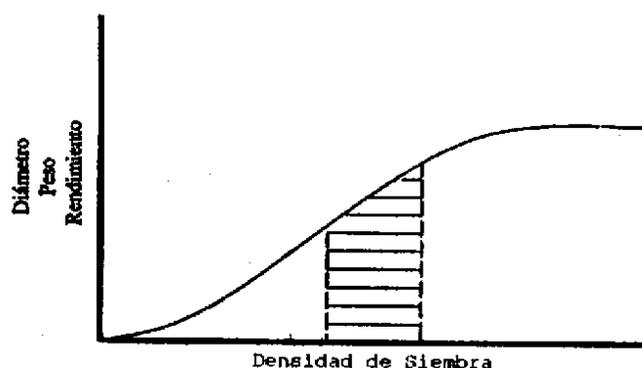


Figura 7.2 Posible Sección Recta de la Curva Sigmoidea que corresponde a los resultados de las densidades evaluadas.

En esta ilustración no se conoce con certeza hasta donde se localizan sobre el eje "X" la densidad de siembra a la cual correspondan los puntos de inflexión que complementarían la curva sigmoidea total.

7.1 PORCENTAJE DE RAICES DEFECTUOSAS DE JÍCAMA

La Figura 7.3 presenta el porcentaje de raíces defectuosas (raíces largas que no manifiestan un patrón esférico), para cada densidad de siembra evaluada; las densidades se ordenaron en el eje "X" y el porcentaje de raíces defectuosas en el eje "Y", esto con el objeto de establecer si la densidad de siembra influye sobre el porcentaje de raíces defectuosas.

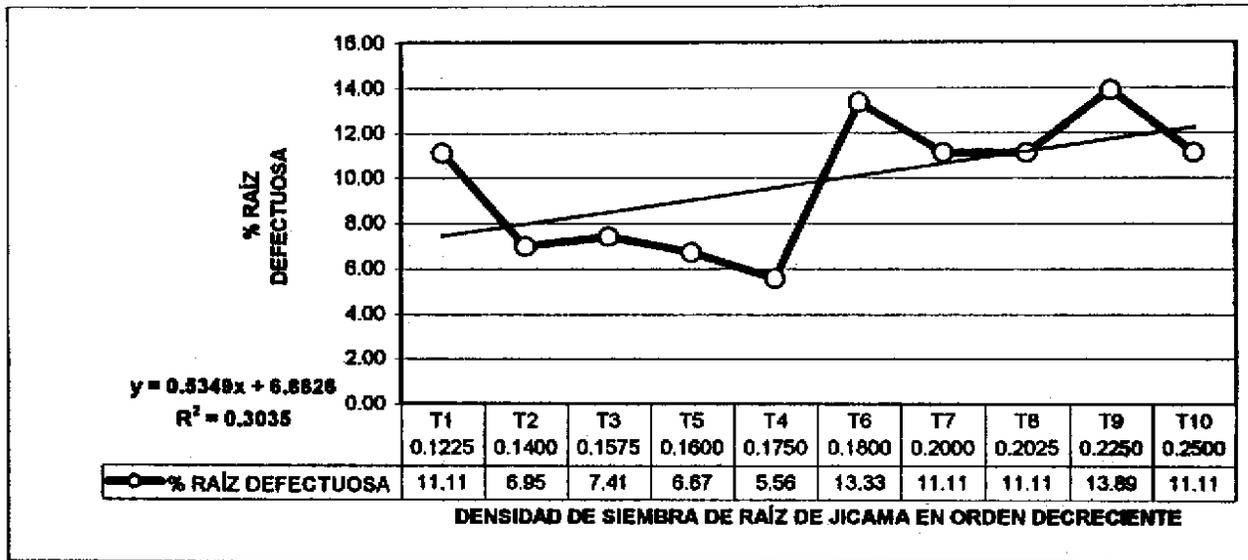


Figura 7.3 Porcentaje de raíces defectuosas de Jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) por cada densidad de siembra evaluada en la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa.

Se observa que la densidad de siembra no tiene una relación directa o proporcional respecto al porcentaje de raíces defectuosas, es decir que sembrar Jícama muy densamente (0.1225 m²/planta = 81,633 plantas/ha) o con baja densidad (0.2500 m²/planta = 40,000 plantas/ha) no incrementa o disminuye la cantidad de raíces de Jícama defectuosas (11.11 % de raíces defectuosas para ambos casos).

Para validar lo expresado en el párrafo anterior, la Figura 7.3 presenta la ecuación de regresión lineal simple que correlaciona la densidad de siembra y el porcentaje de raíces defectuosas; la ecuación lineal manifiesta un R² igual a 0.30, indicativo de que no existe relación entre la densidad de siembra y el porcentaje de raíces defectuosas.

Es probable que la causa de las raíces defectuosas se deba a características de estructura y textura del suelo que afecten su desarrollo o bien a características genéticas de la misma planta de Jícama.

7.2 DIÁMETRO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA EN CENTÍMETROS

7.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE MEDIAS

El cuadro 7.1 presenta el análisis de varianza del diámetro de la raíz de Jícama; se aprecia que la F calculada respecto al diámetro es mayor que la F tabulada al 5 y 1 por ciento, por lo tanto existe diferencia altamente significativa entre las diferentes densidades de siembra, es decir que las distintas densidades de siembra proporcionan un diámetro de la raíz de Jícama estadísticamente diferente.

Cuadro 7.1 ANDEVA para el diámetro de la raíz de Jícama (*Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calculada	F 05	F 01
DIAMETRO	9	196.5081333	21.834237	99.67223647	2.46	3.6
BLOQUES	2	0.459046667				
ERROR	18	3.943086667	0.21906037			
TOTAL	29	200.9102667				

$$\text{C.V. \%} = 4.18514625$$

Habiendo existido diferencia significativa entre las densidades de siembra respecto al diámetro, se procede a efectuar una prueba múltiple de medias de Tukey con el propósito de determinar cuales densidades de siembra ofrecen los mejores diámetros de raíz de Jícama.

