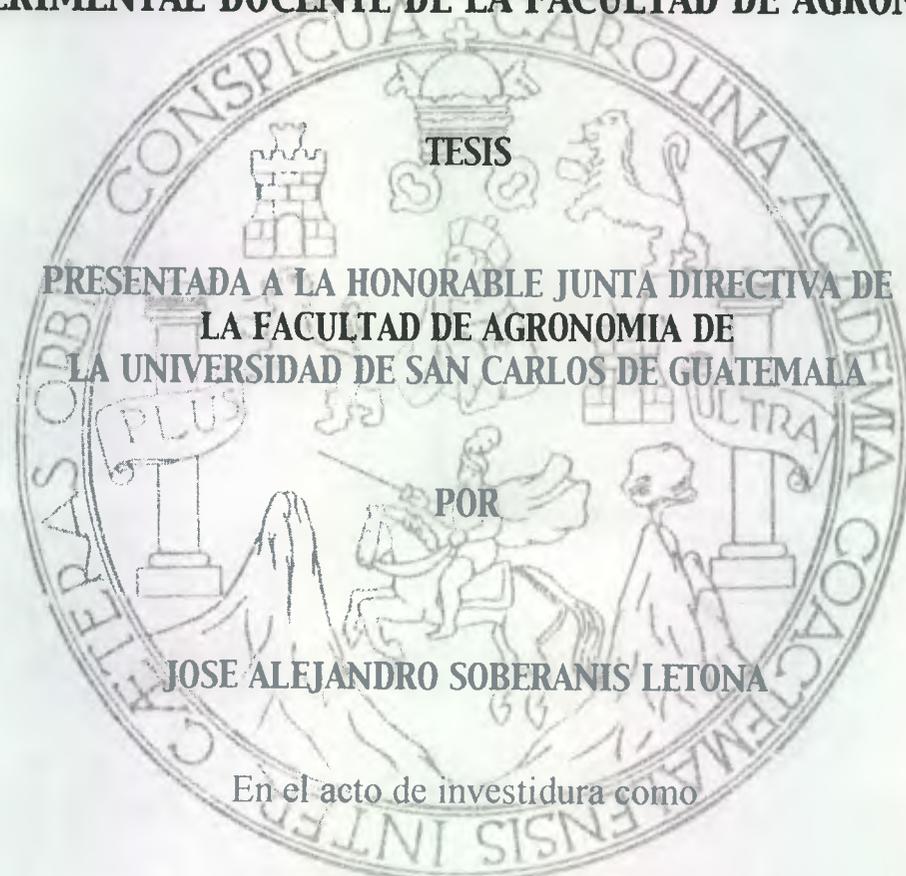


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS SENSORIALES
DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) A DIFERENTES DIAS
A COSECHA, BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO
EXPERIMENTAL DOCENTE DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**



TESIS

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

POR

JOSE ALEJANDRO SOBERANIS LETONA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO

DE LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2001

D2
01
+ (1986)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR

ING. AGR. JOSÉ EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL I	ING. AGR. WALTER ESTUARDO GARCÍA TELLO
VOCAL II	ING. AGR. MANUEL DE JESÚS MARTÍNEZ OVALLE
VOCAL III	ING. AGR. ALEJANDRO A. HERNANDEZ FIGUEROA
VOCAL IV	PROF. ABELARDO CAAL ICH
VOCAL V	BR. JOSÉ BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
SECRETARIO	ING. AGR. EDIL RENÉ RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala, julio de 2001.

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

Respetables señores:

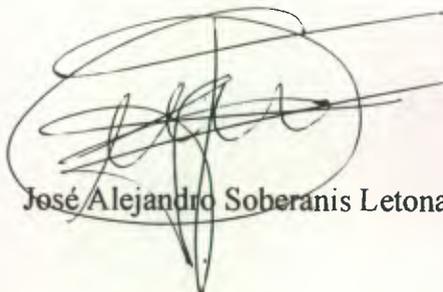
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

" RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS SENSORIALES DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) A DIFERENTES DIAS A COSECHA, BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA".

Trabajo que presento como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

A la espera de una resolución favorable me despido de ustedes,

Atentamente,



José Alejandro Soberanis Letona

ACTO QUE DEDICO

A

- DIOS: Por su bondad infinita y por permitirme alcanzar esta meta.
- MI MADRE: Nora Elisabeth Letona Mejía Por traerme a este mundo, por darme su cariño de madre, por estar conmigo en las buenas y en las malas y por las enseñanzas básicas que me han servido en la vida.
- MI PADRE: Aníbal Bartolomé Martínez Muñoz Por enseñarme que PADRE significa: PAN, AMOR, DEDICACION, RESPONSABILIDAD Y ENTREGA.
- MIS HERMANOS: Paul Soberanis, Guery Martínez y Jorge Martínez. Por su ayuda, apoyo, compañía y amor fraternal.
- MI NOVIA: Doris Orquídea Noriega García. Por su amor incondicional y apoyo emocional.
- TODOS MIS TIOS Y PRIMOS. Por su cariño y compañía.
- MI MAESTRA DE PRIMARIA: Olga Córdón de Muralles. Por haberme enseñado mis primeras letras y por hacerme creer que si puedo.
- MI MAESTRA DE LITERATURA: Edna Portillo de Riley Por inculcarme el gusto por la lectura.
- MIS AMIGOS: Lic. Carlos Echeverría, Lic. Pedro Paredes, Ing. Agr. Alfredo Itzep, Ing. Agr. Luis Morán, Ing. Agr. Luis Ortíz (Q.E.P.D.), Ing. Agr. Mario Buch, Ing. Agr. Pablo Prado. Ing. Agr. Edwin Cano, Ing. Agr. Edil Rodríguez. Por su apoyo moral, sabias enseñanzas, agudas observaciones, recomendaciones y los buenos momentos que he pasado en su compañía.

TESIS QUE DEDICO

A

GUATEMALA

Por ser el país donde me tocó nacer, crecer, estudiar, que admiro tanto y que me gustaría ver desarrollado todo su potencial.

ESCUELA NACIONAL PARA VARONES
"REPUBLICA DE MEXICO"

Porque allí aprendí las primeras letras, tuve los primeros amigos y me enseñaron a creer en mí mismo.

INSTITUTO NACIONAL EXPERIMENTAL
CON ORIENTACION VOCACIONAL
PEMEM II ZONA 1.

Porque allí pasé la adolescencia y me enseñaron que aparte de la academia es necesario tener un oficio.

COLEGIO AMERICANO DE GUATEMALA

Porque en el Colegio me dieron la base académica para triunfar en la Universidad, fortalecieron mi autoestima y pude observar a la sociedad Guatemalteca desde otra perspectiva.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

Por su liderazgo en la educación superior, por ser la conciencia de Guatemala y por formar a los profesionales que tanto se necesitan.

FACULTAD DE AGRONOMIA

Por ser mi segunda madre y porque allí aprendí muchas lecciones duras pero necesarias en la vida.

PUEBLO DE GUATEMALA

Por su constante lucha para reivindicar el derecho que tiene a la libertad, igualdad, fraternidad y a vivir dignamente en un país soberano e independiente.

AGRADECIMIENTOS

SINCEROS AGRADECIMIENTOS A:

LIC. NORA ELISABETH LETONA MEJÍA. Por prestar la computadora con la que se elaboró el informe final de tesis.

LIC. JULIETA SALAZAR DE ARIZA. Por coordinar la realización de la evaluación sensorial de la jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) y por las observaciones y sugerencias hechas para la realización de este trabajo de tesis.

ING. AGR. ANÍBAL BARTOLOMÉ MARTÍNEZ MUÑOZ. Por su asesoría en la realización de este trabajo de tesis.

ING. AGR. JUAN JOSÉ CASTILLO MONTT. Por prestar la semilla que se utilizó para la realización de este trabajo de tesis y por ayudar a obtener información bibliográfica.

ING. AGR. FRANCISCO VASQUEZ. Por prestar la balanza y el refractómetro, los cuales sirvieron para la realización de este trabajo de tesis. Además por la asesoría brindada, necesaria para realizar este trabajo.

ING. AGR. MANUEL MARTINEZ. Por su colaboración para la realización de este trabajo de tesis.

ING. AGR. WILLIAM ESCOBAR. Por su colaboración para la realización de este trabajo de tesis.

ING. AGR. AMILCAR SANCHEZ. Por su colaboración para la realización de este trabajo de tesis.

ING. AGR. BYRON GONZALEZ. Por su colaboración para la realización de este trabajo de tesis.

Al grupo de consumidores que participaron en las pruebas de aceptabilidad y al panel de jueces catadores, también se les agradece pues sin ellas y ellos no hubiera sido posible obtener los resultados.

Se le agradece su participación, en las pruebas de aceptabilidad, al grupo de consumidores integrado por las siguientes personas:

Aldana de Insausti, Aida	Méndez, Rosalina
Aldana, Manuel	Méndez, Victor Hugo
Alvarado, Marlene	Mirón, Elsa de
Alvarez, Silvia de	Molina, Ingrid
Arias, Silvia	Monterroso, Fernando
Barillas, Silvia	Monterroso, Juan Francisco
Barrera Ortíz, Byron	Monzón, Ana Fabiola
Barrera, Ana Leonor	Morales Castro, Elio Salvador
Bojórquez, Eugenia	Muñiz, Catalina
Castellanos, Nidia	Navarro, Ingrid Rosmary
Catalán Rufino	Ortíz López, Ariel
Chamo, Carmen de	Ortíz, Nancy
Chapetón, Verónica	Pastor, Juan Pablo
Chinchilla Alonzo, Julio René	Pérez, Juan Luis
Cóbar Pinto, Luis	Perez, Rocío
Cruz, José de la	Portillo, Magali
Curruchiche, Rafael	Reyes Hernández, Mamerto
Dardón, Milvia	Rivera, Carlos
de León, Ana Liset	Roca, Luis de la
Escobar López, Ronaldo	Rodas, Emilio
Estrada, Marco	Rosales, Marlon
Fernández, Brenda	Rosales, Víctor Manuel
Florian, Werner	Ruiz, Aracelly
García Esquivel, Boris	Ruiz, Lauro
Orlando	Sactic, Rubén
Godínez, Denisse	Salazar, Vilma
Granados, Silvia	Samayoa, Alejandro
Guzmán Morán, Juan Carlos	Santos, Elisa
Hernández Reyes, Rogelio	Sosa, Elizabeth de
Imery, Carolina	Sosa, Luis
Itzep, Alfredo	Valdéz Díaz, Ivone
Johnson, Sully	Valiente, Mario
Juárez de García, María	Vásquez López, Erwin
Consuelo	Vasquez, Erwin
Larrazabal, Luis	Vasquez, Lester
Leal, Luis	Vasquez, Milvia Dardón de
Lechuga, Carlos Alejandro	Vasquez, Olga
León, Héctor René de	Vela, Jessica
Linares Palma, Carlos	Velásquez, Juan Manuel
Mazariegos, Ada Esmeralda	Ventura Pivaral, Any Betsabé
Medina, Hevelin Onelia	

Se les agradece su colaboración a:

Lic. Geraldina Velásquez de León
Dra. María del Rosario Godínez

En la coordinación de las pruebas de jícama realizadas por el panel de jueces-catadores.

Se le agradece su colaboración al panel de jueces-catadores integrado por las siguientes personas:

Barrantes, Lilian
Carranza, Idolly
Dardón, Antonio
Gil, Martín
Joo, Rosa Carolina
Lara, Flor de María
López, German
Marroquín, Marta Lidia
Mazariegos, Angela Sofía
Méndez, Ninfa
Orozco, Noemy
Vielman, Anabela

INDICE GENERAL

	PÁGINAS
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema	2
3. Marco teórico	4
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 Importancia del cultivo	4
3.1.2 Descripción general de la jícama	4
3.1.3 Requerimientos climáticos y edáficos	8
3.1.4 Manejo agronómico del cultivo	11
3.1.4.1 Preparación del terreno	12
3.1.4.2 Siembra	12
3.1.4.3 Fertilización	12
3.1.4.4 Riegos	12
3.1.4.5 Control de plagas	13
3.1.4.6 Control de malezas	13
3.1.4.7 Prevención y control de enfermedades	13
3.1.4.8 Cosecha	13
3.1.4.9 Manejo Post-Cosecha	14
3.1.4.10 Rendimiento	15
3.1.5 El cultivo y consumo de jícama en Guatemala	16
3.1.6 El cultivo de jícama en el valle de la capital de Guatemala	18
3.1.7 Efecto de la humedad en el rendimiento y forma de la raíz de jícama	18 19
3.1.8 Características sensoriales	20
3.1.9 Evaluación sensorial	21
3.1.10 Aceptabilidad	21
3.1.10.1 El método de aceptación del consumidor	22
3.1.10.2 El método del panel diferenciador	23
3.1.11 Uso del refractómetro para medidas de densidad	24

3.1.12 Principio de operación	25
3.2 Marco Referencial	27
3.2.1 Ubicación del experimento	27
3.2.2 Suelos	27
3.2.3 Descripción del cultivar utilizado	30
4. Objetivos	33
5. Hipótesis.	34
6. Metodología	35
6.1 Metodología experimental	35
6.1.1 Tratamientos	35
6.1.2 Unidad experimental	35
6.1.3 Diseño experimental	36
6.2 Variables de respuesta	36
6.3 Modelo estadístico	38
6.4 Análisis de los resultados	38
6.4.1 Análisis de varianza	38
6.4.2 Prueba de medias	39
6.4.3 Prueba Q de Cochran	39
6.4.4 Determinación de características sensoriales de la raíz de jícama	40
6.4.5 Determinación de la aceptabilidad	41
6.4.6 Determinación del porcentaje de sólidos solubles (Grados Brix).....	42
6.4.7 Toma de datos climáticos	43
6.5 Manejo del experimento	44
6.5.1 Preparación del terreno	44
6.5.2 Siembra	44
6.5.3 Control de malezas	44
6.5.4 Control de plagas	45
6.5.5 Control de enfermedades	45
6.5.6 Fertilizacion	45
6.5.7 Riego	45
6.5.8 Cosecha	46

6.6 Eficiencia productiva de la jícama	46
7. Resultados	47
7.1 Rendimiento total en peso fresco de raíces de jícama	47
7.2 Rendimiento no comercial en peso fresco de raíces de jícama	49
7.3 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces de jícama	51
7.4 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces pequeñas de jícama	53
7.5 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces medianas de jícama	55
7.6 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces grandes de jícama	57
7.7 Discusión de resultados de rendimiento en peso fresco de las raíces de jícama	58
7.8 Forma de la raíces de jícama	60
7.9 Discusión de los resultados de la forma de las raíces de jícama en los diferentes días a cosecha	61
7.10 Resultados de las pruebas de aceptabilidad con consumidores	62
7.10.1 Cosecha a los 114 días	62
7.10.2 Cosecha a los 129 días	62
7.10.3 Cosecha a los 144 días	63
7.10.4 Cosecha a los 159 días	63
7.10.5 Cosecha a los 174 días	64
7.11 Cambio de grados brix durante el ciclo del cultivo	66
7.11.1 Modelo de Regresión con los datos de grados brix	67
7.12 Resultados de la evaluación sensorial de jueces entrenados	67
7.13 Variables climáticas medidas durante el período que duró el experimento	69
Conclusiones	71
Recomendaciones	72
Bibliografía citada	73
Apéndices	75

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Contenido de nutrientes por 100 gr de materia fresca de raíz tuberosa de jícama (<i>P. erosus</i> (L.) Urban).....	6
CUADRO 2	Rendimientos de diferentes variedades de jícama reportados por el INIFAP de México.....	17
CUADRO 3	Descripción general de las condiciones climáticas en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía realizada por Cordón (5).....	27
CUADRO 4	Descripción del perfil de suelo del área donde se ubicó el experimento, según Cordón (5).	28
CUADRO 5	Resultados del análisis de suelos del área donde se ubicó el experimento, realizado por el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.	29
CUADRO 6	Información obtenida por Martínez (10) relacionada con el desarrollo del cultivar EC-236.....	31
CUADRO 7	Rendimientos en peso fresco reportados por diversos investigadores del cultivar EC-236.	32
CUADRO 8	Identificación de los cinco tratamientos evaluados.....	35
CUADRO 9	Resultados del rendimiento en peso fresco total de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.	47
CUADRO 10	Resultados del rendimiento en peso fresco no comercial de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha	49

CUADRO 11 Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.....	51
CUADRO 12 Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíces pequeñas de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.....	53
CUADRO 13 Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíces medianas de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.....	55
CUADRO 14 Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíces grandes de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.....	57
CUADRO 15 Eficiencia productiva de la jícama en los días de cosecha comparados	58
CUADRO 16 Porcentajes promedio de frecuencia de aparición de raíces con diferentes formas en cada día a cosecha.....	60
CUADRO 17 Resultados de aceptabilidad con consumidores en las distintas cosechas para la jícama cruda sin acompañamiento.....	62
CUADRO 18 Resultados de aceptabilidad con consumidores en las distintas cosechas para la jícama cruda acompañada de sal y limón.....	65
CUADRO 19 Resumen de resultados de evaluación sensorial de jícama con jueces entrenados	68
CUADRO 20 Principales datos meteorológicos recopilados en la estación del INSIVUMEH de la ciudad capital durante el año 2000.....	70

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Curvas de rendimiento de frutos de melón, pepino, y calabaza. FUENTE: MILLER, E. Fisiología Vegetal. (11)	17
FIGURA 2	Instalaciones diseñadas para utilizar el método del panel diferenciador. Tomado de Gould (8)	23
FIGURA 3	Presentación de la jícama a los jueces-catadores para el análisis sensorial.....	41
FIGURA 4	Medias de rendimiento total de raíz de jícama en cada día a cosecha	47
FIGURA 5	Medias de rendimiento no comercial de raíz de jícama en cada día a cosecha	49
FIGURA 6	Medias de rendimiento comercial de raíz de jícama en cada día a cosecha	51
FIGURA 7	Medias de rendimiento comercial de raíces pequeñas de jícama en cada día a cosecha	53
FIGURA 8	Medias de rendimiento comercial de raíces medianas de jícama en cada día a cosecha	55
FIGURA 9	Medias de rendimiento comercial de raíces grandes de jícama en cada día a cosecha	57
FIGURA 10	Porcentajes de Grados Brix del jugo de las raíces de jícama en los diferentes días a cosecha	66
FIGURA 11	Climadiagrama de datos meteorológicos recopilados en la estación del INSIVUMEH de la ciudad capital durante el año 2000	69

RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS SENSORIALES DE LA JICAMA
(*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) A DIFERENTES DIAS A
COSECHA, BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO EXPERIMENTAL
DOCENTE DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUATION OF YIELD AND SENSORIAL CHARACTERISTICS OF YAM
BEAN (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) AT DIFFERENT
HARVESTING DAYS IN EXPERIMENTAL CENTER FACULTY OF AGRONOMY.

