

01  
T(86)  
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**ADAPTACION, RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL  
DE LA QUINUA CULTIVADA EN VARIAS REGIONES DE  
GUATEMALA**

TESIS

presentada a la honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Agronomía de la Universidad de San  
Carlos de Guatemala,

por

**MARIO ANTONIO FERNANDEZ LIQUIDANO**

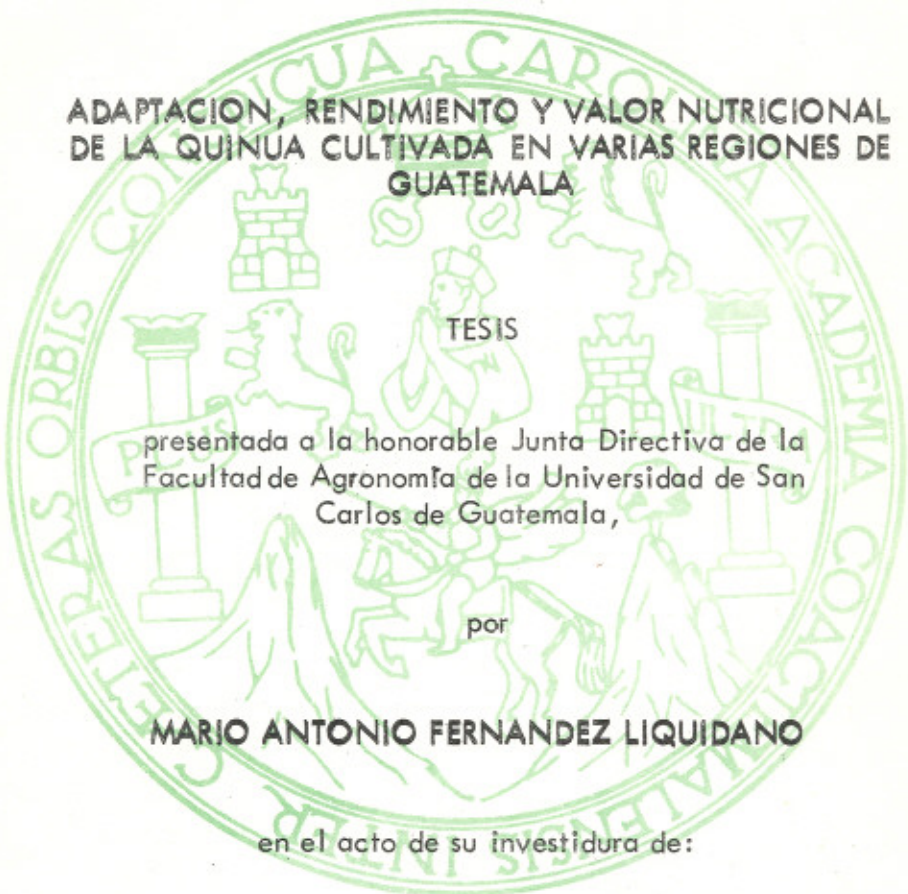
en el acto de su investidura de:

**INGENIERO AGRONOMO**

No. 79

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA  
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

Guatemala, octubre de 1969.



Guatemala, Oct. 28-1969.

Rector de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Lic. Edmundo Vásquez Martínez

Junta Directiva de la Facultad de Agronomía  
de la Universidad de San Carlos

Decano	Ing. Agr. René Castañeda Paz
Vocal 1°.	Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra
Vocal 2°.	Ing. Agr. Antonio A. Sandoval
Vocal 3°.	Lic. Fernando Tirado Barros
Vocal 4°.	Br. Emilio Escamilla Escamilla
Vocal 5°.	P.A. Oscar Gonzales
Secretario	Ing. Agr. Fernando Luna Orive

Tribunal que practicó el Examen General Privado

Decano	Ing. Agr. René Castañeda Paz
Examinador	Dr. José de Jesús Castro
Examinador	Ing. Quím. Juan Francisco Menchú
Examinador	Ing. Agr. Antonio Sandoval
Secretario	Ing. Agr. Fernando Luna Orive

Guatemala, 17 de octubre de 1969

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. René Castañeda Paz  
Guatemala, Guatemala

En cumplimiento de la designación que se sirvió hacerme, comunico a usted que he asesorado al Br. Mario Fernández Liquidano, en la ejecución y presentación de su trabajo de tesis titulado "ADAPTACION, RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA CULTIVADA EN VARIAS REGIONES DE GUATEMALA", el cual es presentado a la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Dicho trabajo, además de ser de singular importancia por su contenido, llena satisfactoriamente los requerimientos para ser presentado como tesis profesional.

Al informar a usted lo anterior, me complace suscribirme, atento servidor,

f) Oscar Nery Sosa S.,  
Fitopatólogo

## RECONOCIMIENTO

El presente trabajo se llevó a cabo, como parte de los estudios que realizan la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola (DGIEA) del Ministerio de Agricultura y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Los análisis químicos se efectuaron en los laboratorios de Química Agrícola del INCAP y los trabajos agronómicos en las estaciones experimentales de la DGIEA y finca del INCAP.

Para estas dos instituciones, el autor desea expresar su agradecimiento, pues sin la ayuda prestada no hubiera sido posible realizar este trabajo de tesis.

También desea expresar su reconocimiento a los doctores Guillermo Arroyave, Roberto Umaña y Ricardo Bressani, por su valiosa ayuda durante los estudios universitarios; a la señora Martha M. de Muñoz, Técnico del Departamento de Química Agrícola del INCAP, por su valiosa ayuda en los análisis químicos, y al Lic. Oscar Nery Sosa, Director de la DGIEA, por su valiosa ayuda como asesor de la misma.

---

---

## DEDICATORIA

DEDICO ESTE ACTO:

A mis padres:

Juan Francisco Fernández (Q. E. P. D.)  
Elisa Liquidano v. de Fernández

A mi esposa :

Sonia M. Calderón de Fernández

A mi hija:

María Vanessa Fernández Calderón

A mis hermanos

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con lo que establecen los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis que se intitula:

ADAPTACION, RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL  
DE LA QUINUA CULTIVADA EN VARIAS REGIONES DE  
GUATEMALA.

Al presentarlo como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, confío en que mereceré vuestra aprobación.