El Cuadro 7.2 presenta los resultados de la prueba de Tukey del diámetro de raíz de Jícama en centímetros.

Cuadro 7.2 Resultados de la prueba de Tukey para el diámetro de raíz de Jícama (*Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban) en centímetros

TRAT	1 PLANTA EN	DIAMETRO (CM)	GRUPO TUKEY
10	0.2500 m ²	15.02	1
9	0.2250 m ²	13.41	2
8	0.2025 m ²	13.31	2
7	0.2000 m ²	13.21	2
6	0.1800 m ²	13.12	2
4	0.1750 m ²	9.33	3
5	0.1600 m ²	9.22	3
3	0.1575 m ²	9.20	3
2	0.1400 m ²	9.01	3
1	0.1225 m ²	7.00	4

Como se aprecia hay 4 densidades de siembra de Jícama que presentan diámetros estadísticamente

diferentes; en primer lugar se sitúa la densidad de siembra de una planta de Jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) en 0.2500 m² con un diámetro de raíz de 15.02 centímetros; el segundo lugar lo comparten las densidades de siembra de una planta en 0.1800, 0.2000, 0.2025 y 0.2250 m², sus diámetros en la raíz son de 13.12, 13.21, 13.31 y 13.41 centímetros respectivamente; el tercero y cuarto lugar se pueden apreciar en el cuadro anterior, siendo la densidad de siembra más alta (una planta en 0.1225 m²), la que presenta el menor diámetro de raíz de Jícama (7.00 centímetros de diámetro).

7.2.2 RELACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y DIÁMETRO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA

La Figura 7.4 presenta la relación que se presenta entre la densidad de siembra de Jícama y el diámetro de la raíz de ésta en centímetros.

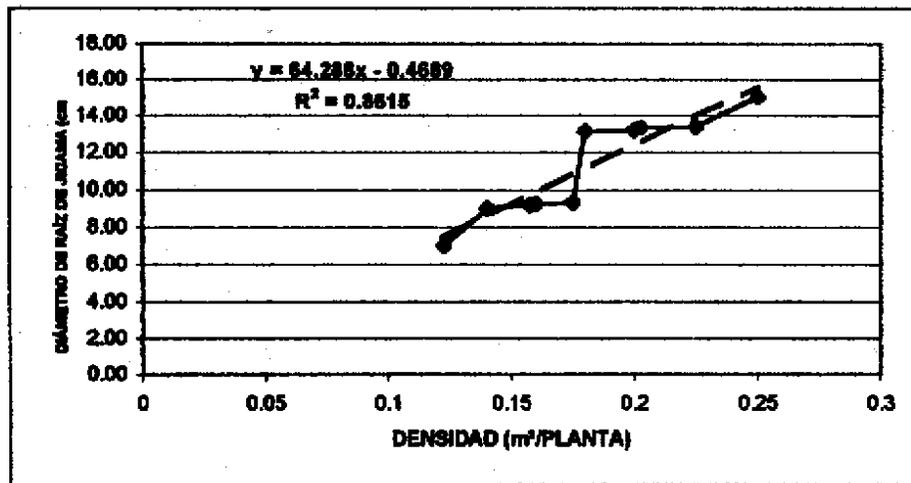


Figura 7.4 Regresión lineal simple entre la densidad de siembra (X) y el diámetro de la raíz de Jícama (Y).

Se aprecia que al aumentar el área disponible para cada planta, aumentó el diámetro de la raíz de Jícama. Según este modelo y dentro del rango de densidades de siembra evaluadas, la raíz de Jícama es capaz de incrementar su diámetro en un centímetro, cuando la planta dispone de 0.015 m² más para desarrollarse. Además la ecuación de regresión presenta un R² igual a 0.86 el cual indica que tiene un alto grado de dominio para la explicación del modelo.

7.3 PESO DE LA RAIZ DE JÍCAMA EN kg

7.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE MEDIAS

El Cuadro 7.3 presenta el análisis de varianza para el peso promedio de la raíz de Jícama.

Cuadro 7.3 ANDEVA para el peso de la raíz de Jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calculada	F 05	F01
PESO	9	4.249603333	0.47217815	364.3558159	2.46	3.6
BLOQUES	2	0.000406667	0.00020333			
ERROR	18	0.023326667	0.00129593			
TOTAL	29	4.273336667				

$$\text{C.V. \%} = 4.010282716$$

Se aprecia que existen diferencia altamente significativa entre la densidad de siembra empleada y el diámetro de la raíz de Jícama obtenido; la F calculada para el peso (364.36) es mayor que la F tabulada al 5 y al 1 por ciento (2.46 y 3.60 respectivamente).

En el Cuadro 7.4 se presentan los resultados del análisis de la prueba múltiple de medias de Tukey para el peso promedio de la raíz de Jícama.