RESUMEN

La jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) es un cultivo promisorio que podría beneficiar al agricultor guatemalteco, pues le ayudaría a diversificar su producción agrícola para ampliar su disponibilidad de alimentos, enriquecer su dieta, ofrecer mayor variedad al mercado y de ese modo obtener ingresos económicos adicionales. El problema consistía en que no había evidencia de que la raíz sería aceptada por el consumidor guatemalteco; se desconocía como varía el rendimiento en peso fresco de la raíz de jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) a diferentes días a cosecha; asimismo, se desconocía como varían sus características sensoriales en los días mencionados. La metodología consistió en cosechar la jícama a los 114 días, a los 129 días, a los 144 días, a los 159 días y a los 174 días después de la siembra. El material que se utilizó fue la jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), cultivar EC-236. Se utilizó un diseño experimental en Bloques Completos al Azar, con 5 repeticiones y una localidad. El período que duró el experimento fue de mayo a noviembre de 2000. Las variables de respuesta cuantitativas fueron: el rendimiento total, rendimiento no comercial, rendimiento comercial, rendimiento de raíces tamaño grande (raíces comerciales con peso mayor a 1000 gramos.), rendimiento de raíces tamaño mediano (con peso entre 500 y 1000 gramos), rendimiento de raíces tamaño pequeño (con peso menor de 500 gramos) por cada tratamiento, en kilogramos de peso fresco por hectárea; las variables de respuesta cualitativas fueron: forma de la raíz de jícama ; el color, el sabor, la textura y el olor que fueron descritos por un grupo de jueces-catadores entrenados de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en cada día a cosecha y la aceptación o rechazo de la jícama, lo cual se determinó ofreciéndola a un grupo de consumidores adultos quienes

probaron la raíz de jícama cruda, sin ningún condimento y luego acompañada con sal y limón. Además, se recopiló la información climatológica reportada por la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en la zona 13 de la ciudad capital de Guatemala. Los resultados obtenidos revelaron que sí existe variación en el rendimiento en peso fresco, medido en kilogramos por hectárea, de la raíz de jícama según el día a cosecha, pues se observó que en la cosecha a los 174 días después de la siembra, se obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco total y comercial; además las raíces cosechadas a los 174 días mantuvieron las mismas características sensoriales (color, olor y textura) que las cosechadas en los días anteriores, (especialmente la textura que en todas las pruebas dejó tal sensación de dureza, jugosidad y de ser crujiente; características muy importantes para el consumo). Únicamente el sabor varió en los días a cosecha evaluados; el panel de jueces-catadores reportó que la jícama tuvo mayor dulzura a los 114 días a cosecha; en los días a cosecha sucesivos, la dulzura fue disminuyendo levemente. La jícama tuvo aceptación por parte del panel de consumidores en todos los días a cosecha.

1. INTRODUCCION

Según Sørensen (15) entre las legumbres americanas que poseen raíces tuberosas comestibles, la jícama es la única que es extensamente cultivada, tanto a nivel familiar como para la exportación a gran escala, principalmente de México a Estados Unidos. *P. erosus* originado en México y Centroamérica, es cultivado en ese mismo país, El Salvador y una extensión muy limitada de Honduras y Guatemala. Asimismo, ha sido introducido en otras regiones tropicales del sudeste de Asia, tales como Filipinas, Viet Nam, Tailandia, etc. donde es muy apreciada. Según Girard, citado por Martínez (10), la raíz tuberosa de jícama (*Pachyrhizus spp.*) era parte de la alimentación básica y cultura agrícola de los grupos maya-quichés, antes del advenimiento de la cultura del maíz; Sørensen (15) dice que la jícama fue cultivada por los Toltecas, Aztecas y Mayas; para quienes fue muy importante. Posteriormente, con la venida de los españoles a Guatemala, el cultivo y consumo de la jícama disminuyó.

Hoy en día, los guatemaltecos no estamos aprovechando los beneficios de cultivar y consumir jícama. Lo anterior se debe, en parte, a la falta de conocimiento técnico acerca de su cultivo. Para resolver lo anterior y como parte de un esfuerzo para promover el cultivo de la jícama en Guatemala, para satisfacer la necesidad que se tiene, de obtener más y nuevos alimentos para la creciente población; se presenta esta investigación en la cual se comparó como varía el rendimiento en peso fresco de la raíz de la jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) en diferentes días a cosecha y cómo varían sus características sensoriales en los días mencionados. Además, se presenta evidencia de que la raíz es aceptada por el consumidor guatemalteco.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de la gran cantidad de recursos fitogenéticos con que cuenta Guatemala, estos poseen escasas posibilidades de convertirse en cultivos rentables, mientras no se hagan los estudios pertinentes en el campo agronómico de manejo, de cada cultivo. El desconocimiento del potencial que pueda tener la jícama, pone en riesgo perderla y no contar con una nueva alternativa de cultivo y beneficios para la población en general.

La jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) es un cultivo promisorio que podría beneficiar al agricultor nacional contemporáneo, que necesita diversificar su producción agrícola para ampliar su disponibilidad de alimentos, enriquecer su dieta, ofrecer mayor variedad al mercado guatemalteco y de ese modo obtener ingresos económicos adicionales.

La jícama podría adicionarse a los alimentos que consume el guatemalteco que vive en las ciudades y podría enriquecer su dieta debido a su alto contenido de carbohidratos, proteínas y vitaminas.

Tomando en cuenta que Guatemala presenta características climáticas favorables para la producción de jícama, es previsible que en un futuro no muy lejano se podría competir con otros países productores de jícama, por los mercados de América del Norte y de Europa que en los últimos años se han abierto para esa raíz.

Para poder promover el cultivo de la jícama y surtir la demanda interna y externa (presente y futura), es necesario generar conocimiento local sobre la época en que debe cosecharse la raíz para obtener un alto rendimiento, así como, características sensoriales que hagan aceptable a la raíz de esa planta.

El problema consistía en que para las condiciones de suelo y clima de la ciudad capital, se desconocía como varía el rendimiento en peso fresco de la raíz de jícama

(*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) en diferentes días a cosecha; asimismo, se desconocía como varían sus características sensoriales en los días mencionados. Además, no se sabía si la raíz, cosechada en los días mencionados, sería aceptada por el consumidor guatemalteco.

Finalmente, se cree que los resultados de esta y otras investigaciones que se lleven a cabo posteriormente en jícama, pueden ayudar a ampliar el conocimiento acerca de sus peculiaridades; dicho conocimiento puede y debería, posteriormente, ser trasladado a los agricultores guatemaltecos para que obtengan beneficios sociales, ambientales y económicos del cultivo y consumo de la jícama.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

De acuerdo a Bukasov (2) los aztecas cultivaban dos variedades de jícama: la "kotoztoI" (jícama de tierra) y la "coen" o "coentic" (jícama de agua).

Según Sørensen (15) las referencias precolombinas y postcolombinas indican que la jícama fue cultivada por las civilizaciones Tolteca, Olmeca, Azteca y Maya.

Son dos las especies del genero *Pachyrhizus* Rich. Ex de Candolle que se cultivan por sus raíces engrosadas, suculentas, dulces y de buen contenido proteico; que generalmente se consumen crudas. Una de ellas es *P. erosus* que se cultiva en las áreas calientes y templadas de México (en Tampico, Xoacoapán, Huatusco, Jalisco, Yucatán, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Guanajuato, Michoacán, etc.) y en El Salvador, siendo de importancia comercial en el primer país, donde hay un fuerte consumo local y se exporta a Estados Unidos como reemplazo de la "castaña de agua" en las comidas chinas.

Con excepción de la papa (*Solanum tuberosum* L.) el camote (*Ipomoea batata* (L.) Lam.) y la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), las raíces y los tubérculos han sido poco considerados desde el punto de vista de la alimentación y nutrición; a pesar de que algunos de estos materiales son fuentes ricas de carotenos. Las harinas que se preparan con estos recursos son útiles para el desarrollo de otros productos, por ejemplo la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) mediante un proceso simple pero adecuado, dio lugar a la formación de pequeñas agroindustrias que venden su producto a la industria de concentrados.

El tubérculo de la jícama es la parte en general comestible para los humanos, consumiéndose como ensalada, para ello se pela haciendo rodajas delgadas o cuadros y se

añade sal, pimienta y jugo de limón. Otra forma de consumirla es en ensalada de frutas, combinada con cuadros de melón (*Cucumis melo* L.), papaya (*Carica papaya* L.) y aderezada con azúcar y jugo de naranja. En algunas regiones de Centroamérica las vainas inmaduras son consumidas como frijoles verdes, pero no se recomienda pues puede resultar tóxico para los humanos. En México se raspa finamente el tubérculo y se le agrega leche, azúcar y huevos para hacer un pudín muy agradable y nutritivo. En el Oriente de Ecuador las raíces de jícama se consumen cocidas o crudas deshidratadas al sol. Algunos prefieren sancocharlas después de unos minutos de cocción antes de consumirlas.

Según Saray (14), la jícama es una hortaliza de gran importancia en el estado de Morelos, ya que se cultivan anualmente cerca de 500 hectáreas con un rendimiento promedio de 30 toneladas por hectárea, siendo sus principales mercados el de Acapulco, Guerrero y el mercado de la Merced en la ciudad de México. La producción en el estado de Morelos sale en los meses de noviembre y diciembre; cuando los otros principales estados productores, ya cosecharon, como es el caso de Guanajuato que cosecha en los meses de agosto a noviembre; o todavía no cosechan, como en Nayarit, que el grueso de la producción la tiene entre el 15 de enero y todo el mes de marzo. Actualmente la importancia económica de la jícama radica en su raíz, que se utiliza principal y casi únicamente para consumo fresco, en ensalada y encurtidos. Muy pocas veces se consume cocida.

Woot-Tsuen y Flores (19) describieron la constitución alimenticia de la raíz de la jícama tal como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de nutrientes por 100 gramos de materia fresca de raíz tuberosa de jícama. (*P. erosus* (L.) Urban).

NUTRIENTES	CANTIDADES
Valor energético	45 calorías
Humedad	87.8 %
Proteína	1.2 gramos
Grasa	0.1 gramos
Hidratos de Carbono Totales	10.6 gramos
Fibra	0.7 gramos
Ceniza	0.3 gramos
Calcio	18 miligramos
Fósforo	16 miligramos
Hierro	0.8 miligramos
Tiamina	0.03 miligramos
Riboflavina	0.03 miligramos
Niacina	0.3 miligramos
Acido ascórbico	21 miligramos
Porción no comestible (Peridermis o cáscara)	10 %

FUENTE: Tabla de composición de alimentos del INCAP 1961. Woot-Tsuen y Flores (19)

Según el INIFAP (4): " En México, los estados de Nayarit y Guanajuato son los más importantes en la producción de jícama. Este cultivo se considera como rústico, ya que no requiere fertilizantes y presenta pocos problemas de plagas y enfermedades comparado con otros cultivos. La raíz de jícama ha estado ganando popularidad para la exportación principalmente a Estados Unidos y Japón."

De acuerdo con Sørensen (15) las raíces son usadas en México de diferentes modos:

1. Como fruta fresca, las raíces se cortan en cuadritos que son mezclados con sal, jugo de limón y chile (a menudo es distribuida por vendedores callejeros).
2. Como vegetal, las porciones de raíz son usadas en varios platos de ensaladas.
3. Raíces cocidas son usadas para preparar sopas, solas o acompañadas de otros vegetales.
4. Porciones de las raíces pueden ser fritas.
5. Porciones o cubitos de raíces pueden ser preservados en vinagre con cebolla y chile para ser usados como bocadillos que acompañan las bebidas.

6. Los nativos de Tampico consumen la jícama para aplacar la sed (por su jugosidad).

En México, además del uso de la raíz y las vainas jóvenes para el consumo humano y animal; se usa la parte aérea de la planta, que permanece luego de la cosecha, como alimento para el ganado, el cual se mezcla a menudo con residuos de la cosecha del maíz. El modo natural altamente eficiente en que la planta absorbe nitrógeno hace que sea atractivo su cultivo en suelos pobres.

En Tailandia, no sólo las raíces son usadas como comida, las vainas jóvenes son consumidas como sustituto de los ejotes franceses. Son usadas también para la preparación de una sabrosa bebida llamada "kheer". En Malasia, las raíces jóvenes son rebanadas y comidas con otras frutas en una salsa picante.

3.1.2 DESCRIPCION GENERAL DE LA JICAMA.

Según Bukasov (2) la palabra "jicama", "xícama", es de origen mesoamericano ("xicamatiz" , idioma nahuatl), y se ha extendido por México y Centro América. En Yucatán se le llama "chicam" (idioma maya). En Venezuela, la jicama se llama "nupe" y en el Perú "ajipa". En filipinas tiene el mismo nombre que en México, de donde se cree que fue llevada.

Según Standley y Steyermark (16) la jicama se clasifica botánicamente así:

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Embryobionta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Rosidae</i>
Orden:	<i>Fabales</i>
Familia:	<i>Leguminosae</i>
Sub-familia:	<i>Papilionatae</i>
Tribu:	<i>Phaseoleae</i>
Género:	<i>Pachyrhizus</i>
Especie:	<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urban

Standley y Steyermark (16) describen al género *Pachyrrhizus* L. Richard, así : "son plantas herbáceas, las hojas son pinadas trifoliadas, con estípulas, los foliolos a menudo angulados, lobulados o toscamente dentados; flores más bien grandes, púrpuras, rosadas o

blancas, en racimo-fasciculado, los racimos cortos o alargados, pedunculados, axilares, los nudos más o menos engrosados; las brácteas y las bracteolas pequeñas cetáceas y caducas; 2 lóbulos entresoldados superiores para formar un lóbulo bidentado; standard anchamente obovado, con aurículas inflexadas en la base, las alas encorvadas-oblongas; la quilla incurvada, obtusa, semejantes a las alas; estambre vexilar libre, los otros unidos en la base, las anteras uniformes; ovario subsésil, mucha ovulación, el estilo más bien robusto, enrollado en espiral en el ápice, aplanado, piloso inclinado hacia adentro, el estigma globoso; legumbre linear, comprimida, transversalmente comprimida entre las semillas; semillas ovoides o orbicular-comprimidas, el hilum pequeño, no estrofiolado".

Standley y Steyermark (16) describen a la especie *Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban así: " Usualmente una liana herbácea pequeña o trepadora, con pubescencia estrigosa fina, tosca o hirsuta con pelos cafés; estípulas linear-lanceoladas de 5 a 11 milímetros (mm) de largo; foliíolos finamente estrigosos, solamente por debajo, lóbulos laterales de ovalados a romboides, enteros, dentados o lobulado-palmados; el foliolo terminal de romboide a ovalado reniforme, acuminado, oscura o toscamente dentado o con cinco lóbulos, de 4 a 20 centímetros (cm) de largo y 4 a 20 cm de ancho racimos erectos, de 4 a 70 cm de largo pedicelos de 1 a 5 mm de largo agrupados en los nudos del ráquis, las flores de 15 a 23 mm de largo; cáliz de 8 a 12 mm de largo; el color varía de violeta a blanca; legumbre con longitud de 7.5 a 13 cms, 11-18 mm de ancho, finamente pilosa llegando a glabra, abruptamente acuminada; semillas cuadradas o redondeadas, usualmente algo comprimidas, 5-11 mm de largo e igualmente de ancho, amarillas, cafés o rojas."

Según Sørensen (15), De Candolle usó *Pachyrrhizus* (con una sola "r") para nombrar al género, cuando lo publicó por primera vez en 1825. Sprengen fue el primero en

introducir *Pachyrrhizus* (con dos "r") lo cual es incorrecto, de acuerdo con el código botánico del presente.

De acuerdo con Sørensen (15), la jícama es una leguminosa que tiene la capacidad de realizar simbiosis en el suelo con bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium* sp.); y por consiguiente, fija nitrógeno atmosférico. Los rastrojos que se dejan después de cosechar la raíz sirven como forraje para el ganado o para fabricar abono orgánico.