Sin otro particular, me complace suscribirme de vosotros, -  
deferentemente.

(f) Mario Antonio Fernández Liquidano

## CONTENIDO

Capítulo		Página
I	Reconocimiento . . . . .	ix
II	Introducción . . . . .	1
I	Sistemática . . . . .	3
II	Revisión de literatura . . . . .	4
III	Materiales y métodos en trabajos agronómicos . . . . .	21
IV	Materiales y métodos en trabajos de análisis químico . . . . .	27
V	Resultados en trabajos agronómi- cos . . . . .	29
VI	Resultados en trabajos de análi- sis químico . . . . .	30
VII	Discusión de resultados . . . . .	31
VIII	Conclusiones . . . . .	32
IX	Bibliografía . . . . .	37

## INTRODUCCION

Hoy en día, la población urbana y rural de los países Latino Americanos, padece de mala nutrición debido a la escasez de proteína de buena calidad, que pueda suplir sus requerimientos satisfactoriamente.

En Guatemala como en los otros países del Istmo Centro Americano, las fuentes de proteína son casi exclusivamente provenientes del maíz y del frijol, que si bien tienen un porcentaje más o menos bueno de proteína, éstas son de mala calidad debido a su balance de aminoácidos.

Por otro lado, existe el problema económico por el cual las fuentes de proteína, tales como carne, leche, huevos, etc., son casi imposibles de ser adquiridas por la mayoría de la población.

Por lo expuesto, se ve claramente la necesidad de producir fuentes de proteína que sean de buena calidad y de bajo costo; además es necesario que este producto sea de gusto agradable, de fácil preparación culinaria y que se adapte fácilmente a las áreas de cultivo de Guatemala que más sufren de superpoblación, tal el caso del altiplano de la República.

El presente trabajo "Adaptación, Rendimiento y Valor Nutricional de la Quinua Cultivada en Varias Regiones de Guatemala", tiene por objeto introducir en la dieta del pueblo de Guatemala, una planta altamente nutricional, originaria de Sur América, con grandes posibilidades de adaptación en la República y principalmente en el altiplano.

Este trabajo es una base para estudios posteriores, que



se realizarán a través del Departamento de Estaciones Experimentales de la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura, para determinar los mejores niveles de fertilización, épocas de siembra y distancias.

En el presente trabajo, en la parte Revisión de Literatura, se incluyen cuadros comparativos entre el valor nutricional de la Quinua y el de los principales cereales que el hombre consume; se incluyen recetas para la preparación culinaria de la Quinua y formas de procesamiento industrial.

En la parte experimental, los datos de rendimiento deben tomarse aproximados puesto que las épocas de siembra de este cultivo no han sido establecidas para Guatemala; por otro lado, la distancia de siembra fue cinco veces mayor a la empleada corrientemente en siembras comerciales en Sur América.

En lo que respecta a los resultados del análisis químico, la superioridad en porcentaje de proteína, con respecto a lo citado en la Revisión de Literatura, se debe a que en la actualidad, las variedades de Quinua que en Sur América cultivan, son superiores a las que empleaban en años anteriores.

## SISTEMATICA

FAMILIA . . . . . Quenopodeaceae

GENERO . . . . . Chenopodium

ESPECIE . . . . . quinoa

SINONIMIAS . . . . . Quinoa, Quinoa

### 1.1 DESCRIPCION BOTANICA DE LA PLANTA

La Quinoa, (Chenopodium quinoa) es una planta autóctona del noroeste argentino; ha sido encontrada en esta do espontáneo en las sierras de San Juan y Rioja, así como también, en los Andes Peruanos y Bolivianos.

Esta planta es herbácea, anual; alcanza 1.50 metros de altura o más, como se observó en el presente trabajo; es glabra, es decir, desprovista de pelos; el tallo es erguido, anguloso, de color blanco verdoso o púrpura, según sea la variedad; ramificado; las hojas largamente pecioladas, tri angulares, ovaladas, de color blanco verdoso o púrpura, se gún sea la variedad; contiene gran cantidad de Oxalato de Calcio en cristales. Las flores son blancas, hermafroditas, reunidas en racimos alargados y compactos. El fruto está envuelto por el cáliz; semilla de episperma crustáceo, lisa lustrosa y rica en almidón, proteínas y minerales.

## REVISION DE LITERATURA

### 2.1 HISTORIA DEL CULTIVO DE LA QUINUA

Desde la más remota antigüedad las quinuas han sido cultivadas en la región Ando-Americana y su cultivo está íntimamente ligado a la civilización pre-incaica, o sea a la de Tiahumako, que floreció en la región del lago Titicaca. Es precisamente en esta región donde se encuentra el mayor número de variedades de quinua, lo que comprueba su centro de origen y que los Aimarás llamaban Bupbas. Garcilazo de la Vega (7) en su "Comentarios Reales" dice que la quinua, después del maíz, era el producto alimenticio de mayor importancia en el Imperio Incaico.

En excavaciones arqueológicas de los valles Calchaquí, Provincia de Salta, Bolivia, se ha extraído un disco de bronce de unos 10 cms. cuadrados, que representa la "Pacha Mama", diosa de la tierra, que sostiene en ambas manos espigas de quinua; esta placa pectoral seguramente era usada como amuleto propiciatorio para conseguir buenas cosechas de este grano alimenticio.

Alfonso de Candolla en su célebre obra "Origen de las plantas cultivadas" (7), dice que la quinua constituyó en esa época de la conquista, una de las bases principales en la alimentación de los indígenas de Nueva Granada, Perú y Chile.

### 2.2 AREAS DE CULTIVO

La quinua ha sido desde épocas prehistóricas, la base

de la alimentación humana en la región Ando-Americana, - debido a que el cultivo del maíz no es factible en una vasta extensión del gran altiplano, que abarca actualmente las regiones del noroeste argentino, Bolivia y Perú. Dada la zonificación vertical de dicho altiplano, que comprende 5 zonas climáticas distintas, donde las condiciones ecológicas especiales sólo permiten la producción de ciertos productos (7).