Cuadro 7.4 Resultados de la prueba de Tukey para el peso de raíz de Jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) en kilogramos

T	DENSIDAD	Kg	GRUPO TUKEY
10	0.2500	1.57	1
9	0.2250	1.42	2
8	0.2025	1.09	3
7	0.2000	1.07	3
6	0.1800	1.02	3
4	0.1750	0.68	4
5	0.1600	0.58	4
3	0.1575	0.58	4
2	0.1400	0.54	4
1	0.1225	0.42	5

Se observa que el mejor peso de raíz (1.57 kg/raíz) se obtiene sembrando una planta de Jícama en 0.2500 m² (tratamiento 10), el segundo lugar lo ocupa la densidad de siembra de una planta en 0.2250 m² con un peso promedio de raíz de 1.42 kilogramos; el último lugar lo ocupa la densidad de siembra de una planta en 0.1225 m² con un peso promedio de raíz de 0.42 kilogramos. Es notable que a mayor densidad de siembra se obtiene un menor peso de raíz y a menor densidad de siembra un mayor peso de raíz de Jícama; es decir que a medida que se incrementa el área de suelo para una planta se incrementa el peso de la raíz de ésta, al verse

menor peso de raíz y a menor densidad de siembra un mayor peso de raíz de Jícama; es decir que a medida que se incrementa el área de suelo para una planta se incrementa el peso de la raíz de ésta, al verse favorecida por mejores condiciones de luz, espacio y nutrientes tanto sobre la superficie del suelo como dentro del suelo mismo.

7.3.2 RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL PESO DE LA RAÍZ DE JÍCAMA

La Figura 7.5 muestra que existe relación directa entre la densidad de siembra y el peso promedio de la raíz de Jícama.

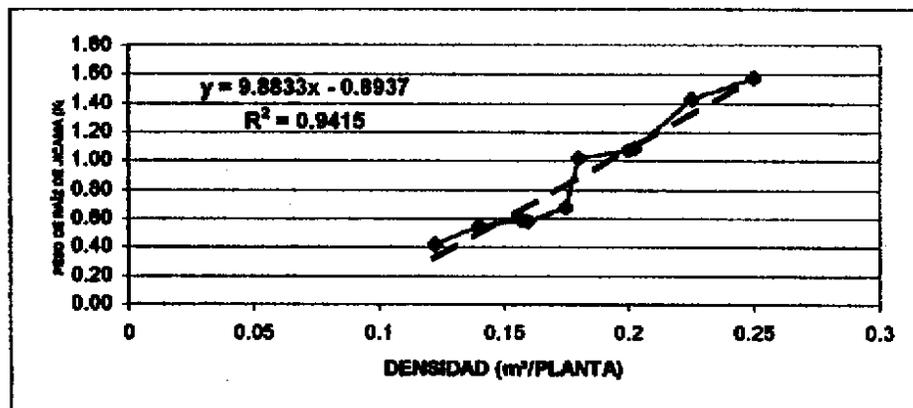


Figura 7.5 Regresión lineal simple de la densidad de siembra (X) y el peso de la raíz de Jícama (Y).

Se aprecia que al aumentar el área disponible por cada planta, aumentó el peso de la raíz de Jícama. Según este modelo y dentro del rango de densidades de siembra evaluadas, la raíz de Jícama es capaz de incrementar su peso en 100 gramos, cuando la planta dispone de 0.010 m² más para desarrollarse. Además la ecuación de regresión presenta un R² igual a 0.94 el cual indica que tiene un alto grado de dominio para la explicación del modelo.

Como para el caso del diámetro de la raíz de Jícama (inciso 7.2.2), se aprecia que para el peso de la raíz al incrementarse el área disponible por planta, es decir reducir la densidad de siembra se obtendrá un mayor peso de la raíz

7.4 RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA EN kg/ha

7.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE PLANTAS (X) Y EL RENDIMIENTO (Y)

El Cuadro 7.5 presenta los resultados del análisis de varianza realizados para la variable independiente "X" número de plantas (densidad) y la variable dependiente "Y" rendimiento de raíz de Jícama en kilogramos por hectárea.

Cuadro 7.5 Resultado del análisis de varianza para la variable independiente "X", número de plantas y la variable dependiente "Y" rendimiento de raíz de Jícama en kg/ha.

CAUSAS	G.L.	# Plantas (X)	F. Calculada	F05	F01	Rendimiento (Y)	F. Calculada	F05	F01
Tratamientos	9	439570601.8	24.98	2.46	3.60	257741402.7	15.35	2.46	3.60
Error	18	17599489.47				16787111.11			
C.V. %		8.06				9.62			

Se aprecia que existe diferencia altamente significativa para el número de plantas (densidad) y también para el rendimiento de raíz de Jícama, por lo que es necesario realizar un ajuste como si todas las unidades experimentales contaran con igual número de plantas, para lo cual es necesario analizar el rendimiento en función de la cantidad de plantas o densidad empleada por medio del análisis de covarianza que se presenta en el inciso 7.4.2.

7.4.2 ANÁLISIS DE COVARIANZA

El Cuadro 7.6 presenta los resultados del análisis de covarianza del número de plantas de Jícama (X) y el rendimiento de raíz de Jícama (Y).

Cuadro 7.6 Análisis de covarianza del número de plantas de Jícama (X) y el rendimiento de raíz de Jícama (Y)

CAUSAS	G.L.	S.C.x	Sum.y	S.C.y	VALORES AJUSTADOS			F. Cal	F05	F01
					G.L.	S.C.y	C.M.			
TOTAL	29	4284122348	-2530529090	2629484579						
BLOQUES	2	11198120.87	8603642.8	7643954.223						
TRATAMIENTOS	9	3956135417	-2837518881	2319672624						
ERROR	18	316790810.5	298185948.2	302168000	17	21494265.88	1264368.581			
TRATAMIENTO + ERROR	27	4272926227	-2539332732	2621840624	26	1112755191				
TRATAMIENTOS AJUSTADOS					9	1091260925	121251213.9	95.8986293	2.27	3.18

Se aprecia que existe diferencia altamente significativa respecto al rendimiento de raíz de Jícama puesto que la F calculada (95.90) es mayor que la F tabulada al 5 y 1 por ciento (2.27 y 3.18 respectivamente). En este caso es necesario realizar el ajuste de los promedios de los tratamientos que se presenta en el inciso 7.4.3.