Sørensen (15) afirma que la jícama es un cultivo autógamo, propagado por semillas que contienen rotenona ($C_{23}H_{22}O_6$) el cual es un componente químico que puede extraerse de las semillas maduras y utilizarse como insecticida de tipo orgánico. Según Bukasov (2), las semillas contienen un aceite de propiedades laxantes, venenoso en dosis grandes y al que se le ha considerado como un posible remedio contra el cáncer.

Woot-Tsuen y Flores (19) determinaron la composición alimenticia de la raíz tuberosa cruda de la jícama (ver cuadro 1), según ellos la raíz presenta un buen contenido de proteína, es rica en calcio, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico con altos contenidos de almidones, vitaminas y fósforo necesarios para la nutrición humana, por lo que podría enriquecer la dieta del guatemalteco (si éste la acepta) tanto en el área urbana como rural. De carnaza jugosa, se consume fresca: sola o acompañada de sal y limón (se puede adicionar chile y pepita al gusto). A pesar de tener una cáscara gruesa y áspera, se pela fácilmente dejando expuesto el fruto carnoso, blanco, succulento y de textura parecida a la manzana (*Pyrus malus* L.) de sabor dulce y agradable. La epidermis de la raíz es gruesa y dura por lo que permite almacenarla en ambientes frescos por varias semanas. La raíz al engrosar mejora la estructura del suelo al hacer presión hacia el exterior pues conforme se va desarrollando o incrementando de tamaño, la raíz tuberosa hace presión hacia sus extremos, provocando el rompimiento de la estructura del suelo,

incrementándose de esta manera la aireación y filtración del agua en el perfil del mismo. Según Bukasov (2) en Cuba se han hecho experimentos para extraer almidón de la jícama.

3.1.3 REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS

Según Sørensen (15), la especie es vista de 0-1,750 msnm con la mayor proporción de los 500 a 900 msnm. Se adapta a lugares donde la lluvia varía de 250 a 500 mm hasta 1,500 mm anuales. *P. erosus* produce rendimientos económicos en la provincia ecuatoriana de Esmeraldas con precipitaciones mayores de 6,000 mm al año. En Dakar, Senegal, con 240 mm anuales los rendimientos van de 15 a 34 t/ha. Estudios en Senegal han demostrado que *P. erosus* es resistente a la sequía, en zonas con una precipitación moderada, aproximadamente de 1,500 mm de precipitación media anual. Dependiendo del genotipo, las precipitaciones altas o bajas permiten cultivar la jícama. La temperatura óptima para su cultivo varía de 20 a 30 °C. Como regla general *P. erosus* prospera en suelos ligeros, ricos, arcillo-arenosos o suelos aluviales, siempre y cuando el suelo tenga buen drenaje, de lo contrario los rendimientos son drásticamente disminuidos. Cuando el cultivo es regado, se prefiere los suelos aluviales, arenosos y bien drenados. Experimentos en Tonga indican que suelos bajos en fósforo disponible pueden limitar la eficiencia de la fijación biológica del nitrógeno. Según Martínez (10), la jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban.) se adapta a las condiciones climáticas y edáficas del valle de Guatemala. Según Carrascoza (3), la jícama se adapta a las condiciones de Bulbuxyá, según Escobar (7), la jícama se adapta a las condiciones de Taxisco y según Pineda (13), la jícama se adapta a las condiciones de Cuilapa, Chiquimulilla y Jutiapa. Es factible su cultivo en áreas con clima y suelos similares dentro de Guatemala.

3.1.4 MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO

3.1.4.1 PREPARACION DEL TERRENO

Según el INIFAP (4): "la preparación del terreno se realiza en función del tipo de suelo, el barbecho se realiza inmediatamente después del cultivo anterior a una profundidad de 30 cm. Un paso de rastra y al existir demasiados terrones conviene una cruz. La nivelación es fundamental ya que es un cultivo de riego y es indispensable el uso eficiente del agua; el surcado se realiza a 80 cm y a doble hilera. "

3.1.4.2 SIEMBRA

Según el INIFAP (4) la siembra en México se realiza en la segunda quincena de febrero y todo el mes de marzo. Las variedades utilizadas son: Agua dulce, Cristalina, San Miguelito, San Juan y Vega de San Juan. Se utilizan 30 kg/ha de semilla de las anteriores variedades. Se siembra con separación entre plantas de 20 cm.

3.1.4.3 FERTILIZACION

Según el INIFAP (4), no se recomienda fertilizar el cultivo pues no hay respuesta de esta planta a los fertilizantes.

3.1.4.4 RIEGOS

Según el INIFAP (4), el número de riegos depende del tipo de suelo. En suelos con un 80 % o más en el contenido de arena, los riegos se deben dar con una frecuencia de 8 días; en suelos areno-limoso, los riegos deben darse cada 15 días. Lo más importante es mantener el suelo con humedad adecuada evitando excesos de agua que provocan pudriciones de la raíz.

3.1.4.5 CONTROL DE PLAGAS

Según el INIFAP (4), ocasionalmente las raíces son atacadas por la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.). Si en el cultivo anterior hubo plaga, aplicar en banda Basudin 2%, 40 kg/ha en la siembra, o bien 80 kg/ha del mismo producto en aplicación total.

3.1.4.6 CONTROL DE MALEZAS

Según el INIFAP (4), se sugiere hacer los deshierbes manuales que sean necesarios acompañados de pasos de cultivadora para controlar la maleza en el fondo del camellón.

3.1.4.7 PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES

Según el INIFAP (4), en la última fase de desarrollo de la planta se presenta una enfermedad conocida como tizón del halo, causado por una bacteria y no hay necesidad de controlarla porque ya no afecta la producción. Si aparece en una fase temprana, se sugiere aplicar Agry-micin 500, 1.0 kg/ha.

3.1.4.8 COSECHA

Según el INIFAP (4) la cosecha se realiza de acuerdo con la precocidad de las variedades, y con la fecha de siembra. La señal más práctica para realizar la cosecha es cuando el suelo a lo largo de las hileras está agrietado, en ese momento la jícama está madura y bien desarrollada. Si por condiciones de mercado no es conveniente cosechar la jícama, puede permanecer en el terreno si sufre daño por 2 o 3 meses más, siempre y cuando no se riegue más el terreno.

Según Sørensen (15), la cosecha tiene lugar cuando la raíz alcanza un tamaño comercializable, dependiendo si son pequeñas, medias o grandes las que prefiere el consumidor. En el caso de *P. erosus*, se cosecha a los 5 ó 7 meses de ser sembrado, el peso preferido de la raíz es alrededor de 0.7 kg. En Tailandia, la cosecha de la misma especie es de los 4.5 a 6 meses de la siembra, pues los consumidores locales prefieren raíces pequeñas. En México las raíces comercializables son producidas luego de 4 meses.

La cosecha puede llevarse a cabo a mano o mecanizadamente. En el primer caso se usa una piocha para sacar los tubérculos del suelo y posteriormente se separa la raíz de la parte vegetativa de la planta con la ayuda de un machete; en el segundo caso los camellones en que los tubérculos son producidos, son removidos con un subsolador montado en un tractor. Luego que el suelo ha sido removido, los tubérculos son recogidos con la mano y la parte vegetativa es removida y dejada para que se seque en el campo y luego ser usada para forraje del ganado; en ambos casos los tubérculos son colectados y guardados en

sacos. Ocasionalmente los tubérculos son dejados para que se sequen al sol durante 1 ó 2 semanas (este proceso incrementa el contenido de azúcar) antes de ser vendidos en el mercado local u otro distante.

3.1.4.9 MANEJO POST-COSECHA

Según Sørensen (15), el unico tratamiento post-cosecha reportado es el lavado, remoción de las partes no tuberosas de la raíz, remoción de la parte basal del tallo, desinfección y esterilización sumergiendo la raíz en soluciones concentradas de cloro.

Las bajas temperaturas de almacenamiento reducen el tiempo de almacenaje considerablemente, la temperatura óptima de almacenamiento está entre los 12.5 y 17.5 grados centígrados.

El almacenaje prolongado sirve para alterar la relación azúcar/almidón. En un estudio realizado se encontró que luego de 3 meses de almacenamiento a 12.5 grados centígrados, el contenido de sucrosa se triplicó y sólo permaneció un sexto del almidón. Si todo el cultivo va a ser cosechado en una sola operación, los tubérculos de *P. erosus* pueden ser almacenados de 22 a 30 días durante el estado post-cosecha, brindándoles condiciones dentro de un almacén bien ventilado. Una aparente ventaja es que los granjeros pueden “almacenar” el cultivo en el campo y cosecharlo cuando lo necesiten y apenas es afectado por un pobre manejo.

Un tratamiento popular consiste en secar los tubérculos al sol por 2-3 días antes de su consumo. Esto puede servir para incrementar el contenido de azúcar. Alternativamente, la cosecha puede ser transportada directamente al mercado local o a mercados extranjeros. Por ejemplo, la jícama mexicana se envía a la frontera con los Estados Unidos para ser limpiada y re-empacada, lista para ser vendida en los supermercados de los Estados Unidos. El cultivo Tailandés producido en el norte de Bangkok se vende en varias tiendas orientales de las ciudades Europeas.

3.1.4.10 RENDIMIENTO

De acuerdo con Sørensen (15), el tamaño comercializable promedio para el mercado norteamericano es de 600-1,200 g, pero tubérculos más grandes son comercializables en México. En contraste, tubérculos que pesan tan poco como 350 g son vendidos en Tailandia, donde el tamaño máximo comercializable es de 1,100 g. En México, el promedio de rendimiento obtenido en campos irrigados por inundación en el Bajío del estado de Guanajuato es de 60-80 ton/ha, y rendimientos similares son producidos en las tierras bajas del estado de Nayarit. Los rendimientos de terrenos sin riego van de 35-60 ton/ha. La temporada de crecimiento es de 220 a 245 días (de abril a diciembre) y la densidad de planta usada regularmente es de 66,650 plantas/ha. El rendimiento también está fuertemente influenciado por el cultivar de que se trate y su origen. Bukasov (2) reporta un rendimiento de 1,000 kilogramos por hectárea (kg/ha). En el cuadro 2 se puede ver que el INIFAP (3) reporta diferentes rendimientos según la variedad de que se trate.

Cuadro 2. Rendimientos de diferentes variedades de jícama reportados por el INIFAP de México.

Variedad	Rendimiento (t/ha)	Rendimiento (kg/ha)
Agua Dulce	85	77,110.30
Cristalina	80	72,574.40
San Miguelito	110	99,789.80
San Juan	120	108,861.60
Veja de San Juan	125	113,397.50

Nota: 1 tonelada U.S. = 907.18 kg

Según Miller (11), el rendimiento se puede expresar como peso, los resultados pueden referirse al peso fresco o seco. Cuando se expresa gráficamente el rendimiento total en función del tiempo, se obtiene una curva sigmoide (en forma de S). Esto significa que el rendimiento al principio es relativamente poco; luego sigue un período de aceleración y finalmente cesa (porción plana de la curva). La curva puede referirse a la planta o a una parte de la planta. En la figura 1 se muestra ejemplos de curvas de rendimiento para tres cultivos diferentes.



Figura 1. Curvas de rendimiento de frutos de melón, pepino y calabaza. FUENTE: MILLER, E. Fisiología Vegetal (11).

3.1.5 EL CULTIVO Y CONSUMO DE JICAMA EN GUATEMALA

La jícama es conocida en Petén, Chiquimula y Jutiapa. En Petén su cultivo y consumo ha disminuido en los últimos años. En Jutiapa se consume jícama, principalmente importada de El Salvador. En todos los lugares mencionados anteriormente la jícama se consume como fruta fresca. Pero es necesario señalar que su cultivo ha disminuido paulatinamente y que actualmente es muy difícil encontrar la raíz de jícama en el mercado nacional¹.

3.1.6 EL CULTIVO DE JICAMA EN EL VALLE DE LA CAPITAL DE GUATEMALA

Según Martínez (10) en 1996 se inició el proyecto de investigación sobre el cultivo de jícama (*Pachyrhizus* spp.) con una caracterización en diferentes sitios geográficos de cultivares de jícama provenientes de varios países. Uno de los sitios de observación fue el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, ubicado en la ciudad capital de Guatemala, a una altitud de 1,502 m.s.n.m. En ese lugar se caracterizó al cultivar EC-236 de jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), proveniente de Morelos, México; junto con otros cultivares de diferentes procedencias. En aquella oportunidad, el cultivar EC-236 mostró ser el que mejor se adaptó a las condiciones naturales de la ciudad capital. Debido a lo anterior, se decidió observar el comportamiento de las características agronómicas de dicho cultivar, para el efecto se estableció una unidad

¹ Información obtenida con personas oriundas de esos departamentos.

experimental el 8/5/1997; la semilla que se usó fue la cosechada en el mismo lugar en diciembre de 1996.

3.1.7 EFECTO DE LA HUMEDAD EN EL RENDIMIENTO Y FORMA DE LA RAIZ DE JICAMA

Según Saray (14) se llevó a cabo una investigación en el Campo Agrícola Experimental Zacatepec, se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas, se estudió la influencia que tiene el contenido de humedad en el suelo sobre el rendimiento y forma de la raíz de jicama. Los tratamientos fueron número de riegos (2, 3, 4 y 5 riegos después del temporal) que se hicieron en las parcelas grandes, y variedades (Cristalina, Agua Dulce y Ahuehuetzingo), en las parcelas chicas. Los resultados indicaron que tanto en rendimiento total y comercial (raíces bien formadas y sin ningún daño físico), como para número de riegos, los mejores tratamientos fueron cuatro riegos, con 109 toneladas por hectárea (82.5 % fue comercial) y cinco riegos, con 110 toneladas por hectárea (78% fue comercial). Se observó que en el rendimiento de jicama grande no hubo diferencia entre los tratamientos 3, 4 y 5 riegos resultando mejores que el de dos riegos. Respecto a variedades utilizadas, los mejores rendimientos se obtuvieron con la variedad Cristalina con 118 toneladas por hectárea. En rendimiento comercial las variedades sobresalientes fueron Cristalina con 86.65 toneladas y Ahuehuetzingo con 80.91 toneladas. En cuanto al efecto de la humedad en la forma de las raíces, resultó que en cuanto al número de raíces bien formadas, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de riego. En las variedades, fueron significativamente superiores las de Agua dulce y

Ahuehuetzingo, las dos con un 80% del total de raíces cosechadas. El número de raíces grandes (mayor de 1,000 grs) fue superior en las variedades Ahuehuetzingo y Cristalina.

3.1.8 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

Según Wittig de Penna (18) las características sensoriales son aquellas características que pueden ser detectadas por los sentidos del ser humano, es decir: el gusto, la vista, el olfato, el tacto y el oído. Para el caso de las pruebas con alimentos, únicamente se toman en cuenta las características percibidas por el gusto, la vista y el olfato. Entre las principales características sensoriales que puede percibir el gusto están el sabor y la textura de los alimentos. El color es percibido únicamente por la vista y el olor por el olfato. Para el ser humano, las características sensoriales son muy importantes cuando come, pues los alimentos que poseen características sensoriales agradables para el gusto humano, son consumidos; de lo contrario, son rechazados.

Un alimento puede ser muy nutritivo, digestible y comestible pero si no posee características sensoriales aceptables, no es consumido. Los colores verde, negro o café son colores que denotan alimentos inmaduros o en estado de descomposición. Los sabores dulces denotan contenido de azúcares o carbohidratos. Los sabores rancios denotan alimentos en descomposición. Los olores nauseabundos también denotan alimentos en descomposición. El ser humano puede discernir que alimentos necesita y cuales debe rechazar, con solo verlos, olerlos y si es necesario: saborearlos.

3.1.9 EVALUACION SENSORIAL

De acuerdo con Mackie *et al.* (9), la evaluación sensorial fue definida por la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de la comida en 1975, como "la disciplina científica usada para medir, analizar, evocar o llamar e interpretar aquellas reacciones de las características de las comidas y materiales como son percibidas a través de los sentidos del gusto, el olfato, la vista, el tacto y el oído". La compleja sensación que resulta de la interacción de nuestros sentidos es usada para medir la calidad de la comida en programas tales como el control de calidad, el desarrollo de nuevos productos, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos. Según Watts *et al.* (17) no existe ningún otro instrumento que pueda reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. Esta evaluación puede ser llevada a cabo por paneles pequeños de personas o por varios cientos; dependiendo del tipo de información requerida. El análisis sensorial es llevado a cabo formalmente en un laboratorio con un panel de jueces consumidores.

3.1.10 ACEPTABILIDAD

Según el Diccionario Enciclopédico Sopena (6), la palabra aceptabilidad viene del adjetivo **acceptable**. Denota que el sustantivo al que se le aplica tiene la calidad de ser tolerable, pasable, pasadero, admisible, suficiente, apto y plausible. Aceptar significa: "Recibir uno voluntariamente lo que se da, ofrece o encarga". Aceptar es sinónimo de admitir, recibir, coger, acoger y tomar.

La aceptabilidad de un alimento se expresa cuando ese alimento es ingerido por el consumidor. Si el alimento es rechazado, entonces no es aceptable para el consumidor, porque al consumidor no le gusta el producto. La importancia de la aceptabilidad de un alimento es fundamental para la agricultura. Un alimento que no tiene aceptabilidad, no debe ser producido.