La primera zona, que alcanza hasta 1,600 metros sobre el nivel del mar y que se conoce con el nombre de "Valle Profundo" es favorable para todos los cultivos tropicales, como yuca, algodón, maíz, caña de azúcar, etc. La segunda zona conocida con el nombre de "Cabecera del Valle" se levanta a 2,500 metros de altitud, es propicia para los cultivos de zona templada como maíz, algodón, quinua, etc. La tercera zona, denominada "Puna" se alza a 3,000 metros, en ésta sólo son posibles los cultivos de quinua, patatas, aca y patata lisa. La cuarta zona comprende la región conocida con el nombre de "Puna Brava" que asciende a 4,700 metros sobre el nivel del mar; en esta zona sólo prosperan algunas variedades de quinua y la quinta zona, que comprende la región de las nieves perpetuas, donde de ningún cultivo es posible.

Dadas estas características de la zonificación vertical, donde por diversidad de clima y de suelo, sólo pueden prosperar determinados cultivos, por lógica se supone que los habitantes de la "Puna" no pueden cultivar el maíz, y por consiguiente, deben buscar otras plantas alimenticias para su subsistencia (7).

El área total de quinua sembrada en el Perú, fue relativamente estable desde 1956 a 1961, con aproximadamente 29,000 hectáreas, pero durante los últimos años, el promedio fue incrementado a 37,000 hectáreas (5).

Pese a que la quinua es producida intensamente en el Perú, las grandes extensiones de este cultivo sólo existen en tres departamentos: Puno, Cuzco y Huacavelica; los que produjeron el 82% de la producción en 1961 y representan el 83% del área total cultivada en el Perú; de las tres regiones, Puno es la más importante (5).

En Bolivia toda el área altiplánica se caracteriza por ser apta para este cultivo. Sus condiciones de rusticidad absoluta, hacen que se adapte a las condiciones más adversas de clima y de suelo; la salinidad es soportada admirablemente y de allí que su habitat natural esté delimitado en el área correspondiente a los departamentos de Potosí, Oruro y La Paz.

### 2.3 - CULTIVO DE LA QUINUA

La época de siembra de esta planta, varía con las condiciones climáticas de la región y principalmente con el régimen de lluvias, por lo que para Guatemala se deberán de determinar esas épocas.

Se reporta que el término medio de los suelos aptos para el cultivo de la quinua, tienen la composición mineralógica siguiente (7):

Espesor del Horizonte A . . . . .	30 cms.
Color . . . . .	Pardo amarillento
pH . . . . .	Ligeramente ácido
Arena gruesa . . . . .	57.96%
Arena fina . . . . .	28.98%
Arena total . . . . .	86.94%
Arcilla . . . . .	8.18%
Humus . . . . .	1.00%

## COMPOSICION QUIMICA

Azoe . . . . .	0.378%
Cal ( $CaO$ ) . . . . .	10.304%
Potasa ( $K_2O$ ) . . . . .	7.470%
Acido Fosfórico ( $P_2O_5$ ) . . . . .	1.153%
Acido Clorhídrico . . . . .	Vestigios

Este análisis comprueba que la quinua puede vegetar en suelos arenosos con poco humus y con bastante Cal y Potasa.

En cuanto a las condiciones climáticas, esta planta prospera bien desde climas subtropicales hasta climas fríos donde las temperaturas bajan a los  $-4^{\circ}C$ . A medida que aumenta la altitud, se requiere una variedad de quinua determinada (7).

Por ser esta planta susceptible a la humedad (7), en los primeros días de su desarrollo, es indispensable que al momento de la siembra posea el suelo suficiente humedad, esto se puede conseguir sembrando después de iniciadas las lluvias, pero si se tratare de siembras con regadillo, se debe de efectuar un riego previo a la siembra.

Se reporta (7) que cuando la humedad desciende del 15% en el suelo, la germinación es baja y se vuelve irregular, lo que repercute sensiblemente sobre el rendimiento, pues entre la humedad del suelo durante la siembra y el rendimiento, existe una relación directa.

### 2.3.1 SIEMBRA

La siembra se efectúa al voleo o en surcos distanciados 20 cms; cuando la siembra se efectúa al voleo, se necesita

un promedio de 20 kilos de semilla por hectárea. La profundidad a que se debe enterrar la semilla es de 5 centímetros, lo que se consigue pasando después de la siembra al voleo, una rastra si es mecanizado, o cubrir con un rastrillo en siembras a mano (7).

La germinación varía con las condiciones de humedad y temperatura, pero esta puede ocurrir entre los 3 y 15 días después de la plantación.

La cosecha se efectúa a los 120 días (7), pero ésta varía con las condiciones ecológicas de la región y aún más, con la época de siembra, como se pudo observar durante el presente trabajo.

### 2.3.3 FERTILIZACION

Son pocos e inconclusos los trabajos que sobre fertilización se han efectuado en esta planta, a pesar de tener ésta tales bondades nutricionales. Tal apatía se debe posiblemente a que las áreas donde se cultiva, en Sur América, es tan pobladas casi exclusivamente por indígenas carentes de medios para la adquisición de fertilizantes; por otro lado, debido a las condiciones topográficas de los Andes Peruanos y Bolivianos, el costo de transportación es elevado (9).

Datos experimentales (9) relativos a la reacción de la quinua con respecto a la aplicación de fertilizantes, son ambiguos e inconclusos; sin embargo, las pruebas de fertilización efectuadas en Junín y Puno en el Perú, en un promedio de 11 experimentos, demuestran cierto incremento en la producción hasta un nivel no mayor de 30 kilogramos de Guano de las Islas por hectárea; una aplicación mayor, ocasionó una disminución en el rendimiento en relación a la producción obtenida con los 30 kilogramos aplicados (ver

Cuadro No. 1).

En este experimento, los niveles de fertilización fueron suministrados como kilogramos de Nitrógeno por hectárea, pero realmente consistían en kilogramos de abono guano de las islas, necesarios para suministrar tal cantidad de Nitrógeno.

El rendimiento como consecuencia de todo esto, se debe a la reunión de los elementos constituyentes del guano en general, y no únicamente al Nitrógeno (4).