7.4.3 AJUSTE DE LOS PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS

Por haberse presentado significancia para la variable independiente "X" número de plantas (densidad de siembra) en Cuadro 7.5, se presenta en el Cuadro 7.7 el ajuste del rendimiento de raíz de Jícama en kg/ha.

Cuadro 7.7 Ajuste de los promedios de los rendimientos de raíz de Jícama en kg/ha para cada densidad de siembra empleada

Tratamiento	Xi # de Plantas	Ximed - XMedGen desviación	byx(Ximed - XMedGen) ajustado	Yimed observado	Y^i ajustado
1	72562.67	20518.93	19313.87	30540.22	11226.35
2	66468.33	14424.60	13577.46	36250.95	22673.49
3	58789.00	6745.27	6349.12	34215.19	27866.07
4	53968.33	1924.60	1811.57	36556.09	34744.52
5	58333.33	6289.60	5920.22	33802.08	27881.87
6	48148.67	-3895.07	-3666.31	48996.04	52662.35
7	44444.33	-7599.40	-7153.09	47686.75	54839.84
8	43896.00	-8147.73	-7669.22	47618.42	55287.65
9	38271.33	-13772.40	-12963.56	54359.89	67323.45
10	35555.33	-16488.40	-15520.05	55752.17	71272.22
X i MedGen	52043.73	0.00	0.00	425777.80	425777.80

La última columna del Cuadro 7.7 presenta el rendimiento ajustado de raíz de Jícama en kilogramos por hectárea para cada uno de los 10 tratamientos de densidad de siembra de Jícama evaluados.

El buen desarrollo del proceso de ajuste se puede verificar realizando la suma de las desviaciones la que debe ser de cero; la suma del coeficiente de regresión *byx* multiplicado por cada desviación debe también ser cero y la suma de los promedios observados experimentalmente también debe ser igual a la suma de los promedios ajustados.

7.4.4 COMPARACIÓN DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA EN kg/ha

Como en el Cuadro 7.7 se cumple con los parámetros de verificación planteados anteriormente se puede utilizar con confianza el rendimiento de raíz de Jícama ajustado para realizar la prueba de medias del rendimiento que se presenta en el Cuadro 7.8 donde se muestra la densidad de siembra empleada en cada tratamiento en metros cuadrados por planta de Jícama y su equivalente en plantas de Jícama por hectárea.

Cuadro 7.8 Resultados de la prueba de medias de "t" para el rendimiento de raíz de Jícama en kg/ha

TRATAMIENTO	m ² /PLANTA	PLANTAS/HA	Kg/Ha	GRUPO (t)
10	0.2500	40000	71272.22	A
9	0.2250	44444	67323.45	B
8	0.2025	49383	55287.65	C
7	0.2000	50000	54839.84	C
6	0.1800	55556	52662.35	C
4	0.1750	57143	34744.52	D
5	0.1600	62500	27881.87	E
3	0.1575	63492	27866.07	E
2	0.1400	71429	22673.49	F
1	0.1225	81633	11226.35	G

La densidad de siembra que proporcionó el máximo rendimiento de raíz de Jícama (71,272.22 kg/ha) fue el tratamiento 10 con una densidad de siembra de una planta en 0.2500 m² (40,000 plantas por hectárea), el segundo lugar lo ocupa la densidad de siembra de una planta en 0.2250 m² (44,000 plantas por hectárea) con un rendimiento de raíz de Jícama de 67,323.45 kg/ha.

Sembrar la Jícama a densidades de 0.2025, 0.2000 y 0.1800 metros cuadrados por planta produce rendimientos de raíz de Jícama similares (55,287.65, 54,839.84 y 52,662.35 kg/ha respectivamente) que no son estadísticamente diferentes. El más bajo rendimiento de raíz de Jícama (11,226.35 kg/ha) se obtiene sembrando a la más alta densidad que es de 0.1225 metros cuadrados por planta o sea 81,633 plantas de Jícama por hectárea.

En la Figura 7.6 se presentan las barras que corresponden al rendimiento en kg/ha de raíz de Jícama obtenido bajo cada densidad de siembra evaluada.

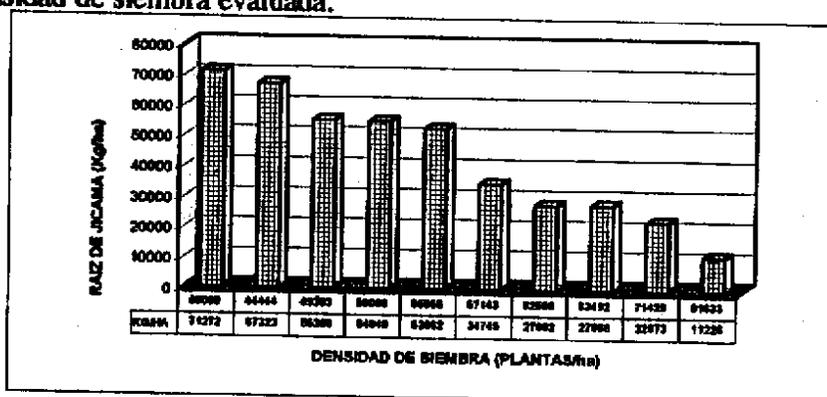


Figura 7.6 Rendimiento de raíz de Jícama en kg/ha según la densidad de siembra empleada

En la Figura 7.6 se aprecia que existe una relación inversamente proporcional entre la densidad de siembra de Jícama y el rendimiento de raíz; la menor densidad de siembra en el tratamiento 10 (40,000 plantas/ha) proporcionó el máximo rendimiento de raíz 71,272.22 kg/ha y la máxima densidad de siembra empleada en el tratamiento 1 (81,6533 plantas/ha) proporcionó el más bajo rendimiento de raíz 11,226.35 kg/ha.