3.1.10.1 EL METODO DE ACEPTACION DEL CONSUMIDOR

Según Gould (8) este método es usado cuando se está desarrollando un nuevo producto, cuando hay un cambio en el proceso de manufacturación de un producto estándar o cuando se realizan revisiones constantes de calidad de un producto manufacturado *versus* productos de la competencia. Este tipo de evaluación del sabor es conducida con una muestra de la población del mercado donde el fabricante desea promover su producto. De acuerdo con Watts *et al.* (17) "en las pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor, se selecciona una muestra de 30 a 50 panelistas no entrenados (para un estudio piloto de consumidores), seleccionados dentro del personal de la organización donde se lleva a cabo el desarrollo de la investigación del producto. El grupo de panelistas seleccionados deberá tener características similares a la población que consumirá el producto. Este panel es capaz de indicar la relativa aceptabilidad de un producto y también identificar defectos en productos. Los resultados de los paneles internos de consumidores no deben utilizarse para predecir el comportamiento de un producto en el mercado porque podrían no ser representativo de la población real de consumidores. Estos paneles se utilizan en la etapa inicial de los estudios de aceptabilidad de un producto. Los paneles

internos resultan más fáciles de organizar. Estos paneles sirven para obtener información acerca de las actitudes o preferencias de los consumidores".

3.1.10.2 EL METODO DEL PANEL DIFERENCIADOR

Según Gould (8) para este método se utiliza un panel de jueces y el que se adapta a pequeñas operaciones o evaluaciones de laboratorio. Estos jueces son entrenados para distinguir características tales como dulzura, salinidad, amargura o acidez, de los alimentos. Para el efecto se utiliza instalaciones como las que se muestran en la figura 2.



Figura 2. Instalaciones diseñadas para utilizar el método del panel diferenciador. Tomado de Gould (8).

Según Watts *et al* (17) en las pruebas orientadas hacia el producto, se emplean pequeños paneles entrenados que funcionan como instrumentos de medición. Los paneles entrenados se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares o para medir la intensidad de características tales como el sabor (olor y gusto), textura o

apariciencia. Por lo general, estos paneles constan de 5 a 15 panelistas seleccionados por su agudeza sensorial, los que han sido especialmente entrenados para la tarea que se realizará. Los panelistas entrenados no deben utilizarse para evaluar aceptabilidad de alimentos, ya que, debido a su entrenamiento especial, no sólo son más sensibles a las pequeñas diferencias que el consumidor promedio, sino que también pueden poner a un lado sus preferencias y aversiones cuando están midiendo parámetros sensoriales.

3.1.11 USO DEL REFRACTOMETRO PARA MEDIDAS DE DENSIDAD

De acuerdo con Gould (8): "el refractómetro opera sobre un principio diferente al hidrómetro, es más fácilmente empleado como una herramienta de producción en línea. Este es usado como un instrumento de control de calidad en línea directa y es particularmente valioso para controlar productos que deben ser concentrados, como compotas, gelatinas, conservas, tomates y jugos cítricos." El refractómetro tiene un gran número de ventajas para medir sólidos o gravedad específica, incluyendo:

- Los resultados son rápidos.
- Los operadores pueden ser fácilmente entrenados.
- La cantidad de muestra es pequeña.
- Se obtienen valores precisos.

3.1.12 PRINCIPIO DE OPERACION

Según Gould (8) : "el refractómetro es un instrumento usado para determinar el índice refractivo. Algunos instrumentos, también, miden el porcentaje de sólidos solubles o grados Brix". Los grados Brix son la escala más universal encontrada para soluciones de azúcares. Un grado Brix es igual al porcentaje (por peso) de azúcar. Este es el mismo que la escala Balling. El índice refractivo es una cantidad que es constante para una sustancia pura bajo condiciones estándares de temperatura y presión. El índice refractivo es el cociente o relación del seno del ángulo de incidencia de un rayo de luz y el seno del ángulo de refracción. Esto es expresado numéricamente como:

$$\text{Seno de incidencia (I)} / \text{Seno de refracción (r)} = \text{Índice refractivo (n)}$$

El índice refractivo del agua, por ejemplo, es 1.33299 a 20° C (68° F). El índice refractivo es determinado con el refractómetro, el cual compara la velocidad de la luz que pasa a través de una sustancia con la velocidad a la cual pasa a través el aire. Si el agua tiene un índice refractivo de 1.3 esto significa que la luz viaja a través del agua 1.3 veces más lento que a través del aire. Por ejemplo, si el jugo de tomate tiene un índice refractivo de 1.3446 esto significa que la luz es frenada por un factor de 1.3446 cuando ésta pasa del aire al jugo de tomate. Entonces, existe una relación directa entre el contenido total de sólidos solubles y el índice refractivo de la solución. Detalles de operación y calibración de cada instrumento deben ser cuidadosamente observados para obtener buenos resultados. Cuando se efectúa una lectura, la división entre la porción oscura y la iluminada del campo visual es muy importante. Si esta división no es distinguible por el color de banda, es necesario ajustar el prisma.

Cuando se toma una lectura con casi todos los refractómetros, el tecnólogo debe anotar:

- El índice.
- El valor Brix o sólidos.
- La temperatura del prisma.

Como el índice refractivo es una medida de la velocidad de la luz, ésta es afectada por la temperatura. Si un material se expande cuando se calienta, se volverá menos denso. La luz, entonces, será menos frenada y el índice refractivo aumentará. Para una solución de azúcar el cambio de cantidades es de 0.5 % de azúcar por cada 10° F. Por ejemplo, si una solución es medida a 70° F y tiene 20 % grados Brix; luego es calentada la misma solución a 80° F tendrá solamente 19.5 %. Varios refractómetros proveen valores de corrección o compensación para la temperatura. Además, cuando se usa un refractómetro con muestras que contienen sólidos insolubles, pudiera ser necesario eliminar la porción de sólidos insolubles antes de hacer la lectura del índice refractivo. Esto se hace filtrando la muestra o centrifugándola. Se debe tener particular cuidado en limpiar el instrumento para evitar rayar la superficie del prisma. Uno debe siempre usar papel de lentes o algodón absorbente para limpiar el producto de los prismas y secar después de lavar y antes de hacer la siguiente lectura de alguna muestra. Además, el tecnólogo debe tomar nota de las advertencias del fabricante concernientes al efecto de los ácidos, alcalies, etc.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se efectuó en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía (C.E.D.A.) ubicado dentro del campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala; el terreno se localiza a una altitud de 1,478 m.s.n.m. Sus coordenadas son: 14° 34' 46.8" latitud Norte y 90° 33' 21.6" longitud Oeste². Las condiciones climáticas del C.E.D.A. se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción general de las condiciones climáticas en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía realizada por Cordón (5).

Precipitación pluvial (media anual)	1,216 mm anuales, distribuidos en 110 días, en los meses de mayo a octubre.
Humedad relativa (media)	79 %
Temperatura (medias anuales)	Mínima de 13.7, media 18.2 y máxima 24.7
Evaporación (media anual)	4.1 mm
Velocidad del viento	15.4 km./hr. Dirección NNE
Presión atmosférica	640.2 mm
Zona de vida	Bosque Húmedo sub-tropical templado.
Insolación promedio	6.65 horas/día
Radiación	0.33 cal/cm ² /min
Clima	Templado con invierno benigno.

3.2.2 SUELOS

Según Cordón (5), los suelos que se utilizaron pertenecen a una terraza subreciente que comienza cerca del hidrante 19 y se extiende hacia el sur de éste, colindando con los campos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El suelo presenta alta

² Coordenadas tomadas con un Sistema Global de Posicionamiento (GPS).

capacidad de retención de humedad y presenta problemas de drenaje. De acuerdo a sus características químicas, es un suelo de adecuada fertilidad potencial, con una saturación de bases medianamente baja. Su posición fisiográfica es terraza, la pendiente es de 4% en dirección sur, su régimen de humedad es Ustico, su régimen de temperatura es Isotérmico, no posee pedregosidad, su material original es Cenizas Volcánicas Cementadas, la erosión es hídrica, laminar y leve, el drenaje es imperfecto. La descripción del perfil del suelo del área en que se ubicó el experimento se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción del perfil de suelo del área donde se ubicó el experimento, según Cordón (5)

HOR.	PROF. (cm).	DESCRIPCION
Ap	0-11	Entre negro y pardo muy oscuro (10 YR 2/1.5) en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloques subangulares medianos, moderados; duro en seco, friable en húmedo, adhesivo y plástico en mojado; frecuentes poros muy finos y finos; abundantes raíces, medias y finas; límite neto y plano.
A	11-40	Entre negro y pardo muy oscuro (10 YR 2/1.5) en húmedo, franco arcilloso; estructura en bloques subangulares medianos y gruesos, moderados; duro en seco, friable en húmedo, adhesivo y plástico en mojado; frecuentes poros, límite neto y plano.
2 A	40-62	Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloque subangulares, medianos, moderados; duro en seco, friable en húmedo, adhesivo y plástico en mojado; frecuentes poros finos; pocas raíces finas; límite neto y plano.

Los resultados del análisis de suelos del área donde se ubicó el experimento se observan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados del análisis de suelos del área donde se ubicó el experimento, realizado por el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Muestra No.	PH	Ug/ml		Meq/100 ml Ca
		P	K	
1	6.7	3.23	530	10.76
2	6.6	4.45	520	11.63

Muestra No.	Meq/100ml Mg	Ppm		
		Cu	Zn	Fe
1	5.38	2.5	4.5	22
2	4.52	2.0	5.0	23

Muestra No.	Ppm Mn	% M.O.	% arcilla limo	
			arcilla	limo
1	54	3.58	28.77	19.49
2	47	4.22	28.77	21.59

Muestra No.	% Arena	Clase Textural
2	49.64	FRA ARC ARE

Según los resultados del cuadro 5 y en base a la "Guía práctica para la interpretación de análisis de suelos de Agrilab" (1), se puede suponer que el suelo en el que se desarrolló el experimento tuvo al iniciar el estudio un pH neutral, un porcentaje de materia orgánica normal, el fósforo tiene un nivel bajo, el potasio tiene un nivel alto, el calcio está en un rango adecuado, el magnesio está en un rango bajo, el cobre es adecuado, el hierro es bajo y el magnesio es adecuado.

3.2.3 DESCRIPCION DEL CULTIVAR UTILIZADO

Según Martínez (10), el cultivar EC-236 de jicama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) procede de Morelos, México. "E" se le asigna por ser de la especie "*Erosus*", "C" significa "Cultivar" y el número 236 es el número de acceso con que está registrado mundialmente. Las primeras semilla provenientes de México fueron sembradas en el Centro Experimental Docente de Agronomía (C.E.D.A.) en 1996, donde demostró su alto rendimiento, adaptabilidad al sitio y las siguientes características: El tiempo total del cultivo, desde la siembra hasta la madurez fisiológica de la semilla, tardó de 218 a 267 días, existiendo un rango de 49 días entre las plantas precoces y las tardías. El periodo más largo de la planta es el estado de vaina verde, con una duración de 110 días, mientras que el periodo de maduración fisiológica de la semilla dura 49 días, siendo el periodo más corto. La raíz inicia su engrosamiento a los 92 días después de la siembra, en el periodo de flor abierta y alcanza su máximo diámetro y peso en el periodo de maduración fisiológica de la semilla. En 118 días la raíz puede llegar a pesar 2,760 gramos y medir 22 cms de diámetro. En la floración se observó la presencia de nódulos de nitrificación desapareciendo estos al inicio de engrosamiento de la raíz. El contenido de azúcar en la raíz no varió durante el periodo de engrosamiento, ya que la lectura de los grados brix de las raíces pequeñas al inicio de la formación de la misma fue similar a las raíces grandes cosechadas al final; oscilando en un valor de 6.2 grados brix.

El cultivar EC-236 emergió a los 13 días de ser sembrado, su hábito de crecimiento es rastrero, produce flor a los 99 días, el color de la flor es lila, produce vaina a los 114

días, la semilla se cosecha a los 211 días, produce aproximadamente 9 semillas por vaina, la etapa de formación de la raíz es en el período flor-vaina, la raíz alcanza un grosor de 14 centímetros, la raíz llega a pesar en promedio 909 gramos, tiene un rendimiento promedio de 553 gramos de semilla por planta; la raíz se forma a los 124 días y la guía llega a medir 2.4 metros. La cosecha de semillas se hizo en las 40 plantas finales del tratamiento, durante el periodo de madurez fisiológica de la semilla, obteniéndose una producción por planta de 266 gramos, o sea un posible rendimiento de 2,628 kg/ha. La información obtenida por Martínez (10), relacionada con el cultivar EC-236 se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6. Información obtenida por Martínez (10) relacionada con el desarrollo del cultivar EC-236.

	Botón floral	Flor abierta	Vaina verde	Semilla madura
Días a inicio	77	84	104	218
Días a final	139	152	214	267
Rango (días)	62	68	110	49
Media	100.80	103.90	119.30	233.30
S ₂	108.70	168.70	86.70	305.40
S	10.40	13.00	9.30	17.50
CV	0.10	0.13	0.08	0.08

El cultivar EC-236, en un ciclo de cultivo, mostró buena adaptación a las condiciones ecológicas del valle de la ciudad capital de Guatemala. Presentó variabilidad en su ciclo vegetativo y uniformidad en el tamaño de la raíz tuberosa, independientemente de la variabilidad del ciclo, en los diferentes periodos fenológicos de la planta. Lo anterior ofrece la perspectiva de utilizar este cultivar comercialmente, aprovechando la variación natural de su ciclo para producir raíz continuamente durante un periodo de 145 días, a partir del estado de vaina verde hasta la cosecha de semilla.

Otra perspectiva que ofrece este cultivar es la selección de líneas precoces con iguales ventajas de producción y menor rango de cosecha. En el cuadro 7 se observa los rendimientos en peso fresco reportados por diversos investigadores del cultivar EC-236

Cuadro 7. Rendimientos en peso fresco reportados por diversos investigadores del cultivar EC-236.

AUTOR	Sitio de prueba	Año	Rend. t/ha	Rendimiento kg/ha
Sørensen (15)	Vaini, Tonga. 19.25 N; 99.07 W	1992-94	89.20	80,920.46
Pineda (13)	Cuilapa, Guatemala 14.27 N ; 90.30 W 780 msnm	1996-97	1.91	1,734.40
Escobar (7)	Taxisco, Guatemala 14.26 N; 90.38 W 550 msnm	1996-97	35.22	31,951.41

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el rendimiento y aceptabilidad de jícama bajo las condiciones de la ciudad capital de Guatemala en diferentes días a cosecha.

4.2 ESPECIFICOS

- 4.2.1 Evaluar el rendimiento en peso fresco de la raíz de jícama en diferentes días a cosecha.
- 4.2.2 Describir en distintos días a cosecha las características sensoriales de la raíz de jícama.
- 4.2.3 Observar en los distintos días a cosecha la aceptabilidad de la raíz de la jícama.
- 4.2.4 Cuantificar el contenido de azúcares de la jícama, expresado en grados brix, en los distintos días a cosecha.

5. HIPOTESIS

- 5.1 Existe variación del rendimiento en peso fresco medido en kilogramos por hectárea, de la raíz de jícama en diferentes días a cosecha.
- 5.2 La aceptabilidad de la jícama es diferente en los distintos días a cosecha.
- 5.3 El contenido de azúcares de la raíz de jícama es diferente según los días a cosecha.

6. METODOLOGIA

6.1 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

6.1.1 TRATAMIENTOS

En el cuadro 8 se observa los cinco tratamientos evaluados con su respectiva identificación.

Cuadro 8. Identificación de los cinco tratamientos evaluados.

IDENTIFICACION	TRATAMIENTO
C1	Cosecha a los 114 días después de la siembra.
C2	Cosecha a los 129 días después de la siembra.
C3	Cosecha a los 144 días después de la siembra.
C4	Cosecha a los 159 días después de la siembra.
C5	Cosecha a los 174 días después de la siembra.

Se escogieron los tratamientos anteriores debido a que se ha observado que la raíz de la jícama acumula nutrientes que la hacen comercializable en el período flor-vaina. Dicho período empieza (en promedio) a los 100 días de la siembra y termina a los 214 días de la misma. El material que se utilizó fue la jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), cultivar EC-236.

6.1.2 UNIDAD EXPERIMENTAL

Se delimitaron 777.6 metros cuadrados para el ensayo en las 5 repeticiones, los tratamientos distribuidos en parcelas (unidades experimentales) de 16 metros cuadrados,

con un número de 75 plantas en cada una. Para poder diferenciar cada unidad experimental se colocó rafia o pita plástica y un rótulo de madera de identificación para cada una respectivamente (Ver croquis de campo en el apéndice 4 y cronograma de actividades en el apéndice 5).

6.1.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental en Bloques Completos al Azar, con 5 repeticiones y una localidad. En cada tratamiento se tuvo 3 camellones de 10 metros de largo y 0.8 mts entre sí, las plantas se sembraron a 0.4 metros entre sí, en una parcela bruta de 1.6×10 metros = 16 m^2 , dejando un metro entre cada tratamiento. El área de cada repetición fue de $1.6 \times 54 \text{ m} = 86.4 \text{ m}^2$ y el área del experimento total fue de 777.6 metros cuadrados. Cada repetición tuvo 1.6 metros de calle por lado.