CUADRO No. 1 - Aumento de la producción de Quinua como resultado de la adición de unidades 30 Kgs. de Nitrógeno de dos fuentes proveedoras y aplicación en dos zonas (4)

Fuentes de Nitrógeno	Total Kgs. de Nitrógeno aplicado	Incremento en produc. por Ha. de los últimos 30 Kgs. de Nitrógeno añadido		Produc. incrementada por Kgs. de Nitrógeno no añadido a la última unidad	
		Junfn	Puno	Junfn	Puno
		Kgs/Ha	Kgs/Ha	Kgs.	
Abono	30	153	576	5.1	19.0
Abono	60	-202	-310	6.7	A/
Abono	90	-125	185	A/	6.2 B/
Guano de las Islas	30	335	525	11.2	17.5
Guano de las Islas	60	37	225	1.2	7.5
Guano de las Islas	90	390	-199	A/	A/

A/ = Los últimos 30 Kgs. de Nitrógeno añadidos, produjeron una disminución de la producción.

B/ = Aún considerando que los últimos 30 Kgs. de Nitrógeno ocasionaron un aumento en relación al nivel previo, el rendimiento total fue menor del obtenido con los 30 Kgs. primeros, luego no sería económico hacerlo a ninguna relación de precio del fertilizante y de la quinua.

### 2.3.3 PRODUCCION APROXIMADA

Los rendimientos que se incluyen en este párrafo, son únicamente de Perú y Bolivia que son los mayores productores de este grano y no se pueden tomar como absolutos, ya que son datos de cosechas de hace más de cuatro años y en la actualidad estos países han mejorado las variedades y los métodos de cultivo, así como también se ha incrementado el uso de fertilizantes apropiados.

En Bolivia (5) de acuerdo a los trabajos del Servicio Agrícola Interamericano a través de su División de Economía Agrícola que publicó un informe bajo el título de "Estimación de la Producción Agropecuaria" año Agrícola 1957-58, se tiene para la quinua una extensión cultivada total de 16,300 Has. correspondiendo al departamento de La Paz .. 6,600 Has. a Oruro 7,800, a Potosí 1,600 Has. y 300 anotadas para otros departamentos que no tuvieron investigación.

El rendimiento promedio en el año 1965-66 se calcula fue entre 900 a 1,000 Kgs. por hectárea (5).

En el Perú, los rendimientos que se reportan son variados y dependientes de los métodos de cultivo de las diferentes regiones y variedades empleadas; en (9) se reporta que pequeños agricultores con extensiones menores de 6 Has. y con métodos primitivos, cosechan de 70 a 900 Kgs. por hectárea y aquellos que usan los mejores métodos (fertilización, cultivo en hileras, preparación adecuada de la tierra, etc.) alcanzan 900 a 2,500 kilogramos por hectárea.

Las variedades usadas en el Perú (5) parecen determinar los rendimientos obtenidos como puede observarse en el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2 - Resultados del rendimiento de las diversas variedades de Quinua existentes en el Perú

Variedad	Año I	Año II (Kgs. / Has.)	Año III	Promedio	Mayor dif. anual
Blanca dulce de Puno	1531	1797	4194	2507	2663
Real de Puno	1275	1741	3819	2278	1544
Ccoyto de Puno	----	1315	3208	2268	1893
Amarilla de Puno	1154	1759	3138	2017	1984
Blanca de Huancayo	972	1917	3042	1977	2070
Rosa de Huancayo	567	1906	2458	1610	1891
Mayor diferencia de variedad	964	602	1736		

## 2.4 VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA

Numerosos análisis demuestran el alto valor nutricional de la semilla de quinua (1), (4), (7), (9) y estudios preliminares en este proyecto efectuados en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), lo corroboran.

Este valor alimenticio ha traído consigo, el interés de diferentes países por la compra de este producto (1) especialmente E. E. U. U. , quien se ha interesado por destinarla a la alimentación y su industrialización. Por los análisis efectuados en este país así como en el Perú, Bolivia, la Argentina, etc. , se deduce que el contenido de Proteína, Hidratos de Carbono y Grasa son superiores al de la mayoría de cereales, tales como trigo, cebada, maíz, etc.

El Cuadro No. 3, presenta la composición química de este grano, efectuado por los laboratorios de Quarter Master General de Chicago.

En los Cuadros Nos. 4 y 5, se presentan datos que dejan ver claramente la superioridad nutricional de la quinua, comparada con la mayoría de los cereales que el hombre consume; estos datos son tomados de cuadros de análisis presentados por Gorbitz (4), tomando como comparación las tablas de análisis de cereales de Morrison (8). Es de especial interés observar las cantidades de minerales y vitaminas existentes en la quinua y en el trigo (Cuadro No. 5) el cual se toma como comparación por ser uno de los cereales de más alto valor nutricional que el hombre consume.

CUADRO No.3 Composición química de la quinua (4).

Humedad	8,9 Gms. %
Proteína (N x 6,25)	13,0 "
Grasa	7,8 "
Cenizas	2,8 "
Hidratos de Carbono (por diferencia)	59,9 "
Calcio mg/100 g	162,9 "
Hierro mcg/g	136,9 "
Cobre mcg/g	8,3 "
Thiamina mcg/g	3,17 "
Riboflavina mcg/g	2,49 "
Niacina mcg/g	18,1 "

CUADRO No. 4 - Composición química de la quinua. (En gms. por ciento)

Componentes	Quinua	Trigo	Maíz	Arroz	Avena	Centeno	Cebada
Humedad	13.30	13.80	10.60	11.80	13.30	11.60	13.10
Cenizas	3.20	1.70	1.40	0.60	2.60	2.60	2.40
Calcio	0.63	0.42	0.30	0.01	x	x	x
Fósforo	3.30	3.44	3.77	0.10	x	x	x
Celulosa	2.90	2.00	1.40	0.20	8.70	1.70	3.40
Grasa	4.77	1.20	4.20	0.60	5.60	1.20	1.20
Carbohidratos	55.86	70.40	72.50	80.00	60.00	77.10	68.90
Proteínas	13.85	10.90	9.90	6.80	8.20	6.60	10.40

x = Contenido no informado.