Se puede decir que para el cultivo de Jícama respecto a la densidad de siembra y su efecto sobre el rendimiento de raíz se presenta una relación de la siguiente manera: en cuanto menor sea la densidad de siembra mayor será el rendimiento de raíz y en cuanto mayor sea la densidad de siembra menor rendimiento de raíz de Jícama se obtendrá. Este comportamiento se puede atribuir, como se indicó en el inciso 7.3.1, a la mayor

disponibilidad con que cuentan las plantas de Jícama (a bajas densidades) de luz, espacio, agua y nutrientes, lo que favorece los procesos fisiológicos de la misma.

7.4.5 RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA EN kg/ha

La Figura 7.7 presenta la gráfica del análisis de regresión lineal simple de la densidad de siembra versus el rendimiento.

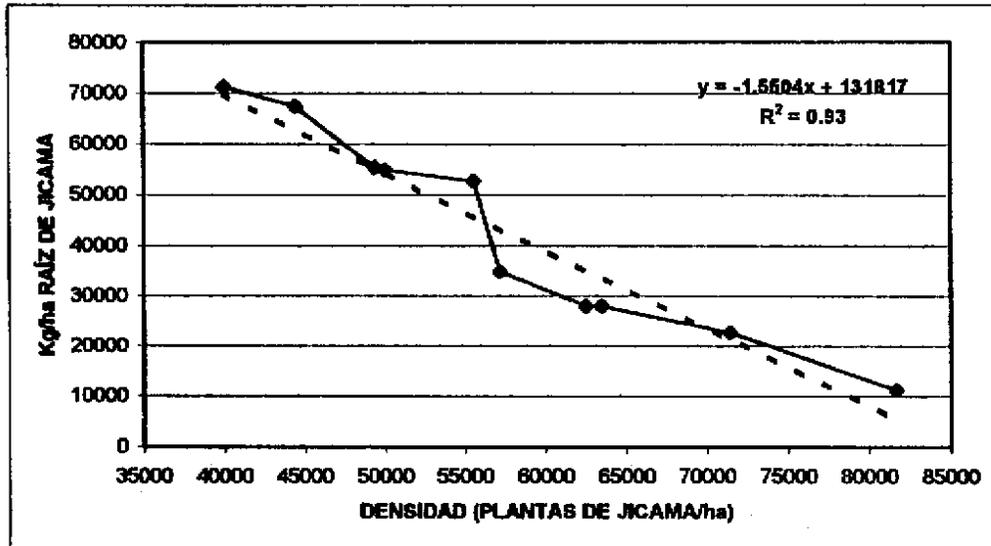


Figura 7.7 Regresión lineal simple de la densidad de siembra de Jícama (X) y el rendimiento de raíz en kg/ha (Y)

Se aprecia que a mayor densidad de siembra se obtiene menor rendimiento en peso de la raíz de Jícama; el decremento del rendimiento de raíz de Jícama en función de la densidad de siembra obedece a la ecuación lineal $Y = -1.5504(X) + 131,817$. Según este modelo y dentro del rango de densidades de siembra evaluadas, el rendimiento de raíz de Jícama se incrementa en 1,550.40 kg/ha, cuando a una alta densidad de siembra ya determinada se le sustraen mil plantas (disminuir la densidad). Además la ecuación de regresión presenta un R^2 igual a 0.93 el cual indica que tiene un alto grado de dominio para la explicación del modelo.

A partir del modelo de regresión anterior se puede ingresar la densidad de siembra de Jícama (plantas por hectárea) que se desee utilizar y saber con antelación el rendimiento de raíz de Jícama en kilogramos por hectárea que se obtendrá, recalcando que esto puede estimarse matemáticamente dentro del rango de densidades

(40,000 a 81,633 plantas/ha) evaluadas en este experimento, éste resultado gozará de un 93 por ciento de confianza ($R^2 = 0.93$).

7.5 ANÁLISIS INTEGRADO DEL DIÁMETRO (cm), PESO PROMEDIO DE LA RAÍZ (kg) Y RENDIMIENTO DE RAÍZ DE JÍCAMA (kg/ha)

El Cuadro 7.9 presenta los resultados finales de cada densidad de siembra respecto al rendimiento (kg/ha), diámetro (cm) y peso (kg) de raíz de Jícama para cada una de las densidades de siembra evaluadas.

Cuadro 7.9 Resumen del rendimiento de raíces sanas (kg/ha), diámetro (cm) y peso (kg) de raíz de Jícama para cada densidad de siembra evaluada.

TRATAMIENTO	m ² /PLANTA	PLANTAS/ha	Kg/ha	DIÁMETRO (cm)	PESO (Kg)
10	0.2500	40000	71272.22	15.02	1.57
9	0.2250	44444	67323.45	13.41	1.42
8	0.2025	49383	55287.65	13.31	1.09
7	0.2000	50000	54839.84	13.21	1.07
6	0.1800	55556	52662.35	13.12	1.02
4	0.1750	57143	34744.52	9.33	0.68
5	0.1600	62500	27881.87	9.22	0.58
3	0.1575	63492	27866.07	9.20	0.58
2	0.1400	71429	22673.49	9.01	0.54
1	0.1225	81633	11226.35	7.00	0.42
Ecuación de Regresión Lineal			Y = -1.5504(x) + 131,817 R ² = 0.93	Y = 64.288(x) - 0.4689 R ² = 0.86	Y = 9.8833(x) - 0.8937 R ² = 0.94

Se aprecia que para cada uno de los tres parámetros analizados (rendimiento, diámetro y peso de raíz), existe una estrecha relación entre la densidad de siembra de Jícama y éstos; de tal forma que al reducir la densidad de siembra (plantas/ha, m²/planta), aumenta el valor de los parámetros evaluados en forma consistente, ya que la relación entre los parámetros (rendimiento, diámetro y peso de raíz) es directa; en tal sentido si se tienen raíces de diámetro grande, ofrecerán un peso por raíz también mayor y por ende el rendimiento total de raíces en kilogramos por hectárea también se incrementará.