6.2 VARIABLES DE RESPUESTA

En esta investigación se evaluaron las siguientes variables de respuesta cuantitativas:

- 6.2.1 Rendimiento total en peso fresco de la raíz de jícama por cada tratamiento en kilogramos por hectárea.
- 6.2.2 Rendimiento no comercial (raíces no comercializables, ver figura 13 A) en peso fresco de la raíz de jícama por cada tratamiento en kilogramos por hectárea.

- 6.2.3 Rendimiento comercial en peso fresco (raíces bien formadas y sin daño físico) por cada tratamiento, en kilogramos por hectárea.
- 6.2.4 Rendimiento de raíces tamaño pequeño en peso fresco (con peso menor de 500 gramos) por cada tratamiento, en kilogramos por hectárea.
- 6.2.5 Rendimiento de raíces tamaño mediano en peso fresco (con peso entre 500 y 1,000 gramos) por cada tratamiento, en kilogramos por hectárea.
- 6.2.6 Rendimiento de raíces tamaño grande en peso fresco (raíces comerciales con peso mayor a 1,000 gramos) por cada tratamiento, en kilogramos por hectárea.

Y se evaluaron las siguientes variables de respuesta cualitativas:

- 6.2.7 Forma de la raíz de jicama; para determinar la forma se comparó visualmente las raíces extraídas con los dibujos utilizados por Carrascoza (3) según los cuales, la raíz puede tener las siguientes formas: esférica, globulada, obloide, doble gemela, trilliza, irregular o clavada, (Ver figuras 12A y 13A en los apéndices).
- 6.2.8 El color, el sabor, la textura y el olor fueron descritos por un grupo de catadores entrenados de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en cada momento de cosecha. Los resultados fueron anotados en un formulario especial (ver apéndice 2).
- 6.2.9 Aceptación o rechazo del producto, lo cual se determinó ofreciendo el producto a un grupo de consumidores adultos quienes tuvieron la oportunidad de degustar la raíz de jicama pelada y cortada en trozos pequeños sin ningún condimento y luego pelada y cortada en trozos pequeños pero acompañada con sal y limón. La respuesta de los consumidores fue anotada en un formulario especial (Ver formulario en el apéndice 1)

6.3 MODELO ESTADISTICO

Basado en el diseño experimental de Bloques al Azar, el modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

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

μ = Media verdadera de la población.

T_i = Efecto del i-ésimo momento de cosecha.

β_j = Efecto de la j-ésima repetición.

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

Este modelo estadístico fue utilizado para analizar los resultados de los rendimientos en peso fresco de las raíces de jícama.

6.4 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

6.4.1 Análisis de varianza

Se realizó un análisis de varianza a las variables de respuesta cuantitativas: Rendimiento total de peso fresco de la raíz, rendimiento no comercializable (raíces dañadas y con mal aspecto), rendimiento comercial total (raíces bien formadas y sin daño físico), rendimiento de raíces comercializables tamaño grande con peso individual mayor a 1,000

gramos, rendimiento de raíces comercializables tamaño mediano con peso individual entre 500 y 1,000 gramos y rendimiento de raíces comercializables tamaño pequeño con peso individual menor de 500 gramos; todos los rendimientos se expresaron en kilogramos por hectárea en cada día a cosecha.

6.4.2 Prueba de medias

En los casos que se encontró diferencias significativas entre tratamientos, se efectuó una separación de medias. Para el efecto se utilizó una prueba de rango múltiple de Duncan al 5% y al 1% de significancia.

6.4.3 Prueba de Q de Cochran

Se utilizó la prueba Q de Cochran para determinar la existencia de diferencias significativas en la aceptabilidad de la raíz de jícama entre los días a cosecha. Se asignó el número uno (1) cuando el consumidor aceptó la raíz y se asignó el cero (0) que indicó que la raíz fue rechazada. La fórmula utilizada fue:

$$Q = \frac{(k-1) \left(k \sum_{j=1}^k G_j^2 - \left(\sum_{j=1}^k G_j \right)^2 \right)}{k \sum_{i=1}^N L_i - \sum_{i=1}^N L_i^2}$$

Donde:

Q = Q de Cochran.

k = 5 momentos de cosecha.

N = Número de consumidores.

$\sum_{j=1}^k G_j$ = Sumatoria de la aceptación $G_j = 1$ o rechazo $G_j = 0$ de los consumidores desde $j=1$ hasta el k-ésimo día a cosecha.

$\sum_{j=1}^k G_j^2$ = Sumatoria del cuadrado de la aceptación $G_j = 1$ o rechazo $G_j = 0$ de los consumidores desde $j=1$ hasta el k-ésimo día a cosecha.

$\sum_{i=1}^N L_i$ = Sumatoria de la aceptación $G_j = 1$ o rechazo $G_j = 0$ de cada consumidor desde $i = 1$ hasta el N-ésimo consumidor.

$\sum_{i=1}^N L_i^2$ = Sumatoria del cuadrado la aceptación $G_j = 1$ o rechazo $G_j = 0$ de cada consumidor desde $i = 1$ hasta el N-ésimo consumidor.

Criterio de decisión: Si el valor $Q < \chi^2_{ji}$ - cuadrado tabulado; entonces, no hay diferencia en la probabilidad de aceptación de la jícama en los diferentes días a cosecha.

6.4.4 Determinación de características sensoriales de la raíz de jícama

Para determinar las características sensoriales de la jícama, según los días a cosecha, se contó con la colaboración de un panel de 6 jueces-catadores de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, entrenados en evaluación sensorial; quienes describieron las características sensoriales de la jícama en cada día a cosecha. Para el efecto se procedió de la siguiente manera:

- Se utilizó el laboratorio de evaluación sensorial de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, el cual es muy parecido al que se observa en la figura 2.

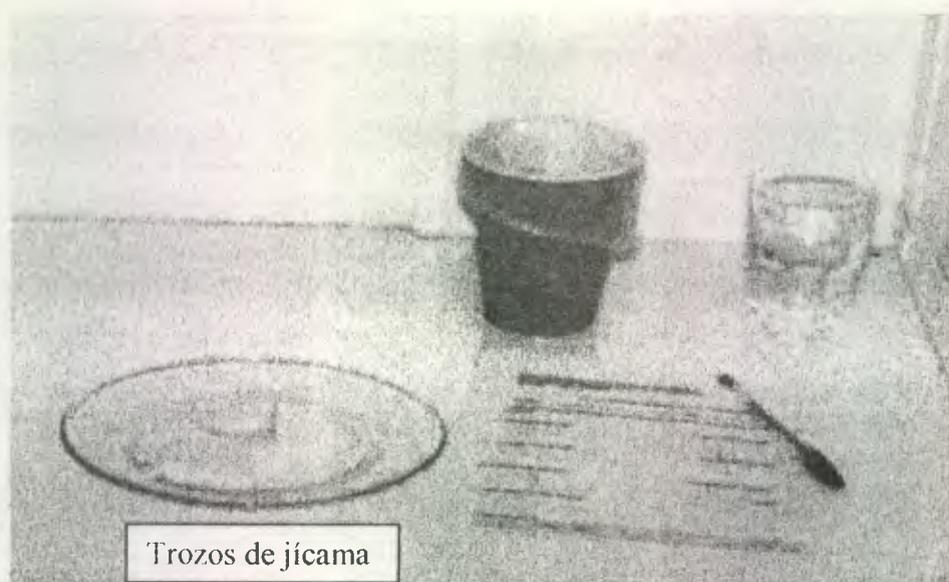


Figura 3. Presentación de la jícama a los jueces-catadores para el análisis sensorial.

- Se le proporcionó a cada juez-catador de 25 a 50 gramos de jícama presentada en pequeños trozos, junto con un vaso de agua, como se observa en la figura 3.
- A la par de la muestra se le dio a cada panelista un lapicero para llenar un formulario como el que se aprecia en el apéndice 3.
- Los panelistas efectuaron el análisis sensorial de la jícama que se obtuvo en los distintos días a cosecha y dejaron constancia de su análisis en el formulario antes mencionado.

6.4.5 Determinación de la aceptabilidad

Se utilizó un grupo de consumidores voluntarios para determinar la aceptabilidad de la jícama, en cada día de cosecha y según la presentación de la jícama; el grupo osciló entre un máximo de 52 a un mínimo de 43, debido a que no todos asistieron a todas las pruebas; sin embargo, la mayoría de consumidores estuvieron siempre presentes. A los

consumidores se les presentó la jícama que se cosechó a los 114 días de haberse sembrado: pelada, lavada, cortada en trocitos, en platos desechables y lista para su consumo en dos presentaciones: sola y luego con la opción de acompañarla con sal y limón al gusto del consumidor; posteriormente se les solicitó, individualmente, que contestaran unas sencillas preguntas las cuales fueron trasladadas a las boletas de encuesta que se observan en los apéndices 1 y 2. A los quince días se les volvió a presentar del mismo modo la jícama cosechada a los 129 días y se volvió a solicitar que se llenaran las boletas antes mencionadas. El procedimiento se repitió para la jícama que se cosechó a los 144 días, a los 159 días y a los 174 días de haberse sembrado.

6.4.6 Determinación del porcentaje de sólidos solubles (grados Brix)

En cada día de cosecha se cuantificó, por medio de un refractómetro manual OSK 7924 tipo N1, con graduación de 0 a 32 % a 20 °C; el porcentaje de sólidos solubles (el Brix) presentes en el jugo extraído de la raíz de la jícama. El procedimiento seguido fue:

- Se tomó una muestra representativa de jícama en cada momento de cosecha.
- Se obtuvo el jugo de la muestra por medio de un extractor.
- El jugo fue filtrado con papel filtro y embudo.
- Se calibró el refractómetro; primero con agua pura sin ninguna solución (0 % Brix) y luego con una solución concentrada de azúcar ($X > 12$ % Brix).
- Se limpiaron los prismas del refractómetro con agua destilada y papel para lentes.
- Se puso una gota del jugo filtrado sobre el prisma (cuidadosamente limpiado) del refractómetro.

- Se colocó cuidadosamente el otro prisma sobre la superficie de vidrio del prisma anterior.
- Se expuso a la luz del sol el refractómetro en posición horizontal.
- Se observó en la escala del refractómetro la lectura de sólidos solubles (% Brix).
- Se anotó la temperatura del prisma.
- Se abrió los prismas y se limpiaron cuidadosamente con papel para lentes.
- El procedimiento se repitió 5 veces y se obtuvo el promedio de las lecturas.

6.4.7 Toma de datos climáticos

Se analizó la información climatológica recopilada en la estación meteorológica del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicada en la zona 13 de la ciudad capital de Guatemala, durante el año 2000.

La información climatológica analizada fue la precipitación total del año 2000, precipitación total mensual, la temperatura media del año, la temperatura media mensual, la temperatura mínima registrada y la máxima registrada durante ese año. Con la información anterior se elaboró el climadiagrama que se presenta en la figura 11 (página 69), en el que observa la relación precipitación / temperatura durante el año 2000 y como fue el comportamiento de estas variables durante el tiempo que duró el ciclo del cultivo de la jicama.

6.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.5.1 Preparación del terreno

Se realizó mecanizadamente, primero una pasada de arado (a una profundidad de 30 cm) y dos de rastra, posteriormente en forma manual, se utilizó rafia para trazar los camellones y luego con el azadón se prepararon los camellones, los cuales fueron de un ancho de 25 cms y una altura de 10 cms.

6.5.2 Siembra

La siembra se realizó en forma manual, a un distanciamiento de 0.40 metros entre plantas del mismo camellón y 0.8 metros entre camellones. Se colocaron 2 semillas por postura. La siembra se llevó a cabo el 12 de mayo del año 2000 (ver cronograma de actividades en el apéndice 5).

6.5.3 Control de malezas

Para el control de malezas se tuvo al principio la preparación del terreno con tractor, lo cual eliminó las malezas que estaban al principio, luego de la siembra, las malezas fueron controladas a mano con ayuda de un azadón.

6.5.4 Control de plagas

Se hizo monitoreos semanalmente para observar el ataque de alguna plaga y en su momento contrarrestar dicho ataque. Aunque se pudo observar que la jícama únicamente fue atacada por la tortuguilla del frijol (*Diabrotica spp.*), la cual, en estado adulto, consumió partes de algunas hojas de las plantas, sin embargo, la planta se recuperó del ataque sin necesidad de utilizar insecticidas foliares.

6.5.5 Control de enfermedades

No se observó ninguna planta enferma.

6.5.6 Fertilización

Según la Consejería Agropecuaria de México: "No se recomienda fertilizar, por no haber respuesta de esta planta a los fertilizantes". Sin embargo, fue hecho un análisis de suelos antes de efectuar la siembra, pero luego de haber preparado el terreno. Los resultados pueden observarse en el marco referencial.

6.5.7 Riego

Se aplicó riego antes de la siembra para propiciar la germinación de las malezas, también se aplicó durante la canícula de junio-julio para que la jícama resistiera la falta de agua de lluvia.

6.5.8 Cosecha

La cosecha se llevó a cabo al aprovechar las raíces tuberosas que desarrolla la planta de jícama. Las cuales fueron extraídas del suelo en forma manual, empezando en la primera semana de septiembre hasta la primera semana de noviembre (ver cronograma de actividades en el apéndice 5). Se usó una piocha para sacar los tubérculos del suelo, posteriormente se separó la raíz de la parte vegetativa con ayuda de un machete. Los tubérculos fueron colectados en sacos, después se les lavó la tierra que tenían y fueron desinfectados en una solución con cloro. En cada cosecha se tomaron datos únicamente de las plantas del camellón central de cada unidad experimental, para evitar el efecto de borde.

6.6 Determinación de la Eficiencia Productiva de la jícama

Para determinar la eficiencia productiva de la jícama se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia productiva} = \frac{(\text{Rend. Comercial} - \text{Rend. No Comercial})}{\text{Rendimiento Total}} * 100$$

En la cual se observa que la eficiencia productiva es igual a restarle al rendimiento comercial el rendimiento no comercial; el resultado se divide entre el rendimiento total y luego se multiplica por cien.

7. RESULTADOS

7.1 Rendimiento total en peso fresco de raíces de jícama

El cuadro 9 presenta los promedios de rendimiento total en peso fresco de raíz de jícama en kg/ha de cada día a cosecha. Los mismos rendimientos se presentan graficados en la figura 4.

Cuadro 9. Resultados del rendimiento en peso fresco total de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.

TRATAMIENTOS	Rendimiento total promedio por cosecha kg/ha	F observado	Separación de medias
C1 (primera cosecha a los 114 días)	3,087.54	5.65 **	A
C2 (segunda cosecha a los 129 días)	5,081.66	F tabulado	A
C3 (tercera cosecha a los 144 días)	5,414.82	3.01 (5%)	A
C4 (cuarta cosecha a los 159 días)	9,209.83	4.77 (1%)	B
C5 (quinta cosecha a los 174 días)	13,921.65		B

* = diferencia significativa entre tratamientos.

** = diferencia altamente significativa entre tratamientos.

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente.



Figura 4. Medias de rendimiento total de raíz de jícama en cada día a cosecha.

Desde el momento de su germinación, la planta de jícama comenzó a crecer tanto vegetativamente en la parte superior, como en su raíz, la cual al principio era delgada y pequeña, luego empezó a engrosar y sucesivamente en cada cosecha se pudo ver que cada vez las raíces iban aumentando de tamaño. Es importante señalar que por cada planta de jícama se cosecha una raíz solamente y al cosechar la raíz, se muere toda la planta. Como se observa en el cuadro 9, de resultados del rendimiento en peso fresco total de raíz de jícama en kilogramos por hectárea en cada día a cosecha; en la primera cosecha que fue a los 114 días después de la siembra, se obtuvo 3,087.54 kilogramos por hectárea; en la segunda cosecha realizada a los 129 días después de la siembra, se obtuvo 5,081.66 kilogramos por hectárea; en la tercera cosecha realizada a los 144 días después de la siembra, se obtuvo 5,414.82 kilogramos por hectárea; en la cuarta cosecha realizada a los 159 días después de la siembra, se obtuvo 9,209.83 kilogramos por hectárea; y en la quinta y última cosecha realizada a los 174 días, se obtuvo 13,921.65 kilogramos por hectárea. El F tabulado con $\alpha = 5\%$ fue: 3.01 y F tabulado con $\alpha = 1\%$ fue: 4.77 mientras que el F observado fue: 5.65 por lo que, como F observado es mayor que F tabulado, se concluye que sí hubo diferencia significativa de los rendimientos obtenidos de raíces de jícama en kilogramos por hectárea en los diferentes días a cosecha por lo que se hizo una separación de medias en la cual se pudo observar que entre la primera, segunda y tercera cosecha no hubo diferencia significativa entre ellas, mientras que sí existió diferencia significativa entre estas cosechas y la cuarta y quinta cosecha. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre la cuarta y quinta cosechas. Es importante señalar que el rendimiento total obtenido fue menor que los reportados en la revisión de literatura, lo cual se debió al mal drenaje del terreno en que se llevó a cabo el experimento.

7.2 Rendimiento no comercial en peso fresco de raíces de jícama

El cuadro 10 presenta los promedios de rendimiento no comercial en peso fresco de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha. Los mismos rendimientos se encuentran graficados en la figura 5.

Cuadro 10. Resultados del rendimiento en peso fresco no comercial de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.