CUADRO No. 5 - Cenizas, vitaminas y minerales contenidos en 100 Gms. de Quinua y Trigo

Componentes	Quinua	Trigo
Cenizas	3. 20 Gms.	1. 10 Gms.
Calcio	141. 00 mgs.	36. 00 Mgs.
Fósforo	449. 00 Mgs.	224. 00 Mgs.
Hierro	6. 60 Mgs.	4. 60 Mgs.
Carotenos	0. 00 Mgs.	0. 00 Mgs.
Thiamina	0. 32 Mgs.	0. 32 Mgs.
Riboflavina	0. 20 Mgs.	0. 08 Mgs.
Niacina	1. 60 Mgs.	2. 85 Mgs.
Vitamina C	8. 50 Mgs.	0. 00 Mgs.

## 2.5 PREPARACION INDUSTRIAL DE LA QUINUA

Los granos de quinua, antes de ser empleados en la alimentación, deben sufrir una preparación industrial previa, pues de lo contrario, es imposible consumirla por cuanto contiene una gran proporción de saponinas en el tegumento, que le dá un gusto amargo.

Para separar estas saponinas, es necesario, en primer lugar, lavar los granos con agua alcalinizada, que se prepara por medio de una lejía de cal al 10%; con esta agua de cal se lavan y frotan los granos repetidas veces, hasta que pierden sus saponinas, luego el grano se seca.

Una vez seco el grano, se procede a quitarle el tegumento, operación que se hace en morteros de piedra o madera, o en máquinas especiales, semejantes en su construc-

ción a las empleadas para mondar el trigo o matz (7).

## 2.6 LA QUINUA EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Las pruebas efectuadas por Cardozo y Bateman (3) trataron de precisar cuál era el efecto sobre los cerdos, de quinua sin lavar ni hervir. Estos mismos autores trataron de establecer la diferencia que había entre la quinua hervida, la quinua lavada y la adición de colesterol como posible elemento para contrarrestar los efectos tóxicos de la quinua sin hervir, en raciones de pollos.

Las conclusiones a que llegaron estos autores, fueron las siguientes:

1. Cerdos y pollos alimentados con quinua cruda deprimieron su crecimiento en comparación con grupos de crecimiento normal esperado de acuerdo al Consejo Nacional de Investigaciones Agrícolas de Estados Unidos.
2. Pollos alimentados con quinua cocida en la ración, como base proteica, realizaron aumentos de peso iguales a pollos alimentados con ración que contenía proteínas de origen animal.
3. La quinua posee un principio que deprime el crecimiento. Este principio está identificado con una saponina.
4. La saponina de la quinua puede eliminarse, posiblemente en forma parcial con la cocción. Los efectos de la saponina de quinua en los animales pueden ser aliviados con la adición de extracto de cerebro de cerdo.

De lo anterior se desprende que a pesar de ser la quinua un alimento altamente nutricional, estas bondades pue



den tener un efecto negativo en el crecimiento de los animales, si los efectos tóxicos no son eliminados mediante un proceso adecuado.

## 2.7 LA QUINUA EN LA ALIMENTACION HUMANA

Después de haber sido procesada la quinua para eliminar los compuestos tóxicos y las saponinas, en la forma descrita anteriormente, existen varias formas de prepararla, unas de las cuales se describen a continuación:

### 2.7.1 PREPARACION CULINARIA DE LA QUINUA (7)

Se pueden preparar muchos platos en los que se utiliza arroz, el cual puede ser reemplazado por la quinua con gran ventaja, tanto por su gusto como por su gran poder nutritivo.

Los indígenas ando-americanos usaban y usan el grano de quinua para preparar diversos platos; entre ellos el pan de quinua, que en Aymarás llaman "hupha ttautta"; la mazmorra, que se conoce con el nombre de "hupa uchachatra", la tortilla "huchathva" y, por último en sopa, que por lo general se llama "peske".

En la cocina universal, la quinua puede prepararse de la siguiente forma:

Sopa de quinua: Para utilizar la quinua en la sopa, ésta debe prepararse como se acostumbra, es decir, hirviendo la carne, verduras y patatas. Por separado se lava la quinua con agua templada y se agrega a la sopa, teniendo cuidado de removerla con frecuencia, para evitar que se formen grumosidades. Será suficiente hervirla para su coci-

miento media hora. La cantidad que se emplee, es, en término medio, de dos cucharadas por persona.

Croquetas de quinua: Para emplear la quinua en croquetas, primero se hierve la quinua y luego se le agrega un poco de sal. Una vez cocida, para lo cual se necesita más o menos media hora, se le quita toda el agua, pasándola por un colador de verduras; una vez fría, se le agregan dos huevos batidos, a los cuales se les añade una cucharada de queso rallado y dos de harina. En una sartén se derrite manteca al fuego y luego se fríen las croquetas hasta que tomen un color dorado. Se sirven calientes.

Pastel de quinua al pollo: Se hace hervir la quinua en agua con sal; una vez cocida, se deja enfriar. Por separado se baten cinco huevos, a los que se les agrega cinco cucharadas de harina, tres o cuatro de queso rallado, media taza de leche, un poco de pimienta, formando una pasta. Por otra parte, se tiene preparado un picadillo de pollo. En una sartén se coloca una cucharada de mantequilla o margarina, la que se derrite al fuego. En seguida, se espolvorea una cucharada de queso rallado y se extiende una capa delgada de la pasta de quinua, sobre la cual se extiende una capa de picadillo de pollo, la que se cubre con otra de quinua y se cuece al horno.

Buñuelos de quinua: Para la preparación de los buñuelos, se hierve la quinua en agua o leche, agregándole un poco de vainilla o canela, hasta evaporar el líquido, dejándola enfriar; por separado se baten tres huevos a los que se agrega tres cucharadas de harina, una cucharada de polvo de hornear y azúcar al gusto; se forma una pasta con la que se arman los buñuelos y se fríen en margarina o aceite bien caliente.

Crema de quinua: En una caerola se hervirá un litro de

leche con una barrita de canela o una cucharadita de vainilla, agregando azúcar al gusto. Por separado se lavan - cuatro cucharadas de quinua, se hechan en la leche, haciéndola hervir hasta que se espese, teniendo cuidado de moverla para que no se pegue a las paredes de la cacerola. Terminada la cocción, se pone en una fuente, donde se le dejará enfriar, espolvoréandola con azúcar, la que se quema con hierro calentado al rojo.

Existe en el Perú una creencia tradicional de que el consumo de la quinua hermosa el cutis; por lo que en aquel país, es un alimento preferido por las mujeres.