Partiendo de lo expuesto anteriormente, validado por las ecuaciones de regresión lineal para cada parámetro analizado y que gozan de muy buena confiabilidad, R^2 superiores al 85 por ciento dentro del rango de densidades evaluadas (40,000 a 81,633 plantas/ha): Rendimiento en kg/ha $Y = -1.5504(x) + 131,817$; Diámetro de Raíz (cm), $Y = 64.288(x) - 0.4689$; y, Peso de Raíz (kg) $Y = 9.8833(x) - 0.8937$, es posible cultivar la Jícama y obtener el diámetro, peso de raíz y rendimiento total de raíz por hectárea que nos interese de acuerdo a las requerimientos de mercado que en un futuro se puedan presentar en Guatemala y/o Centro América; para ello basta con emplear cualquiera de las tres fórmulas del parámetro que nos interesa manejar y

aplicarla a fin de obtener la densidad de siembra de Jícama que nos ofrezca como resultado el valor del parámetro [rendimiento en kg/ha, diámetro de raíz (cm), peso de raíz (kg)] que el mercado requiera para su comercialización.

7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

El Cuadro 7.10 presenta la relación beneficio-costo y la rentabilidad obtenida bajo cada densidad de siembra evaluada.

Cuadro 7.10 Relación Beneficio/Costo y Rentabilidad para cada una de las densidades de siembra de Jícama Evaluadas.

TRATAMIENTO	m ² /PLANTA	PLANTAS/ha	COSTOS.TOTALES	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	BENE/COSTO	RENTABILIDAD
1	0.1225	81633	Q 31,819.38	Q 8,419.76	Q (23,399.62)	Q 0.26	Q (73.54)
2	0.1400	71429	Q 31,790.61	Q 34,010.24	Q 2,219.62	Q 1.07	Q 6.98
3	0.1575	63492	Q 30,398.98	Q 41,799.11	Q 11,400.12	Q 1.38	Q 37.50
4	0.1750	57143	Q 30,356.10	Q 52,116.78	Q 21,760.68	Q 1.72	Q 71.68
5	0.1600	62500	Q 30,494.27	Q 41,822.81	Q 11,328.53	Q 1.37	Q 37.15
6	0.1800	55556	Q 32,111.20	Q 113,224.05	Q 81,112.85	Q 3.53	Q 252.60
7	0.2000	50000	Q 31,586.70	Q 117,904.71	Q 86,318.01	Q 3.73	Q 273.27
8	0.2025	49383	Q 31,285.39	Q 118,868.02	Q 87,582.63	Q 3.80	Q 279.95
9	0.2250	44444	Q 32,171.41	Q 168,308.63	Q 136,137.22	Q 5.23	Q 423.16
10	0.2500	40000	Q 32,079.42	Q 213,816.66	Q 181,737.24	Q 6.67	Q 566.52

La relación beneficio costo indica que la densidad de siembra de una planta en 0.1225 m² que equivale a 81,633 plantas de Jícama por hectárea produce un rendimiento de raíz de Jícama por hectárea que genera pérdidas, puesto que por cada quetzal que se invierte en la producción de Jícama se tiene una pérdida de 74 centavos de quetzal (Relación beneficio costo = 0.26), es decir que no se recupera el quetzal invertido, sino al contrario se terminan perdiendo 74 centavos.

La rentabilidad presentada en la última columna del cuadro 7.10 muestra que todas las densidades de siembra de Jícama empleadas, excepto la densidad de 81,633 plantas por hectárea, son rentables; la densidad de siembra que presenta la máxima rentabilidad es el la de 40,000 plantas de Jícama por hectárea (Una planta en 0.2500 m²), siendo esta de 566.52 por ciento y la densidad de siembra de Jícama menos rentable es la de 71,429 plantas por hectárea (una planta de Jícama en 0.1400 m²) con una rentabilidad de 6.98 por ciento. En la densidad de siembra de Jícama más rentable (40,000 plantas por hectárea) por cada 100 quetzales invertidos se obtienen Q. 566.52 quetzales de ganancia.

8. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa las diferentes densidades de siembra influyen sobre el rendimiento de raíz, de tal manera que a una mayor densidad de siembra se obtiene un menor rendimiento de raíz y a menor densidad se obtienen rendimientos mayores dentro del rango de densidades de siembra evaluadas en este experimento.
2. Para una densidad de siembra de Jicama ya definida, por cada 1,000 plantas en que se reduzca su densidad se obtendrá un incremento en el rendimiento de raíz de Jicama de 1,550.40 kilogramos por hectárea.
3. La densidad de siembra afecta el diámetro y peso de raíz de Jicama de tal manera que por cada 0.015 m² que se aumenten de área a una planta de Jicama, ésta aumentará su diámetro en un centímetro, y por cada 0.010 m² en que se incremente el área disponible por cada planta de Jicama se obtendrá un incremento en el peso de la raíz de 0.10 kilogramos o sea 100 gramos.
4. La densidad de siembra que presenta el mejor rendimiento en kilogramos por hectárea de raíz de Jicama es la de sembrar 40,000 (0.2500 m²/planta) plantas por hectárea (tratamiento 10), la cual ofrece un rendimiento total de 71,272.22 kilogramos por hectárea de raíz.
5. La densidad de siembra de Jicama más rentable corresponde a la de 40,000 plantas por hectárea (0.2500 m² por planta), mostrando una rentabilidad del 566.52 por ciento.
6. La densidad de siembra de Jicama influye de manera inversa sobre el rendimiento de raíz en kilogramos por hectárea; dicha relación se puede determinar por medio de la ecuación de regresión lineal como sigue:
 - Rendimiento de Raíz en kilogramos por hectárea: $Y = -1.5504 (X) + 131,817 R^2 = 0.93$
7. Una mayor disponibilidad de área por planta influye de manera directa sobre diámetro (cm) y peso (kg) de la raíz de Jicama; dicha relación se puede determinar por medio de las ecuaciones de regresión lineal como sigue:
 - Diámetro de la Raíz en centímetros: $Y = 64.288 (X) - 0.4689 R^2 = 0.86$
 - Peso de la Raíz en kilogramos: $Y = 9.8833 (X) - 0.8937 R^2 = 0.94$