TRATAMIENTOS	Rendimiento promedio no comercial por cosecha kg/ha	F observado
C1 (primera cosecha a los 114 días)	0	1.17
C2 (segunda cosecha a los 129 días)	338.83	F tabulado
C3 (tercera cosecha a los 144 días)	1,095.20	3.01 (5%)
C4 (cuarta cosecha a los 159 días)	1,093.38	4.77 (1%)
C5 (quinta cosecha a los 174 días)	1,488.98	

* = diferencia significativa entre tratamientos.

** = diferencia altamente significativa entre tratamientos

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente

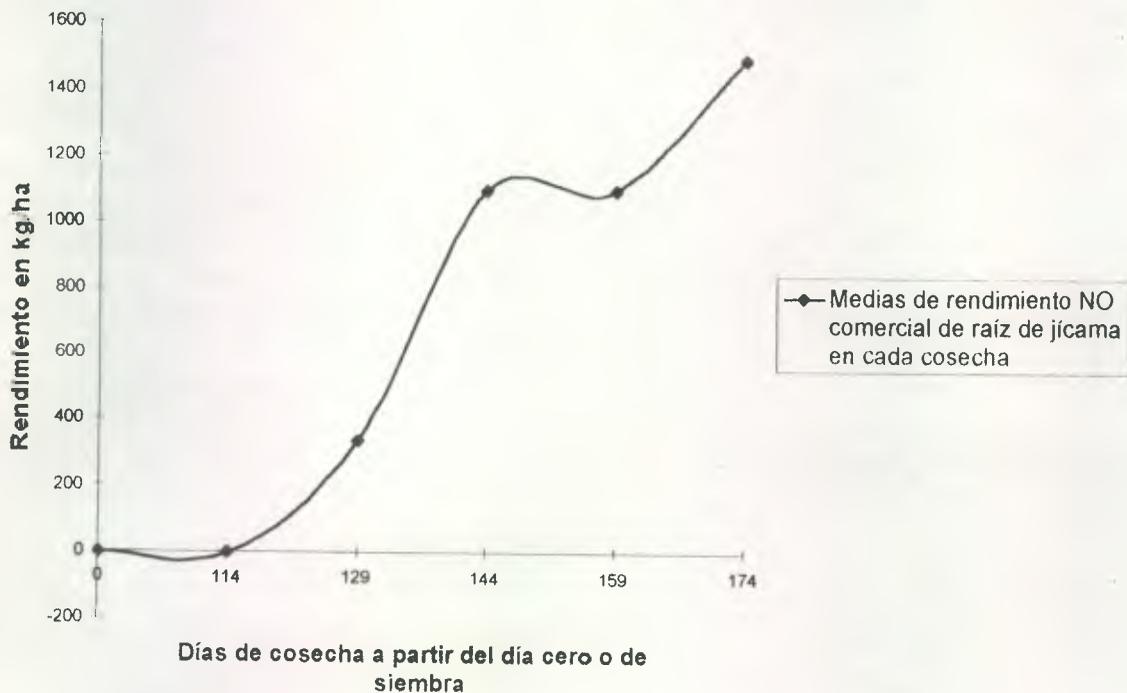


Figura 5. Medias de rendimiento no comercial de raíz de jícama en cada día a cosecha.

Como se observa en el cuadro 10, de resultados del rendimiento en peso fresco no comercial de raíz de jícama en kilogramos por hectárea en cada día a cosecha; la primera cosecha a los 114 días después de la siembra, produjo 0 kilogramos por hectárea; en la segunda cosecha realizada a los 129 días después de la siembra, se obtuvo 338.83 kilogramos por hectárea; en la tercera cosecha realizada a los 144 días después de la siembra, se obtuvo 1,095.20 kilogramos por hectárea; en la cuarta cosecha realizada a los 159 días después de la siembra, se obtuvo 1,093.38 kilogramos por hectárea; y en la quinta y última cosecha realizada a los 174 días, se obtuvo 1,488.98 kilogramos por hectárea. El F tabulado con $\alpha = 5\%$ fue: 3.01 y F tabulado con $\alpha = 1\%$ fue: 4.77 mientras que el F observado fue: 1.17 por lo que, como F observado es menor que F tabulado, se concluye que no hubo diferencia significativa de los rendimientos obtenidos de raíces de jícama no comercializable en kilogramos por hectárea en los diferentes momentos de cosecha por lo que no se hizo una separación de medias.

El rendimiento no comercial en peso fresco, se denomina así porque incluye aquellas raíces que están reventadas, quebradas o de mal aspecto por lo que no pueden ser vendidas y por lo tanto, no son comercializables. El rendimiento de éstas raíces no mostró diferencias significativas a lo largo del período de estudio, por lo que se deduce que no existe influencia del momento de cosecha sobre esta variable.

7.3 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces de jícama

El cuadro 11 presenta los promedios de rendimiento comercial en peso fresco de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha. Los mismos rendimientos se presentan graficados en la figura 6.

Cuadro 11. Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíz de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.

TRATAMIENTOS	Rendimiento promedio comercial por cosecha kg/ha	F observado	Separación de medias
C1 (primera cosecha a los 114 días)	3,087.54	6.29**	A
C2 (segunda cosecha a los 129 días)	4,742.83	F tabulado	A
C3 (tercera cosecha a los 144 días)	4,319.65	3.01 (5%)	A
C4 (cuarta cosecha a los 159 días)	8,116.42	4.77 (1%)	A
C5 (quinta cosecha a los 174 días)	12,432.69		B

* = diferencia significativa entre tratamientos.

** = diferencia altamente significativa entre tratamientos

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente.



Figura 6. Medias de rendimiento comercial de raíz de jícama en cada día a cosecha.

Como se observa en el cuadro 11, de resultados del rendimiento comercial en peso fresco de raíz de jícama en kilogramos por hectárea en cada momento de cosecha; la primera cosecha a los 114 días después de la siembra, produjo 3,087.54 kilogramos por hectárea; en la segunda cosecha realizada a los 129 días después de la siembra, se obtuvo 4,742.83 kilogramos por hectárea; en la tercera cosecha realizada a los 144 días después de la siembra, se obtuvo 4,319.65 kilogramos por hectárea; en la cuarta cosecha realizada a los 159 días después de la siembra, se obtuvo 8,116.42 kilogramos por hectárea; y en la quinta y última cosecha realizada a los 174 días, se obtuvo 12,432.69 kilogramos por hectárea. El F tabulado con $\alpha = 5\%$ fue: 3.01 y F tabulado con $\alpha = 1\%$ fue: 4.77 mientras que el F observado fue: 6.29 por lo que, como F observado es mayor que F tabulado, se concluye que si hubo diferencia significativa de los rendimientos obtenidos de raíces de jícama en kilogramos por hectárea en los diferentes momentos de cosecha por lo que se hizo una separación de medias en la cual se pudo observar que entre la primera, segunda y tercera cosecha no hubo diferencia significativa entre ellas, mientras que sí existió diferencia significativa entre esas cosechas y la cuarta y quinta cosecha. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre la cuarta y quinta cosechas. El máximo rendimiento comercializable fue obtenido en la quinta cosecha.

El rendimiento comercial en peso fresco es el rendimiento de las raíces que tienen buena forma y que su aspecto es adecuado para ser vendidas. El mejor rendimiento se obtuvo en la última cosecha.

7.4 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces pequeñas de jícama

El cuadro 12 presenta los promedios de rendimiento comercial en peso fresco de raíces pequeñas de jícama en kg/ha de cada día a cosecha. Los mismos rendimientos se presentan graficados en la figura 7.

Cuadro 12. Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíces pequeñas de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.

TRATAMIENTOS	Rendimiento promedio por cosecha kg/ha	F Observado	Separación de medias
C1 (primera cosecha a los 114 días)	3,087.54	5.52 **	A
C2 (segunda cosecha a los 129 días)	4,616.27	F tabulado	A
C3 (tercera cosecha a los 144 días)	3,766.50	3.01 (5%)	A
C4 (cuarta cosecha a los 159 días)	4,728.93	4.77 (1%)	A
C5 (quinta cosecha a los 174 días)	7,205.99		B

* = diferencia significativa entre tratamientos

** = diferencia altamente significativa entre tratamientos

Tratamientos con misma letra no difieren significativamente.



Figura 7. Medias de rendimiento comercial de raíces pequeñas de jícama en cada día a cosecha.

Como se observa en el cuadro 12, de resultados del rendimiento comercial en peso fresco de raíces pequeñas de jícama en kilogramos por hectárea en cada momento de cosecha; la primera cosecha a los 114 días después de la siembra, se produjo 3,087.54 kilogramos por hectárea; en la segunda cosecha realizada a los 129 días después de la siembra, se obtuvo 4,616.27 kilogramos por hectárea; en la tercera cosecha realizada a los 144 días después de la siembra, se obtuvo 3,766.50 kilogramos por hectárea; en la cuarta cosecha realizada a los 159 días después de la siembra, se obtuvo 4,728.93 kilogramos por hectárea; y en la quinta y última cosecha realizada a los 174 días, se obtuvo 7,205.99 kilogramos por hectárea. El F tabulado con $\alpha = 5 \%$ fue: 3.01 y F tabulado con $\alpha = 1 \%$ fue: 4.77 mientras que el F observado fue: 5.52 por lo que, como F observado es mayor que F tabulado, se concluye que si hubo diferencia significativa de los rendimientos obtenidos de raíces de jícama en kilogramos por hectárea en los diferentes momentos de cosecha por lo que se hizo una separación de medias en la cual se pudo observar que entre la primera, segunda, tercera y cuarta cosechas no hubo diferencia significativa, mientras que sí existió diferencia significativa entre estas cosechas y la quinta cosecha. El máximo rendimiento comercializable de raíces pequeñas fue obtenido en la quinta cosecha.

Las raíces pequeñas (menores de 500 gramos) fueron encontradas desde la primera cosecha, hasta la última, en la cual su rendimiento fue superior. El mal drenaje de los suelos afectó su rendimiento a lo largo del experimento.

Es importante hacer notar que las raíces pequeñas presentan la desventaja de que es necesario pelar y cortar muchas de ellas para poder obtener cierta cantidad de alimento.

7.5 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces medianas de jícama

El cuadro 13 presenta los promedios de rendimiento comercial en peso fresco de raíces medianas de jícama en kg/ha de cada día a cosecha. Los mismos rendimientos se presentan graficados en la figura 8.

Cuadro 13. Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíces medianas de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.

TRATAMIENTOS	Rendimiento comercial promedio de raíces medianas por cosecha kg/ha	F Observado	Separación de medias
C1 (primera cosecha a los 114 días)	0	3.64	A
C2 (segunda cosecha a los 129 días)	126.56	F tabulado	A
C3 (tercera cosecha a los 144 días)	553.15	3.01 (5%)	A
C4 (cuarta cosecha a los 159 días)	3,387.49	4.77 (1%)	AB
C5 (quinta cosecha a los 174 días)	4,779.07		B

* = diferencia significativa entre tratamientos

** = diferencia altamente significativa entre tratamientos

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente.

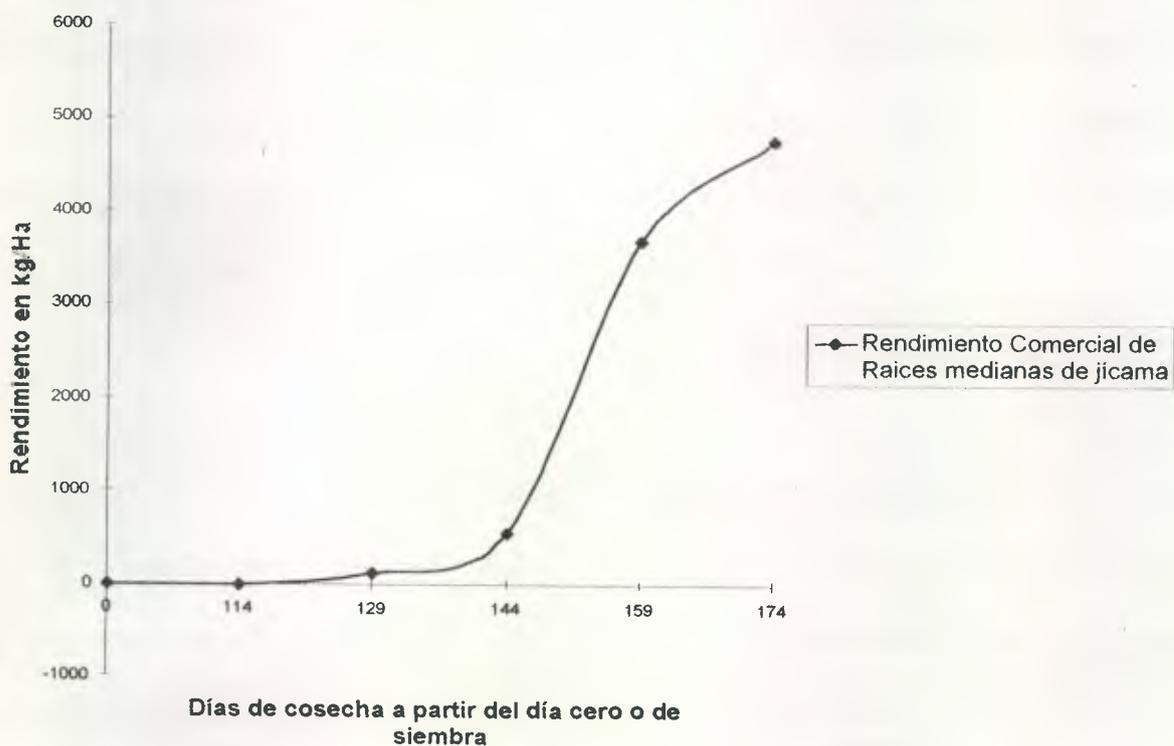


Figura 8. Medias de rendimiento comercial de raíces medianas de jícama en cada día a cosecha.

Como se observa en el cuadro 13, de resultados del rendimiento comercial en peso fresco de raíces medianas de jícama en kilogramos por hectárea en cada momento de cosecha; la primera cosecha a los 114 días después de la siembra, produjo 0 kilogramos por hectárea; en la segunda cosecha realizada a los 129 días después de la siembra, se obtuvo 126.56 kilogramos por hectárea; en la tercera cosecha realizada a los 144 días después de la siembra, se obtuvo 553.15 kilogramos por hectárea; en la cuarta cosecha realizada a los 159 días después de la siembra, se obtuvo 3,387.49 kilogramos por hectárea; y en la quinta y última cosecha realizada a los 174 días, se obtuvo 4,779.07 kilogramos por hectárea. El F tabulado con $\alpha = 5\%$ fue: 3.01 y F tabulado con $\alpha = 1\%$ fue: 4.77 mientras que el F observado fue: 3.64 por lo que, como F observado es mayor que F tabulado, se concluye que si hubo diferencia significativa de los rendimientos obtenidos de raíces de jícama en kilogramos por hectárea en los diferentes días a cosecha por lo que se hizo una separación de medias en la cual se pudo observar que entre la primera, segunda, tercera y cuarta cosechas no hubo diferencia significativa, mientras que sí existió diferencia significativa entre estas cosechas y la quinta cosecha. Sin embargo la diferencia no fue significativa entre la cuarta y la quinta cosecha. El máximo rendimiento comercializable de raíces medianas fue obtenido en la quinta cosecha.

A partir de la segunda cosecha se encontró algunas raíces medianas (mayores de 500 gramos pero menores de 1,000 gramos) en poca cantidad. Hasta la cuarta cosecha se encontró una proporción mayor de estas, lo que se reflejó en una diferencia significativa de los rendimientos de estas a partir de la cuarta cosecha hasta la última en comparación con las primeras tres.

7.6 Rendimiento comercial en peso fresco de raíces grandes de jícama

El cuadro 14 presenta los promedios de rendimiento comercial en peso fresco de raíces grandes de jícama en kg/ha de cada día a cosecha. Los mismos rendimientos se presentan graficados en la figura 9.

Cuadro 14. Resultados del rendimiento en peso fresco comercial de raíces grandes de jícama en kg/ha en cada día a cosecha.

TRATAMIENTOS	Rendimiento total promedio por cosecha kg/ha	F Observado
C1 (primera cosecha a los 114 días)	0	1
C2 (segunda cosecha a los 129 días)	0	F tabulado
C3 (tercera cosecha a los 144 días)	0	3.01 (5%)
C4 (cuarta cosecha a los 159 días)	0	4.77 (1%)
C5 (quinta cosecha a los 174 días)	447.62	

* = diferencia significativa

** = diferencia altamente significativa entre tratamientos

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente.