## 2.8 SUB-PRODUCTOS DE LA QUINUA:

Cuando la planta está en crecimiento, se pueden emplear las hojas para ensaladas y guisos. Los indígenas ando-americanos preparan con dichas hojas un plato de hortaliza que llaman "yuyo". En Francia, según Pailleux y Bois, (7) se hicieron ensayos de cultivos de quinua como sucedáneo de la espinaca. Con los tallos, hasta con las hojas de esta planta se prepara también una pasta alcalina, conocida con el nombre de "Llista" que masticada con las hojas de la coca, hace que el efecto estimulante de la misma aumente en considerable proporción.

## MATERIALES Y METODOS EN TRABAJOS AGRONOMICOS

### 3.1 SEMILLA

La semilla que se empleó en este proyecto, provino de Sur América; la variedad se desconoce, puesto que fue comprada en un mercado de Bolivia y no se obtuvo datos de su procedencia.

Esta semilla se sembró en la finca San Antonio Pachaitl, propiedad del INCAP, situada en el municipio de San Juan Sacatepéquez a una altura de 1,640 metros sobre el nivel del mar; en la zona ecológica Montano Bajo Tropical Húmeda (Holdridge) en los 14° 46' Latitud Norte y 90° 37' Longitud Oeste. Temperatura promedio 17.5° C. precipitación promedio 1,150 mm.

### 3.2 UBICACION DEL EXPERIMENTO

a) Estación experimental	Labor Ovalle
Ubicación	Olintepeque, Quezaltenango
Latitud Norte	14° 51'
Longitud Oeste	91° 30'
Altitud	2,407 metros
Zona ecológica (Holdridge)	Montano Bajo Tropical <u>Se</u> <u>ca</u>
Precipitación promedio anual	887.1 mm.
Temperatura promedio anual	12.5° C

	Humedad Relativa, pro- media anual	72%
b)	Estación experimental	"Bárcena"
	Ubicación	Villa Nueva, Guatemala
	Latitud Norte	14°31'
	Longitud Oeste	90°36'
	Altitud	1,311 metros
	Zona ecológica	Subtropical Seca
	Precipitación promedio anual	1,222 mm.
	Temperatura promedio anual	18.9° C
	Humedad Relativa, pro- media anual	75%
c)	Estación experimental	Chimaltenango
	Ubicación	Chimaltenango
	Latitud Norte	14°39'
	Longitud Oeste	90°49'
	Altitud	1,800 metros
	Zona ecológica	Montano Bajo Tropical - Seca
	Precipitación promedio anual	1,587 mm.
	Temperatura promedio anual	17.9° C.
	Humedad Relativa, pro- media anual	80%

### 3.3 METODOS EN TRABAJOS AGRONOMICOS

Este es un proyecto preliminar a otros más detallados, con el cual se pretende únicamente determinar:

- a) Si la quinua se adapta en Guatemala, en regiones similares a las de los países de Sur América en donde se cultiva este grano;
- b) Cuál es la región más indicada;
- c) Cuáles serían los rendimientos que se podrían obtener; y,
- d) Cuál sería el valor nutricional del grano.

El proyecto se llevó a cabo en las estaciones experimentales antes mencionadas. Previo a la plantación se tomaron muestras de suelo para determinar la fertilidad del lugar en donde se iba a efectuar el proyecto (Cuadro No. 6); el suelo en las tres estaciones se encontraba deficiente en fósforo (sólo se determinó N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y pH) en vista de tal deficiencia, se hicieron dos tratamientos, uno elevando los niveles de nutrientes mediante la adición de fertilizantes, a niveles que se juzgó conveniente (Nitrógeno 41 Kgs/Ha; Acido Fosfórico 104 Kgs/Ha y Potasa 41 Kgs/Ha); y el otro (testigo) sin fertilizar.

CUADRO No. 6 - Resultado del análisis del suelo en PPM

Estación experimental	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa	pH
Chimaltenango	16	14.0	200	7.0
Bárcena	32	12.2	200	6.4
Labor Ovalle	32	12.2	200	6.3

### 3.3.1 SIEMBRA

La siembra se efectuó al chorrillo en parcelas de 20 metros cuadrados; o sean cinco surcos de cuatro metros de largo, distanciados un metro. Cada tratamiento se replicó dos veces dejando un espacio de dos metros de calle entre tratamiento.

La siembra en las tres estaciones, se efectuó durante la primera quincena del mes de agosto; el día 5 en Labor Ovalle, el 13 en Bárcena y el 14 en Chimaltenango. Debido a que el régimen de lluvias en esta época disminuye; la germinación fue baja por lo que hubo necesidad de resembrar a los 10 y a los 20 días de sembrada la plantación, en las estaciones de Bárcena y Chimaltenango; en Labor Ovalle la germinación fue satisfactoria por lo que no se resembró.

Se considera, que la siembra no se efectuó en época adecuada para estas zonas debido a la escasez de humedad, pero en realidad se desconocía el ciclo de vida de las plantas y únicamente se tenía como base lo reportado en la revisión de literatura la cual indica 120 días (1) y la experiencia que se obtuvo en la finca del INCAP, en donde se sembró en la primera quincena del mes de agosto, con resultados satisfactorios.

Debido a las diferencias de edades de las plantas, ocasionadas por las resiembras, en las estaciones de Bárcena y Chimaltenango la plantación fue bastante heterogénea en cuanto a altura de las plantas, grueso de los tallos y ramificaciones, se refiere. En la estación Labor Ovalle, la plantación fue relativamente homogénea.

En las tres estaciones hubo necesidad de efectuar asperciones periódicas de insecticidas debido a que se notó que la planta de quinua es susceptible al ataque de la mayoría

de insectos que atacan a las plantas de frijol, tales como: Chicharritas del frijol (Empoasca sp.), Tortuguillas (Epilachna varivestis Muls) Doradillas (Diabrotica sp.), etc.

### 3.3.2 RECOLECCION DE SEMILLA

La recolección de semilla se efectuó en Bárcena a los 142 días de sembrada la plantación; en Chimaltenango, a los 150 y en Labor Ovalle no se recolectó debido a que no hubo producción de semillas; se supone que esto fue debido a las bajas temperaturas hasta cero grados centígrados que azotan esa región durante los meses de diciembre y enero, meses en que se efectuó la floración en esa estación experimental.