9. RECOMENDACIONES

1. Con base a las conclusiones de la presente investigación, para obtener el máximo rendimiento de raíz de Jícama por hectárea y la mejor rentabilidad en la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa, se recomienda emplear la densidad de siembra de Jícama de 40,000 plantas por hectárea (0.2500 m² por planta).
2. De acuerdo a las exigencias, que en un futuro se puedan presentar, en el mercado nacional como internacional para el diámetro o peso de raíz de Jícama, se recomienda utilizar las ecuaciones de regresión lineal que se presentan en la sexta conclusión de este documento (válidas únicamente para el rango de densidades de siembra evaluadas, puesto que el comportamiento total de un fenómeno biológico es de una curva sigmoidea), a fin de establecer la densidad de siembra que proporcione el diámetro y peso de raíz de Jícama que el mercado requiera.
3. Con base a las ecuaciones de regresión lineal se recomienda realizar proyecciones para una futura investigación que permita establecer cual es el límite máximo natural que la planta de Jícama pueda ofrecer respecto al diámetro y peso de la raíz, en relación a las densidades de siembra.
4. Se recomienda realizar un estudio de mercado para establecer precios confiables en las áreas y épocas de comercialización en Guatemala.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ALEMÁN, R.; JACOBO, O.E. 2,000. La jícama (Pachyrhizus erosus (L.) Urban): una opción para generar ingresos y conservar los suelos. Noticias Sobre Cultivos de Cobertura (Honduras) no. 11:1-4.
2. CATIE (C.R.). 1993. Memoria de la semana científica; programa de agricultura sostenible Costa Rica. v. 1.
3. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1981. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v. 1, p. 58.
4. HOLDRIDGE, L.R. 1957. Texto aplicativo del mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formas vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 51 p.
5. IPPISCH, F. 1994. Cultivos de actualidad. Revista Agrícola (Guatemala) no. 3:36-39.
6. MARTINEZ TORRES, A.I. Caracterización morfológica y evaluación agronómica de 10 cultivares de jícama (Pachyrhizus erosus L.), en el municipio de San Andrés, Petén.

Sin publicar.
7. MORA, Q.A.; MORERA, J.; SORENSEN, M. 1995. Comportamiento de la jícama (Pachyrhizus erosus), bajo diferentes distanciamientos de siembra. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s.p.
8. -----, 1995. Efecto del desfloreo versus rendimiento de raíces tuberosas en el cultivo de jícama (Pachyrhizus erosus). Turrialba, Costa Rica, CATIE. s.p.
9. MOSCOSO ARRIAZA, A.P. de J. 1981. Recopilación botánica y análisis químico cualitativo de algunas especies de plantas consideradas medicinales en Guatemala. Tesis Química y Farmacia. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 55 p.
10. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1983. Valor nutritivo y usos en la alimentación humana de algunos cultivos autóctonos subexplotados en Mesoamérica. Santiago de Chile. p. 77, 85-88 .

11. REYES CASTAÑEDA, P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. México, Trillas. 244 p.
12. SIMMONS, Ch.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José Pineda Ibarra. 1000 p.
13. SORENSEN, M, 1996. Yam bean (*Pachyrhizus* DC). Rome, Italy, International Plant Genetic Resources Institute. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. no. 2. 141 p.
14. STANDLEY, P.G.; STEYEMARK, J. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v. 24, pt. 5. p. 323-316.

Vo. Bo. *Rolando Barrios.*



11. ANEXO

Cuadro 1A. Número de plantas de Jícama y rendimiento de raíz de Jícama para cada unidad experimental.

TRATAMIENTO	REP I		REP II		REP III	
	X = PLANTAS	Y= Kg/ha	X = PLANTAS	Y= Kg/ha	X = PLANTAS	Y= Kg/ha
1	71429	30937.1	74630	31215.24	71429	29468.33
2	65476	35146	68453	38582.6	65476	35024.25
3	59965	35802.6	59965	35193.36	56437	31649.61
4	50794	34314.81	53968	36464.47	57143	38888.99
5	59375	34133.52	59375	35284.09	56250	31988.64
6	48149	48317.35	40741	41582.76	55556	57088
7	40000	42863.64	43333	48075.39	50000	52121.21
8	37037	42012.68	49383	53198.96	45268	47643.63
9	40740	57793.56	37037	51700.29	37037	53585.81
10	40000	59681.82	33333	52272.2	33333	55302.48

Cuadro 2A. Diámetro en centímetros y Peso en kilogramos de raíz de Jícama para cada unidad experimental.