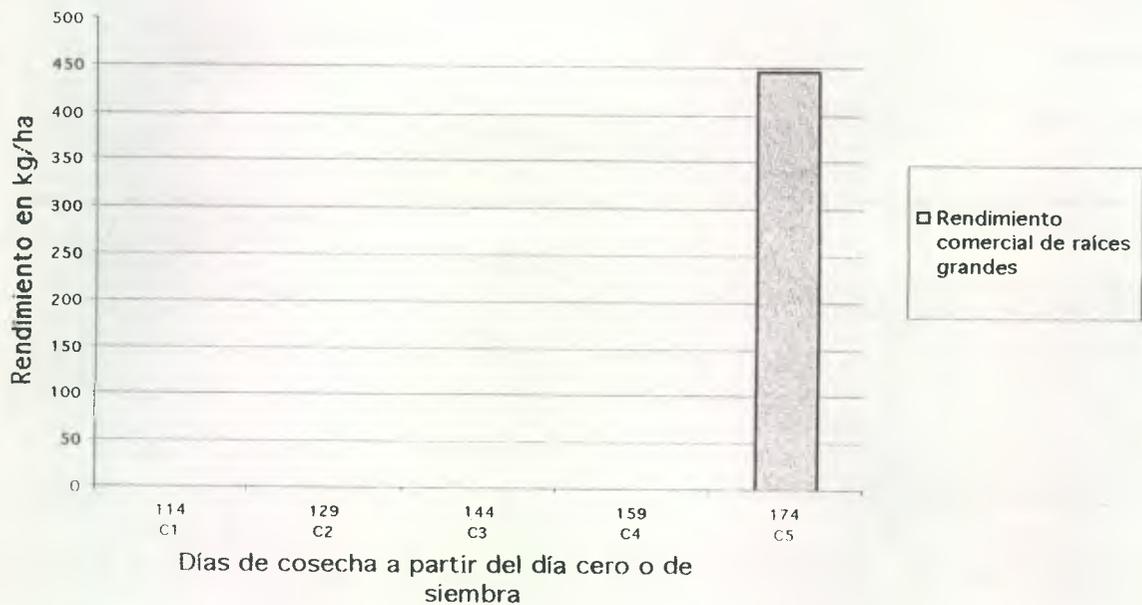


Figura 9. Medias de rendimiento comercial de raíces grandes de jícama en día a cosecha.

7.7 DISCUSION DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO EN PESO FRESCO DE LAS RAÍCES DE JICAMA

El rendimiento total en peso fresco de las raíces de jícama fue significativamente mayor en la última cosecha en relación a la primera; observándose un aumento gradual y constante a partir de la primera cosecha hasta la última. Esto se debe a que la jícama incrementa la reserva de nutrientes en la raíz pues se prepara para la floración y posteriormente la fructificación. El rendimiento no comercial en peso fresco de la raíz de jícama, que incluye las raíces reventadas que no son comercializables, no mostró diferencias significativas a lo largo del período de estudio por lo que se deduce que no existe influencia de los días a cosecha sobre esta variable. Sin embargo como se observa en el cuadro 15, la jícama tuvo una alta eficiencia productiva.

Cuadro 15. Eficiencia productiva de la jícama en los días a cosecha comparados.

Días a Cosecha	Rendimiento Total kg/ha	Rend. No Comercial kg/ha	Rend. Comercial kg/ha	Eficiencia Productiva
114	3,087.54	0.00	3,087.54	100.00 %
129	5,081.66	338.83	4,742.83	86.66 %
144	5,414.82	1,095.20	4,319.65	59.55 %
159	9,209.83	1,093.38	8,116.42	76.26 %
174	13,921.65	1,488.98	12,432.69	78.61 %

El rendimiento comercial en peso fresco de la jícama si mostró diferencias significativas a lo largo del período de estudio. La mayor parte del rendimiento total obtenido fue comercializable. Las raíces pequeñas (menores de 500 gramos) fueron encontradas desde la primera cosecha hasta la última y su rendimiento únicamente fue significativamente diferente en la última cosecha, en la cual su rendimiento fue

significativamente superior. Es importante hacer notar que las raíces pequeñas presentan la desventaja de que es necesario pelar y cortar muchas de ellas para poder obtener cierta cantidad de alimento.

A partir de la segunda cosecha se encontró algunas raíces medianas (mayores de 500 gramos pero menores a 1,000 gramos), en proporción mínima. Hasta la cuarta cosecha se encontró una mayor proporción de raíces medianas lo que se reflejó en una diferencia significativa de los rendimientos de raíces medianas a partir de ésta cosecha hasta la última en comparación con las primeras tres cosechas. Las raíces grandes únicamente fueron encontradas en la última cosecha, no encontrándose en las cuatro cosechas anteriores, lo cual se refleja en que solo existió rendimiento de estas raíces en la última cosecha. Es importante hacer notar que son preferibles las raíces grandes pues son más fáciles de pelar, proporcionan mayor cantidad de alimento comestible con menos esfuerzo por parte de quien prepara las raíces para su consumo.

Los resultados anteriores nos permiten aceptar la hipótesis que afirma que sí existe variación en el rendimiento en peso fresco medido en kilogramos por hectárea de la raíz de jícama en diferentes días a cosecha. Hasta el momento en que concluyó el estudio, no se alcanzó un momento en que el rendimiento se estabilizara o llegara a decrecer.

7.8 FORMA DE LAS RAÍCES DE JICAMA

Los porcentajes promedio de frecuencia de aparición de las raíces de jicama con diferentes formas, se pueden observar en el cuadro 16.

Cuadro 16. Porcentajes promedio de frecuencia de aparición de raíces con diferentes formas en cada día a cosecha.

FORMA/ COSECHA	C1	C2	C3	C4	C5	Promedio
Esférica	0.00 %	0.00 %	1.06 %	0.00 %	0.00 %	0.212 %
Globulada	40.00 %	50.41 %	31.91 %	29.82 %	36.00 %	37.63 %
Obloide	32.50 %	25.20 %	40.43 %	45.61 %	41.60 %	37.07 %
Doble Gemela	18.33 %	15.45 %	13.83 %	20.18 %	18.40 %	17.24 %
Trilliza	0.00 %	0.00 %	5.32 %	0.88 %	0.80 %	1.40 %
Irregular	3.33 %	3.25 %	3.19 %	3.51 %	3.20 %	3.30 %
Clavada	5.83 %	5.69 %	4.26 %	0.00 %	0.00 %	3.16 %

En la primera cosecha se observó un mayor porcentaje de raíces con forma globulada.

En la segunda cosecha se observó una tendencia de mayor porcentaje de raíces con forma globulada.

En la tercera cosecha se observó que el mayor porcentaje de raíces tuvo forma obloide y luego le siguieron las raíces con forma globulada, siendo los demás porcentajes bastante menores.

En la cuarta cosecha se pudo observar un mayor porcentaje de raíces con forma obloide y luego le siguieron las raíces con forma globulada.

En la última cosecha se pudo observar que el mayor porcentaje de raíces tuvo forma obloide y en segundo lugar la raíces con forma globulada.

7.9 DISCUSION DE LOS RESULTADOS DE LA FORMA DE LAS RAÍCES DE JICAMA EN LOS DIFERENTES DIAS A COSECHA

Se observa en el cuadro 16 que el menor porcentaje de raíces correspondiente a las de forma esférica es de 0.212 %. Las raíces trillizas aparecieron con una frecuencia de 1.40 % , las raíces clavadas con 3.16 % de frecuencia, las raíces irregulares con 3.30 % de frecuencia y las raíces doble gemelas con 17.24 %; las raíces con mayor porcentaje de frecuencia de aparición son las raíces con forma Globulada con una aparición promedio de 37.63 % y les siguen las raíces con forma Obloide con 37.07 % de frecuencia de aparición en promedio.

Se desconocen las razones por las cuales se dan estas frecuencias de aparición de la forma de las raíces de jicama, posiblemente su frecuencia de aparición esté controlada por cuestiones genéticas de la planta en relación con el ambiente en el que se desarrolla.

Tendría que hacerse una investigación sólo para averiguar a que se debe estas frecuencias de aparición de las formas de las raíces de la jicama.

Es importante hacer notar que las raíces que tienen forma globulada y obloide son más fáciles de pelar que las de forma irregular. Las raíces con forma irregular son las más difíciles de pelar, luego les siguen las doble gemelas.

Las raíces clavadas tienen la desventaja de que tienen muy poca masa que pueda ser utilizada para ser consumida por lo que ni siquiera vale la pena pelarlas.

Una característica que ha quedado registrada por medio de esta investigación, es que el cultivar EC-236 presenta, en promedio, un 37.63 % de frecuencia de aparición de raíces con forma globulada y un 37.07 % de raíces con forma obloide lo cual es muy bueno pues

estos son altos porcentajes que en conjunto representan un 74.70 % de raíces que tienen buena forma, que acumulan nutrientes y que son fáciles de pelar.

7.10 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD CON CONSUMIDORES

La aceptabilidad de la jícama cruda entre los consumidores, se observa en el cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados de aceptabilidad con consumidores en las distintas cosechas para la jícama cruda sin acompañamiento.

A los consumidores: En la cosecha a los:	SI LES GUSTO	NO LES GUSTO
114 días	96%	4%
129 días	91%	9%
144 días	93%	7%
159 días	93%	7%
174 días	91%	9%

7.10.1 COSECHA A LOS 114 DIAS

La jícama que se obtuvo a los 114 días fue presentada sola sin acompañamiento de sal y limón al grupo de consumidores, en esta oportunidad participaron 54 personas, de las cuales 52 (el 96.3 % de los consumidores) la aceptaron. Luego al presentarse la jícama acompañada de sal y limón, las mismas 52 personas (el 96.3 %) aceptaron la jícama.

7.10.2 COSECHA A LOS 129 DIAS

La jícama que se obtuvo a los 129 días fue presentada sola sin acompañamiento de sal y limón al grupo de consumidores, en esta oportunidad participaron 45 de las 54

personas que estuvieron en la primera prueba, de las cuales 41 (el 91.11 % de los consumidores) la aceptaron. Luego la jícama fue presentada a los mismos 45 consumidores, acompañada de sal y limón. Los 45 (100%) aceptaron la jícama acompañada de sal y limón.

7.10.3 COSECHA A LOS 144 DIAS

La jícama que se obtuvo a los 144 días fue presentada al mismo grupo de consumidores, en ésta oportunidad participaron 46 personas. Del grupo anterior se pudo observar que a 43 personas (el 93 % de consumidores) les gustó la jícama o sea que fue aceptada, mientras que a 3 personas (el 7 %) no les gustó. Luego la jícama fue presentada a los consumidores acompañada de sal y limón. Del grupo de consumidores, 45 personas (el 98%) aceptó la jícama acompañada de sal y limón.

7.10.4 COSECHA A LOS 159 DIAS

La jícama que se obtuvo a los 159 días fue presentada al grupo de consumidores, en esta oportunidad participaron 43 personas. Se pudo observar que a 40 personas (el 93.02 % de consumidores) les gustó la jícama sola y la aceptaron. Luego la jícama fue presentada a los consumidores acompañada de sal y limón. A los 43 (el 100%) les gustó la jícama y por lo tanto la aceptaron acompañada de sal y limón.

7.10.5 COSECHA A LOS 174 DIAS

La jícama obtenida a los 174 días fue presentada sola sin acompañamiento de sal y limón al grupo de consumidores, en esta oportunidad participaron 44 personas. Del grupo, 40 personas (el 91% de los consumidores) la aceptaron.

Luego la jícama fue presentada a los consumidores acompañada de sal y limón. Las 44 personas (100%) aceptaron la jícama acompañada de sal y limón.

Los resultados obtenidos con las pruebas de aceptabilidad con consumidores nos indican que la jícama sola tuvo, aproximadamente, 96 % de aceptabilidad en la primera prueba, 91 % en la segunda, 93 % en la tercera, 93 % en la cuarta y 91 % en la última prueba.

Al realizar la prueba Q de Cochran se observó que el valor Q fue igual a 9 el cual es menor que el valor ji-cuadrado tabulado (g.l. = 4, $\alpha = 0.05$) de 9.49. Debido a lo cual se concluye que no hubo diferencia significativa en la aceptación de los consumidores para la jícama sola en los cinco momentos de cosecha.

Los resultados de aceptabilidad con consumidores en las distintas cosechas para la jícama cruda acompañada de sal y limón se observan en el cuadro 18.

La jícama acompañada de sal y limón, tuvo mucha aceptación entre los consumidores (96.3 % en la primera prueba, 100 % de aceptación en la segunda, 98 % de aceptación en la tercera, 100 % de aceptación en la cuarta y 100 % de aceptación en la última prueba).

Al realizar la prueba Q de Cochran se observó que el valor Q fue igual a 6.4 el cual es menor que el valor ji-cuadrado tabulado (g.l. = 4, $\alpha = 0.05$) de 9.49. Debido a lo cual se concluye que no hubo diferencia significativa en la aceptación de los consumidores, para la jícama acompañada, en los cinco momentos de cosecha.

Cuadro 18. Resultados de aceptabilidad con consumidores en las distintas cosechas para la jícama cruda acompañada de sal y limón.

A los consumidores: En la cosecha a los:	SI LES GUSTO	NO LES GUSTO
114 días	96%	4%
129 días	100%	0%
144 días	98%	2%
159 días	100%	0%
174 días	100%	0%

Se observó que la jícama acompañada disimula el sabor original y ayuda a que no exista diferencia significativa en la aceptación según los días a cosecha de cada momento. El porcentaje de personas que la rechazaron sola, disminuye cuando la prueban acompañada.

7.11 CAMBIO DE GRADOS BRIX DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO

El contenido en grados brix también fue medido en cada momento de cosecha, los resultados pueden observarse en la figura 10.

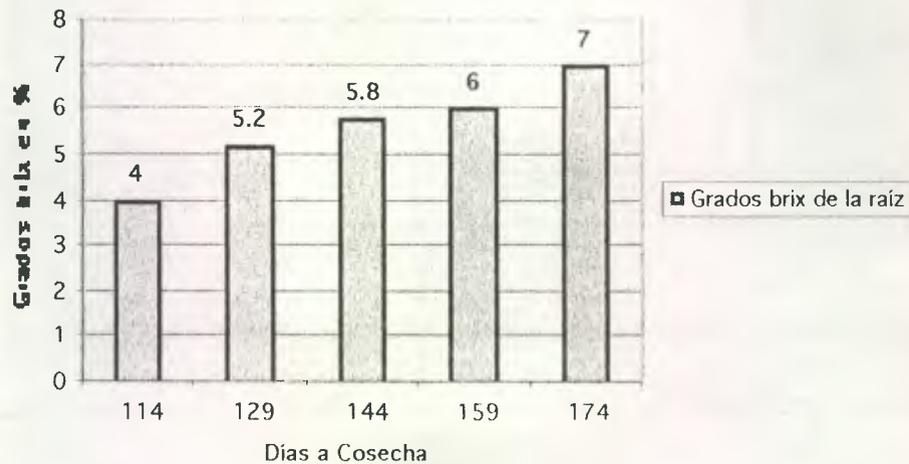


Figura 10. Porcentajes de Grados Brix del jugo de las raíces de jícama en los diferentes días a cosecha.

Como puede observarse en la figura 10, el refractómetro midió un aumento en grados brix de las raíces de jícama en los distintos días a cosecha. Según Gould (10) lo anterior se debió a una mayor concentración de sólidos solubles en el jugo extraído de las raíces mencionadas. Y de acuerdo con Salazar³: "A medida que aumenta la concentración de sólidos solubles (azúcares y almidón), aumenta el porcentaje de grados Brix. Al aumentar la concentración de almidón, disminuye la dulzura por el proceso normal de maduración de los tejidos vegetales." Es importante hacer notar que los porcentajes de grados brix se asemejan (en promedio) a los reportados por Martínez (10).

³ Información proporcionada por la Licenciada en Nutrición Julieta Salazar de Ariza, catedrática de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

7.11.1 Modelo de Regresión con los datos de grados brix

Para calcular los grados Brix predichos del jugo de raíz de jícama, en función del número de días a cosecha, se estimó el modelo de regresión siguiente:

$$\% \text{ en grados Brix} = -0.000254 x^2 + 0.118439x - 6.0797$$

donde:

x = número de días a cosecha.

Este modelo de ecuación cuadrática expresa un incremento sostenido de grados Brix del jugo de raíz de jícama a intervalos de tiempo igualmente espaciados (cada 15 días).

7.12 RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE JUECES ENTRENADOS

Para realizar la evaluación sensorial de la jícama, se contó con el apoyo de un panel de jueces-catadores entrenados en evaluación sensorial de alimentos. A cada uno se le capacito para evaluar las características sensoriales de la jícama previo a realizar las evaluaciones en las distintas cosechas. Para evaluar todas las cosechas se le proporciono a cada panelista de 25 a 50 gramos del producto presentado en pequeños trozos. Los resultados que se obtuvieron se aprecian en el cuadro 19. Como se puede apreciar, no existió diferencia marcada en las características evaluadas de la jícama, excepto para el sabor. Para evaluar el color se tomo en cuenta el interior del producto y no se encontró diferencia marcada entre las cosechas, siendo el color que predomino el blanco hueso con vetas claras. En cuanto al olor, éste se asoció con vegetal crudo y fresco, identificándose en las últimas dos cosechas el olor a raíz cruda, es importante tomar en cuenta la característica de frescura que se aprecia en el producto, independientemente de la cosecha.

Con respecto al sabor, fue la característica que más varió dependiendo de la cosecha, el sabor predominante fue el dulce y que disminuyó en las siguientes cosechas. Se pudo

apreciar, al principio, un regusto amargo leve que fue percibido por la mayoría de los jueces. Es importante notar que, posteriormente, se percibió un sabor agradable aunque poco conocido. La textura en todas las cosechas fue evaluada semejante, predominaron las características crujiente y jugosa, sin olvidar la dureza. En la segunda cosecha se determinó además un poco de fibrosidad en la muestra.

Se puede concluir que la diferencia sólo se dio en la característica sabor, la cual es muy importante pues es la que determina en un momento dado si un alimento es rechazado o aceptado, junto con el olor y el color.