### 3.3.3 RENDIMIENTOS

Los rendimientos que se presentan en el Cuadro No. 7, están divididos en cuatro ya que hubo necesidad de clasificar las plantas en: Plantas grandes, medianas, pequeñas y plantas de color púrpura.

El criterio que se siguió para efectuar esta clasificación fue el siguiente:

Plantas grandes: plantas de mayor altura dentro de la población, mayor número de ramificaciones y tallos más gruesos.

Plantas medianas: plantas intermedias entre las plantas grandes y las pequeñas.

Plantas pequeñas: Plantas de peor apariencia física, menor tamaño, tallos delgados y pocas ramificaciones, pe-



ro sin incluir las plantas que se desarrollaron junto a las plantas grandes, producto de las resiembras y que crecieron a una altura no mayor de 50 centímetros.

Plantas púrpura: plantas de color púrpura que se presentaron en la población normal de color verde, en las tres estaciones experimentales.

El propósito de haber efectuado esta clasificación, fue el de poder estimar en una mejor forma, los rendimientos que se podrían obtener con plantas bien desarrolladas y el que se podría obtener en una población heterogénea.

## MATERIALES Y METODOS EN TRABAJOS DE ANALISIS QUIMICO

### 4.1 MATERIAL DE LABORATORIO

- a) Molino Wiley
- b) Tamiz No. 30
- c) Horno de vacio
- d) Aparato de Kjeldhal para determinación de Nitrógeno
- e) Condensador de Fibra Cruda marca Labconco
- f) Mufla
- g) Columnas para reflujo
- h) Pipetas, erlenmeyer, balones, etc. de diferente capacidad.
- i) Autoclave
- j) Balanza analítica
- k) Medios de cultivo para determinación de Aminoácidos por métodos microbiológicos
- l) Titulador automático para determinación de Aminoácidos.

### 4.2 METODOS DE ANALISIS

Para las determinaciones de Humedad, Grasa y Fibra Cruda, se siguieron los métodos de análisis descritos en el "Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists", 8a. Ed. 1955.

Para la determinación de Proteína (Nitrógeno por 6.25), se siguió el método de análisis descrito por "Hamilton & - Simpson", Talbot's Quantitative Chemical Analysis, 9th. -

Ed. pp. 355-59. The Macmillan Co. N.Y., 1947.

Para la determinación de Aminoácidos, se emplearon los métodos de análisis (Métodos Microbiológicos), descritos en "Métodos de Análisis de Laboratorio" Volumen I, Análisis de Alimentos, febrero 1964, publicado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, (INCAP).

## RESULTADOS EN TRABAJOS AGRONOMICOS 237

Los datos de rendimiento, únicamente se pudieron tomar en dos de las tres estaciones experimentales en donde se desarrolló este proyecto; esto fue debido a que en la estación Labor Ovalle situada en Olintepeque Quezaltenango, no hubo producción de semilla.

El Cuadro No. 7 contiene los datos de los rendimientos de quinua que se obtuvieron en las estaciones experimentales de Bárcena y Chimaltenango. Como puede observarse, la capacidad rendidora de las plantas que se desarrollaron a mayor altura y de aspecto más vigoroso, es alto y aún tomando el rendimiento promedio de la población de plantas fertilizadas de la estación experimental de Chimaltenango como base; es muy posible obtener rendimientos de 6,400 kilogramos de semilla por hectárea.

Con base a estos rendimientos, se puede concluir, que la planta de quinua se adapta y se desarrolla satisfactoriamente a las regiones de Guatemala en donde se recolectó semilla y esto hace pensar que los rendimientos serían mayores a los obtenidos en Sur América, lugar de donde es originaria esta planta. Esto es muy posible si consideramos que en la revisión de literatura se reporta como altura normal de las plantas 1,50 metros (7) y el promedio general de las plantas fertilizadas pasa de 1,80, habiendo llegado a medir las plantas grandes, más de dos metros.

## VI

### RESULTADOS EN TRABAJOS DE ANALISIS QUIMICO

Los resultados del análisis químico presentados en los Cuadros Nos. 8 y 9 corroboran el alto valor nutritivo reportado por diferentes autores (1, 2, 4, 7, 9).

La cantidad de proteína, superior a lo reportado en la revisión de literatura, puede deberse a que en la actualidad, se cultivan variedades de quinua superiores en valor nutricional y rendimiento.

La determinación de algunos Aminoácidos, se efectuó con el propósito de evaluar la calidad de proteína habiéndose corroborado que es de excelente calidad y que posee en cantidades adecuadas los aminoácidos esenciales que en la mayoría de los granos de consumo humano escasean; tal el caso de Lisina y Triptofano en el maíz y Metionina en el frijol.

El Cuadro No. 10 se presenta como plano de comparación de la cantidad de proteína y lisina existentes en la quinua, el maíz común y el maíz Opaco-2, en la cual se ve claramente la superioridad de la quinua con respecto a los otros dos.

## VII

### DISCUSION DE RESULTADOS

La adaptabilidad de esta planta en las tres regiones en donde se llevó a cabo este proyecto, fue satisfactorio en cuanto al aspecto físico de las plantas se refiere. Cabe mencionar que aunque en la estación experimental Labor Ovalle situada en Olinstepeque Quezaltenango, no se recolectó semilla, fue en esta estación en donde tenían mejor aspecto físico las plantas y en donde fue menos afectada por el ataque de insectos y otras plagas. La falta de producción de semillas pudo deberse únicamente a las bajas temperaturas durante la floración.

Los rendimientos obtenidos, deben tomarse como rendimientos relativos, ya que la densidad de siembra efectuada durante este proyecto, fue distinta a la empleada en los países productores de este grano (al chorrillo en surcos distanciados 20 centímetros o al voleo empleando 20 kilos de semilla por Hectárea).

En cuanto al valor nutritivo del grano de quinua, se comprobó su alto valor mediante los análisis químicos y se comprobó que la quinua cultivada en Guatemala durante el presente proyecto, no alteró su alto valor nutritivo ni su calidad proteica y sobrepasó los valores reportados en la revisión de literatura.