TRATAMIENTO	REP 1		REP 2		REP 3	
	DIAMETRO	PESO	DIAMETRO	PESO	DIAMETRO	PESO
1	6.96	0.43	6.99	0.42	7.05	0.41
2	9.10	0.54	9.06	0.56	8.87	0.53
3	9.51	0.60	9.42	0.59	8.67	0.56
4	9.31	0.68	9.34	0.68	9.34	0.68
5	9.65	0.57	8.93	0.59	9.09	0.57
6	13.05	1.00	13.40	1.02	12.92	1.03
7	12.41	1.07	13.27	1.11	13.94	1.04
8	14.25	1.13	13.18	1.08	12.50	1.05
9	14.12	1.42	13.18	1.40	12.92	1.45
10	14.99	1.49	15.06	1.57	15.02	1.66

Cuadro 3A. Costos Fijos en la Producción de Jícama

TREATAMIENTO	m ² /PLANTA	PLANTAS/m ²	CHAPEO	VOLTEO	SURQUEO	SIST. REGO.	INST. REGO.	LIMPIAS	TOTAL C.V.
1	0.1228	81633	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
2	0.1400	71429	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
3	0.1575	63492	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
4	0.1750	57143	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
5	0.1900	52500	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
6	0.1900	48368	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
7	0.2000	50000	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
8	0.2025	48368	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
9	0.2250	44444	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71
10	0.2500	40000	Q 342.85	Q 514.30	Q 214.28	Q 6.591.86	Q 214.28	Q 8.415.14	Q 16.292.71

Cuadro 4A. Costos Variables en la Producción de Jícama

TREATAMIENTO	m ² /PLANTA	PLANTAS/m ²	SEMIILLA	SIEMBRA	COSECHA Y PESADO	TRANSPORTE	TOTAL C.V.
1	0.1225	81633	Q 6.530.61	Q 3.918.38	Q 3.533.90	Q 1.543.78	Q 15.526.67
2	0.1400	71429	Q 5.714.29	Q 3.428.59	Q 3.237.11	Q 3.117.92	Q 15.497.90
3	0.1575	63492	Q 5.079.37	Q 3.047.62	Q 2.147.32	Q 3.831.97	Q 14.106.27
4	0.1750	57143	Q 4.571.43	Q 2.742.86	Q 1.971.25	Q 4.777.85	Q 14.063.39
5	0.1900	52500	Q 5.000.00	Q 3.000.00	Q 2.367.42	Q 3.834.14	Q 14.201.56
6	0.1900	48368	Q 4.444.44	Q 2.666.69	Q 1.435.56	Q 7.241.80	Q 15.818.49
7	0.2000	50000	Q 4.000.00	Q 2.400.00	Q 1.352.81	Q 7.541.17	Q 15.293.99
8	0.2025	48368	Q 3.950.62	Q 2.370.38	Q 1.068.90	Q 7.602.78	Q 14.992.68
9	0.2250	44444	Q 3.555.56	Q 2.133.31	Q 931.93	Q 9.257.90	Q 15.878.70
10	0.2500	40000	Q 3.200.00	Q 1.920.00	Q 865.80	Q 9.800.91	Q 15.766.71

Cuadro 5A. Costos Totales en la Producción de Jícama

TRATAMIENTO	m ³ /PLANTA	PLANTAS/m ³	FIJOS	VARIABLES	TOTALES
1	0.1225	81633	Q	15,292.71 Q	15,292.71 Q
2	0.1400	71429	Q	15,497.90 Q	15,497.90 Q
3	0.1575	63882	Q	14,106.27 Q	14,106.27 Q
4	0.1750	57143	Q	14,083.39 Q	14,083.39 Q
5	0.1900	52606	Q	14,201.58 Q	14,201.58 Q
6	0.1900	55539	Q	15,816.49 Q	15,816.49 Q
7	0.2000	50000	Q	15,292.71 Q	15,292.71 Q
8	0.2025	49383	Q	14,992.68 Q	14,992.68 Q
9	0.2250	44444	Q	15,878.70 Q	15,878.70 Q
10	0.2500	40000	Q	15,786.71 Q	15,786.71 Q

Cuadro 6A. Ingresos Brutos en la Producción de Jícama

TRATAMIENTO	m ³ /PLANTA	PLANTAS/m ³	RENDIMIENTO (kg/m ³)	PRECIO/Kg	INGRESO BRUTO
1	0.1225	81633	11226.35	Q	0.75 Q
2	0.1400	71429	22673.49	Q	1.50 Q
3	0.1575	63882	27866.07	Q	1.50 Q
4	0.1750	57143	34744.52	Q	1.50 Q
5	0.1900	52606	27981.87	Q	1.50 Q
6	0.1900	55539	52962.35	Q	2.15 Q
7	0.2000	50000	54839.4	Q	2.15 Q
8	0.2025	49383	55267.45	Q	2.15 Q
9	0.2250	44444	67323.45	Q	2.50 Q
10	0.2500	40000	71272.22	Q	3.00 Q



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

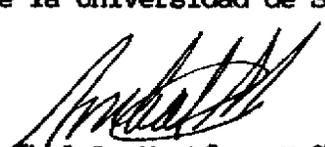
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE RAIZ DE JICAMA (Pachyrhizus erosus (L.) Urban), USANDO 10 DENSIDADES DE SIEMBRA, BAJO LAS CONDICIONES DE LA ALDEA DELICIAS DEL JOBO, TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA".

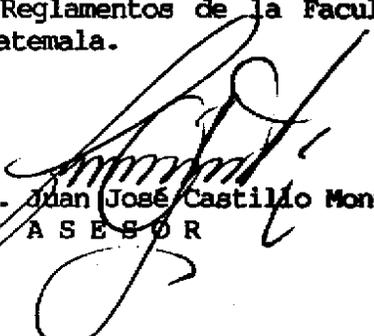
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CARLOS ALEXIS RIVERA MENDEZ

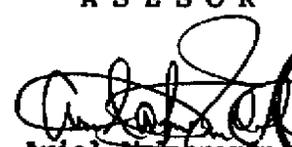
CARNET No: 8614616

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Dr. César Augusto Azurdia Pérez
Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez
Ing. Agr. Estuardo Roca Canet

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
A S E S O R


Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
A S E S O R


Dr. Ariel Abderemán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: iiusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>