Cuadro 19. Resumen de resultados de evaluación sensorial de la jícama con jueces entrenados.

COSECHA A LOS	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
114 días	Blanco hueso con vetas claras	A vegetal y raíz.	Dulce con regusto leve amargo	Dura, crujiente y jugosa.
129 días	Blanco hueso	Vegetal crudo fresco	Dulce poco intenso	Dura, crujiente, jugosa y fibrosa.
144 días	Blanco hueso con vetas	Vegetal crudo	Dulce leve	Dura, crujiente y jugosa.
159 días	Blanco con vetas	Raíz fresca	Dulce débil	Dura, crujiente y jugosa.
174 días	Blanco hueso con vetas	Raíz fresca	Dulce muy débil	Dura, crujiente y jugosa.

7.13 VARIABLES CLIMATICAS MEDIDAS DURANTE EL PERIODO QUE DURO EL EXPERIMENTO

Se presenta la ubicación del ciclo de la jicama durante el año 2,000 en relación a los meses del año, la precipitación en mm y la temperatura media en °C, todo lo anterior en un climadiagrama de datos meteorológicos presentado en la figura 11.

Estación: INSIVUMEH Departamento: Guatemala Ciudad: Guatemala
Latitud: 14° 35' 11" Longitud 90° 31' 58" Elevación: 1502 mts.
Observador: Haroldo Arévalo.
Año: 2,000

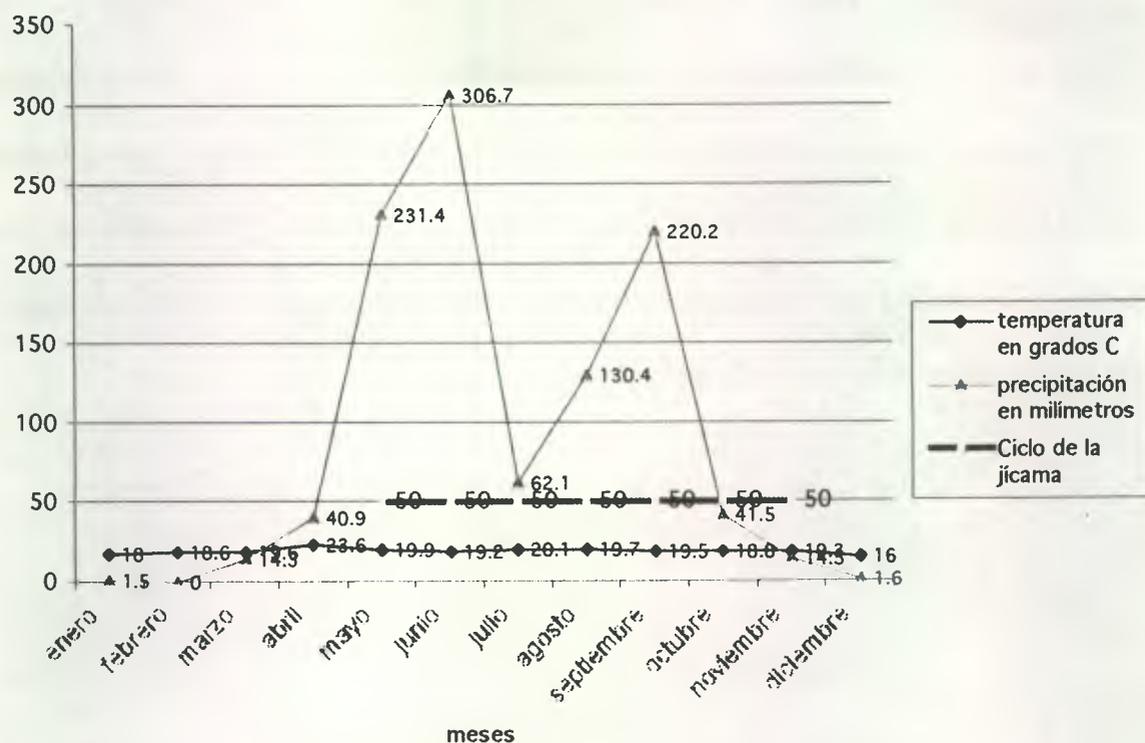


Figura 11. Climadiagrama de datos meteorológicos recopilados en la estación del INSIVUMEH de la ciudad capital durante el año 2,000.

Los principales datos meteorológicos recopilados durante el año 2000 en el INSIVUMEH de la capital se presentan en el cuadro 20.

Cuadro 20. Principales datos meteorológicos recopilados en la estación del INSIVUMEH de la ciudad capital durante el año 2000.

Temperatura media del año :	19.36 ° C.
Temperatura media del mes más caliente:	23.6 °C en abril.
Máxima temperatura registrada:	29.7 °C en abril.
Temperatura media del mes más frío:	16 °C en diciembre.
Mínima temperatura registrada:	9.9 °C en diciembre.
Precipitación total del año :	1,065.1 mm.

Como puede verse en la gráfica anterior, la temporada lluviosa del año 2,000 en la ciudad capital empezó en abril, con una canícula más o menos larga en julio y finalizó en octubre. Se podría decir que el año 2000 fue un año ligeramente más seco que el promedio estimado. La precipitación total del año 2000 fue de 1,065.1 mm y el promedio en la zona es de 1,216 mm por año. A pesar de lo anterior la jícama resistió la canícula de julio y el fin de la temporada lluviosa en octubre.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Sí existe variación en el rendimiento en peso fresco medido en kilogramos por hectárea de la raíz de jícama. La mejor época para cosechar es a los 174 días después de la siembra pues se obtiene el mayor rendimiento en peso fresco total (13,921.65 kg/ha) y comercial de raíces de jícama (12,432.69 kg/ha), además se obtienen raíces medianas y algunas grandes, las cuales son más fáciles de ser preparadas para su consumo.
- 8.2 De las características sensoriales evaluadas por el panel de jueces-catadores entrenados, se concluye que únicamente el sabor varió en los días a cosecha evaluados, pues al principio la jícama tuvo mayor dulzura y en cada día sucesivo de cosecha, fue disminuyendo la dulzura; mientras que las otras características sensoriales (color, olor y textura) se mantuvieron constantes, especialmente la textura que en todas las pruebas dejó tal sensación de dureza, jugosidad y de ser crujiente; características muy importantes para el consumo.
- 8.3 La jícama tuvo aceptación por parte del panel de consumidores quienes la probaron en todos los días a cosecha; lo anterior se debió a las características sensoriales agradables que tiene la jícama, entre ellas la jugosidad, sabor levemente dulce y la textura crujiente. Al final se estableció que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la aceptación de la jícama en los diferentes momentos de cosecha.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Se recomienda hacer un estudio en el que se comparen días adicionales de cosecha que sean posteriores a los 174 días después de la siembra.

- 9.2 Hacer un estudio de azúcares para establecer qué carbohidratos ocasionan el aumento del porcentaje de grados brix en las raíces de jícama y su relación con la disminución del sabor dulce.

- 9.3 Hacer un estudio para establecer las causas de los porcentajes de frecuencias de aparición de las raíces de jícama con diferentes formas y a que se debe que las raíces adquieran esas formas.

- 9.4 Hacer un estudio de aceptabilidad con consumidores, para raíces cocidas de jícama.

10. BIBLIOGRAFIA CITADA.

1. AGRILAB. 1991. Guía práctica para la interpretación de análisis de suelos. Guatemala. 22 p.
2. BUKASOV, S.M. 1963. Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia. Lima, Perú, IICA. Publicación miscelánea no. 20. 261 p
3. CARRASCOZA URIZAR, P.A. 1998. Caracterización morfológica de 14 cultivares de jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban.), bajo las condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), San Miguel Panan, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
4. CONSEJERIA AGROPECUARIA (México). 2000. Como producir jícama de riego. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (Correspondencia personal).
5. CORDON SOSA, E.N. 1991. Levantamiento detallado de los suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 138 p.
6. DICCIONARIO ENCICLOPEDICO Sopena Color. 1988. Barcelona, España, Sopena. 1424 p.
7. ESCOBAR, M.M. 2000. Evaluación del efecto del desflore en cuatro materiales de germoplasma en el rendimiento de raíz pivotante en el cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban.) en Taxisco, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 72 p.
8. GOULD, W.A. 1977. Food quality assurance. U.S.A. The Avi Publishing. 314 p.
9. MACKIE, D.A. *et al* . 1991. Laboratory methods for sensory analysis of food. Canadá. Minister of Supply and Services. 90 p.
10. MARTINEZ, A.B. 1997. Evaluación preliminar de 18 cultivares de jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban.) en el valle de la ciudad de Guatemala, Guatemala. Tikalia (Gua.) 15 (2): 99-105.
11. MILLER, E. 1967. Fisiología vegetal. Trad. por Francisco Latorre. México UTEHA. 344 p.

12. MIYARES SIECKAVIZZA, R.A. 1986. Paquete de programas de lenguaje basic para pruebas estadísticas no paramétricas usuales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 382 p.
13. PINEDA LEON, R. 1999. Caracterización morfológica y agronómica de 14 cultivares de jicama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban.) en 3 sitios altitudinales de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 81 p.
14. SARAY MEZA, C.R.; PALACIOS ALVAREZ, A. 1980. Influencia de la humedad en el rendimiento y forma de la raíz de la jicama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban.). Chapingo (Méx.) no. 21-22: 17-22.
15. SØRENSEN, M. 1996. Yam bean; promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Roma, Italia, International Plan Genetic Resources Institute. 141 p.
16. STANDLEY, P.G.; STEYERMARK, J. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, U.S.A., Chicago Natural History Museum. Fieldana Botany. v. 24, pt. 5, p. 313-316.
17. WATTS, B.M.; YLIMAKY, G.L.; JEFFERY, L.E.; ELIAS, L.G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Trad. por Oficina de Traducciones, Secretaria de Estado, Canadá. Ottawa, Ontario, Canadá. CIID. 170 p.
18. WITTIG DE PENNA, E. s.f. Evaluación sensorial; una metodología actual para la tecnología de alimentos. s.n.t. 134 p.
19. WOOT-TSUEN, W.L.; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. p. 31

Vo. Bo. Rolando Barrios



11. APENDICES

11.1 APENDICE 1**BOLETA DE ENCUESTA PARA CONSUMIDORES DE JICAMA**

NOMBRE: _____

FECHA: _____

1. Sírvase degustar la jícama sola. Luego de su opinión marcando una "X" en la respuesta que corresponda.

1.1 Le gustó:

SI: _____ NO : _____

2. Sírvase degustar la jícama acompañada de sal y limón. Luego de su opinión marcando una "X" en la respuesta que corresponda.

2.1 Le gustó:

SI: _____ NO : _____

11.2 APENDICE 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE NUTRICION

CARACTERIZACION DE JICAMA

NOMBRE _____ CABINA _____

FECHA _____

A continuación se le presenta una muestra de Jicama, evalúe las características que se le piden, utilizando los términos más adecuados para evaluar dicho producto.

COLOR

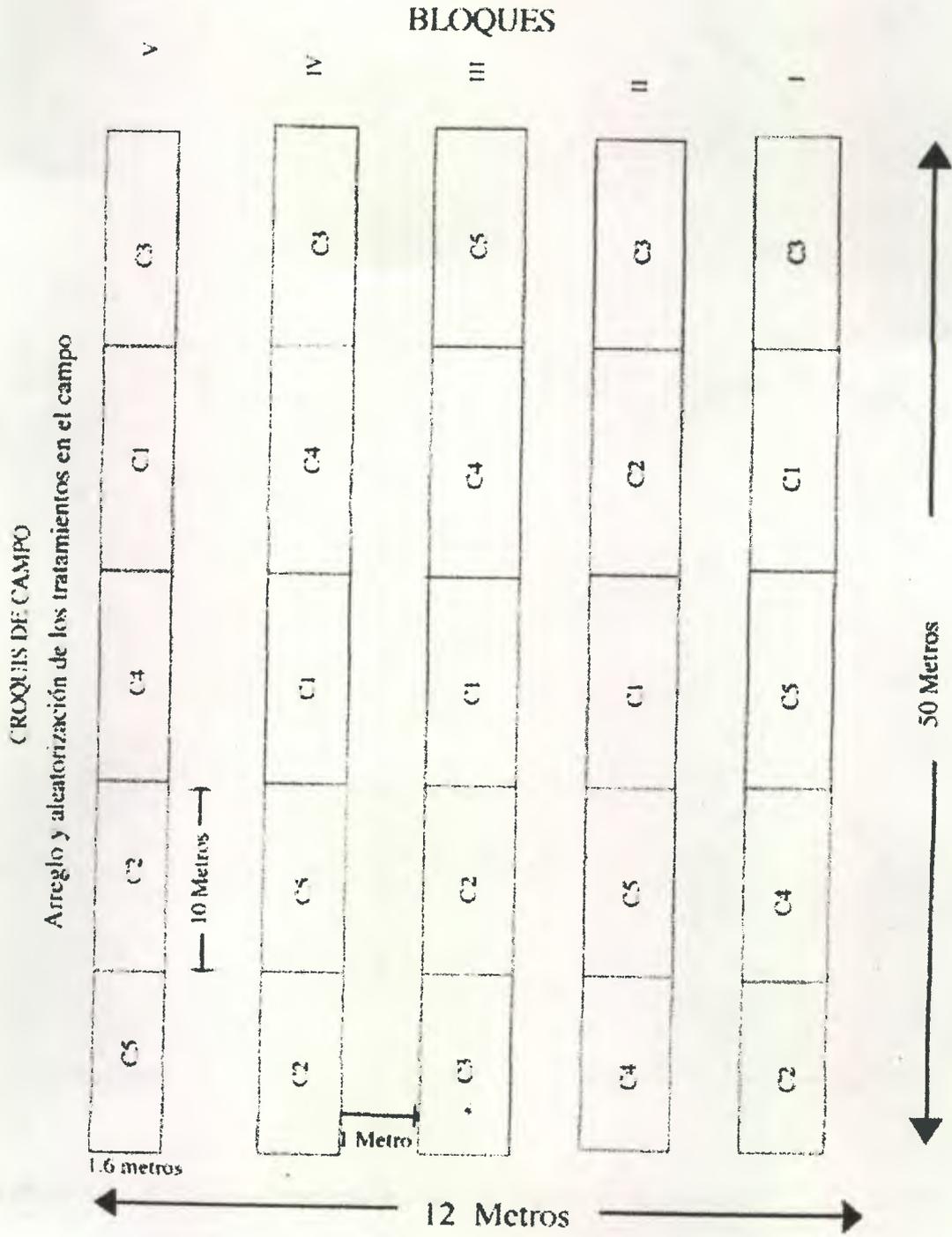
OLOR

SABOR

TEXTURA

COMENTARIO _____

11.4 APENDICE 4





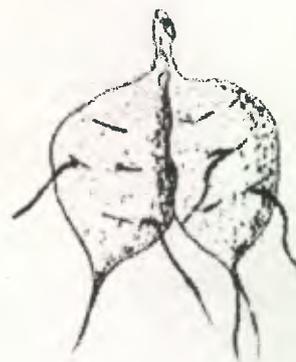
ESFERICA



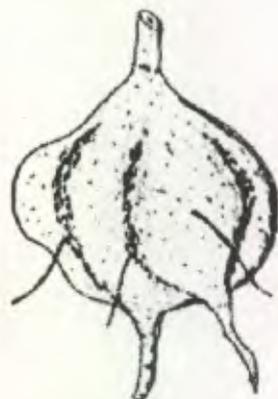
GLOBULADA (trompo)



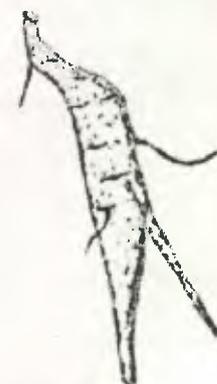
OBLOIDE



DOBLE GEMELA

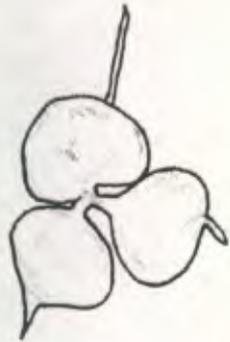


IRREGULARES

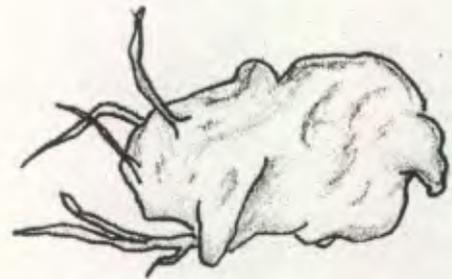


CLAVADAS

Figura 12 A. Dibujos que muestran las formas que pueden tomar las raíces de jícama (*P. erosus* (L.) Urban). Tomado de Carrascoza (3)



TRILLIZA



NO COMERCIALIZABLE

Figura 13 A. Dibujos que muestran las formas que pueden tomar las raíces de jícama (*P. erosus* (L.) Urban).



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS SENSORIALES DE JICAMA (Pachyrhizus Erosus (L.) Urban) A DIFERENTES DIAS A COSECHA, BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE ALEJANDRO SOBERANIS LETONA

CARNET No: 9310214

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Byron Humberto González
Ing. Agr. Francisco J. Vásquez Vásquez
Ing. Agr. Gregorio Amílcar Sánchez

El Asesor 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 Bartolomé Martínez Muñoz
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán 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
AQ/prr.

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