## VIII

### CONCLUSIONES

1. La planta de Quinua es adaptable en las zonas ecológicas de Guatemala en donde se desarrolló este proyecto.
2. Los rendimientos obtenidos son satisfactorios.
3. La semilla que se cosechó y se analizó, es altamente nutritiva.
4. Debe de investigarse las posibilidades de adaptación en otras zonas de la república, empleando diferentes variedades.
5. Deben de efectuarse estudios sobre las mejores épocas y distancias de siembra, niveles de fertilización y control de plagas.

CUADRO No. 7 - Rendimiento de Quínoa obtenido, expresado en gramos.

Ubicación	Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Bárcena	Fertilizado	2,675	1,871	370	1,078	6,027	12,021	63.94	3,003
Bárcena	Testigo	1,737	799	251	358	4,920	8,065	36.33	2,018
Chimaltenango	Fertilizado	2,500	1,001	103	576	8,599	12,779	69.83	3,203
Chimaltenango	Testigo	1,231	877	60	258	5,527	7,958	42.78	1,991

CLAVE

- I. Rendimiento de 10 plantas grandes
- II. Rendimiento de 10 plantas medianas
- III. Rendimiento de 10 plantas pequeñas
- IV. Rendimiento de 10 plantas medianas color púrpura
- V. Rendimiento de Resto de la población.
- VI. Rendimiento de total en 40 metros cuadrados
- VII. Rendimiento promedio por planta
- VIII. Rendimiento posible en kilogramos por hectárea.



CUADRO No. 8 - Resultado del análisis proximal efectuado en Quinua.  
(Gramos por ciento)

Material	Tratamiento	Humedad	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Nitrógeno	Cenizas
Sem. original (de Bolivia)	---	11.07	8.28	3.06	17.27	2.84	4.29
Sem. cosechada en finca del INCAP	---	10.78	6.68	2.82	18.60	2.98	3.50
Sem. cosechada en Bárcena	Fertilizado	11.30	7.78	3.38	18.15	2.90	4.71
Sem. cosechada en Bárcena	Testigo	11.00	7.86	3.93	18.09	2.89	2.81
Sem. cosechada en Chimal tenango	Fertilizado	11.50	7.23	3.62	18.42	2.95	2.71
Sem. cosechada en Chimal tenango	Testigo	11.60	7.35	3.39	18.21	2.91	3.05

NOTA: Los datos están expresados en base seca.

CUADRO No. 9 - Resultados de la determinación de Aminoácidos  
(Gramos/16 Gms. de Nitrógeno)

Material	Tratamiento	Humedad	Nitrógeno	Triptofano	Lisina	Metionina	Cistina	Tirosina
Sem. original (de Bolivia)	---	11.07	2.84	1.425	7.853	1.437	1.206	2.231
Sem. cosechada en finca del INCAP	---	10.78	2.98	0.980	7.581	1.395	1.203	2.121
Sem. cosechada en Bárcena	Fertilizado	11.30	2.90	0.783	6.488	1.528	0.833	1.975
Sem. cosechada en Bárcena	Testigo	11.00	2.89	0.847	5.160	1.428	0.797	1.954
Sem. cosechada en Chimaltenango	Fertilizado	11.50	2.95	0.949	6.199	1.524	0.748	2.131
Sem. cosechada en Chimaltenango	Testigo	11.60	2.91	0.891	5.157	1.506	0.847	1.748

CUADRO No. 10 - Cantidades de proteína en gramos por ciento y lisina en gramos por 16 gramos de Nitrógeno, en semilla de Quinua, maíz amarillo y maíz opaco - 2.

Material	Humedad	Nitrógeno	Proteína	Lisina
Quinua fertilizada cosechada en Bárcena	11.30	2.90	16.10	6.49
Maíz amarillo	11.00	1.16	7.25	3.60
Maíz opaco - 2	11.00	1.67	10.44	4.60

\* Análisis efectuados en el INCAP.

## BIBLIOGRAFIA

1. ARMAZA, FILIBERTO S. "La Quinua y sus posibilidades de comercialización". La Paz, Bolivia. Ministerio de Agricultura, Agricultura Boliviana No. 2, 1966.
2. CALZADA BENZA, JOSE. "Variedades de Quinua recomendables para los sembríos de la sierra". Lima, Perú, Dir. Gral. de Agricultura; Depto. de Planes Experimentales. Bol. Informativo No. 30, 1951.
3. CARDOZA, ARMANDO y J.V. BATEMAN, "La Quinua en la Alimentación Animal". Turrialba, C.R.: IICA/OEA, TURRIALBA, Abril - junio 1961.
4. GORBITS, ADALBERTO y ROBERTO DE LA FUENTE LUNA, "Estudios sobre la Quinua en el Perú", Lima, Perú, Ministerio de Agricultura. Circular No. 72. - 1957.
5. LIMA, PERU; INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION. "Boletín de Estadística Peruano". 1962.
6. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA. "Tabla de composición de alimentos para uso en la América Latina". INCAP-ICNND. Guatemala, 1961.
7. MINLZER, MIGUEL J. "Las Quinuas-Dos plantas de fruto alimenticio de la región Ando-Americana". La Hacienda. 1937.
8. MORRISON, FRANK B. "Alimentos y alimentación -

del ganado". 21 Ed. Trad. por: José Luis de la Loma, México UTHEA, 1951. Tomo II.

9. WHITE, Y. K. Y LUQUE. "Capacidad de la Quinoa - para competir en gastos de consumo y recursos agríco - las". Perú, División de Experimentación. Informe es - pecial No. 17. Estación Experimental, La Molina. Pe - rú, 1965.

V°. B°.

f) Palmira R. de Quan  
Bibliotecaria

f) Br. Mario Fernández Liquidano  
Sustentante

V°.B°.

f) Lic. Oscar Nery Sosa Sandoval  
Asesor

Imprfmase:

f) Ing. René Castañeda Paz  
Decano

Se terminó de imprimir el 27 de octubre de 1969  
en El Centro de Producción de Materiales de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala.  
Una tirada de 100 ejemplares.

Ciudad Universitaria,  
Zona 12  
Guatemala, Centroamérica.

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Libro No. 154

Orden No. 316

Centro de Producción de Materiales

Universidad de San Carlos de Guatemala