

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA QUINUA
(Chenopodium quinoa Willd.)

Por

LIBARDO BURGOS REVELO y
JOSE OVIDIO ZUÑIGA RUALES

* Las ideas y conclusiones aportadas en la
Tesis de Grado son de responsabilidad ex-
clusiva de sus autores. *

Tesis de grado presentada como requisito
Art. 1 del parcial para optar al título de
excmde del Honor Ingeniero Agrónomo de
La Universidad de Nariño.

Gonzalo Palomino-Ortiz, I.A.
Presidente de Tesis

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA
PASTO - COLOMBIA

1966

" Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado son de responsabilidad exclusiva de sus autores. "

Art. 1 del Acuerdo Nº 324 de 1966 (Oct. 11) emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

A mi padre

A mis hermanas

Jose Emilio Salgado S.

Los autores expresan sus agradecimientos:

A Carlos López Fabón, I. Quím.

A Antonio Vaigarro, I. A.

A Antonio Arias, I. A.

A Francisco Cortés,

A Beatriz Palomino,

A los propietarios de las fincas en donde se

realizaron los experimentos Libardo Burgos R.

A las personas que en una u otra forma colaboraron
en el desarrollo de este trabajo.

A mi madre

A mis hermanos

José Ovidio Zúñiga R.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
Capítulo 1 - Introducción	1
Capítulo 2 - Revisión de Literatura	3
Los autores expresan sus agradecimientos:	3
B - Datos de origen y área de cultivo	6
A Carlos López Pabón, I. Quim.	7
C - Análisis de la planta	7
A Antonio Unigarro, I. A.	9
D - Clima	9
A Antonio Arias, I. A.	11
E - Suelo	11
A Francisco Cortés.	11
F - Preparación del terreno	11
A Beatriz Palomino.	12
G - Siembra	12
A los propietarios de las fincas en donde se realizaron los experimentos.	13
H - Labores culturales	13
I - Vinas y enfermedades	14
A las personas que en una u otra forma colaboraron en el desarrollo de este trabajo.	14
J - Cosecha	14
K - Beneficio	15
L - Análisis químico y valor nutritivo	16
M - Molinería y panificación	18
Capítulo 3 - Materiales y Métodos	19
I - Descripción de variedades	19
II - Comportamiento de variedades	19
III - Determinación de humedad, proteínas, grasas, hidratos de carbono y sales minerales, de las variedades Chancha Dulce y Amarga	20
IV - Costos de producción	21

CONTENIDO

Página

Capítulo 4 : Resultados y Discusión	25
<u>Página</u>	
Capítulo 1 - Introducción	1
Capítulo 2 - Revisión de Literatura	23
A - Historia	3
B - Centro de origen y área de cultivo	6
C - Botánica de la planta	7
D - Clima	9
E - Suelos	11
F - Preparación del terreno	11
Capítulo 3 - G - Siembra	12
Capítulo 4 - H - Labores culturales	13
Capítulo 5 - I - Plagas y enfermedades	14
Capítulo 6 - J - Cosecha	14
K - Beneficio	15
L - Análisis químico y valor nutritivo	16
M - Molinería y panificación	18
Capítulo 3 - Materiales y Métodos	19
I - Descripción de variedades	19
II - Comportamiento de variedades	19
III - Determinación de humedad, proteínas, grasas, hidratos de carbono y sales minerales, de las variedades Chaucha Dulce y Amarga	22
IV - Costos de producción	23

	<u>Página</u>
Capítulo 4 : Resultados y Discusión	25
1 - Estudio de Variedades	25
A. Descripción de variedades	25
B. Comportamiento de variedades	26
C. Rendimiento	34
D. Determinación de humedad, proteínas, grasas, carbohidratos, calcio y fós- foro de las variedades Chaucha, Dul- ce y Amarga	41
2.- Costos de producción	44
Capítulo 5 - Conclusiones	48
Capítulo 6 - Resumen	50
Capítulo 7 - Apéndice	52
Capítulo 8 - Bibliografía citada	54

ILUSTRACIONES

	<u>Página</u>
Figura 1 - Producción de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga, en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces	38
Tabla I - Condiciones climáticas de las zonas de experimentación	28
Tabla II - Análisis físico-químico de los suelos	28
Tabla III - Período vegetativo en días de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga	30
Tabla IV - Aspectos agronómicos y accidentes de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces	33
Tabla V - Rendimiento de las variedades en la zona de Cujacal (Kgrs/parcela)	35
Tabla VI - Análisis de variación de los rendimientos de las variedades de quinua en la zona de Cujacal (Kgrs/parcela)	35
Tabla VII - Rendimiento de las variedades en la zona de Moechiza en Kgrs/parcela de 15.60 m ² y por hectárea	36
Tabla VIII - Análisis de variación de los rendimientos de las variedades de quinua en la zona de Moechiza (Kgrs/parcela)	36

COMPLEMENTOS AL REPORTE DE LA QUINUA		<u>Página</u>
Tabla IX - Rendimiento de las variedades en la zona de Las Cruces en Kgrs/parcela de 15,60 m ² y por hectárea		37
Tabla X - Análisis de variación de los rendimientos de las variedades de quinua en la zona de Las Cruces (Kgrs/parcela)		37
Tabla XI - Análisis del grano de las variedades Chauscha, Dulce y Amarga		42
Tabla XII - Estimativos de costos de producción y rendimientos por hectárea del cultivo de quinua		46

El cultivo de la quinua es muy importante en las regiones frías, pero se está desplazando poco a poco por cultivos forrajeros como el trigo y la cebada. Hasta tal punto que en Colombia está restringido al sur del departamento de Boyacá, en donde se siembra en forma rudimentaria, solo a un nivel, aún con otros cultivos, especialmente el maíz.

(*) Toda quinua que se produzca en el departamento de Boyacá, en la provincia del I. A. Comandante Insuza-Gutiérrez, a quinua que se produzca en el departamento de Boyacá.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA QUINUA

(Oenopodium quinoa Willd.) (*) a rendimiento y adaptación a diferentes condiciones ambientales. Para la mayor parte del pueblo colombiano el cultivo y el valor alimenticio de este grano son completamente desconocidos. Los orga-

Por

Libardo Burgos Revelo y

José Ovidio Zúñiga Ruales

Capítulo 1 : INTRODUCCION

El Departamento de Nariño ha figurado en el panorama nacional como esencialmente agrícola y de su explotación depender un grupo de variedades de quinua existentes en el de la subsistencia de un alto porcentaje de personas. Sin embargo, los cultivos verdaderamente productivos están localizados en las regiones cálidas y templadas. En las regiones frías, salvo papa y hortalizas, no existen cultivos de verdadero valor económico.

El cultivo de la quinua fue muy importante en las regiones frías, pero ha sido desplazado poco a poco por cultivos foráneos como el trigo y la cebada, hasta tal punto que en Colombia está restringido al sur del Departamento de Nariño, en donde se siembra en forma rudimentaria, sola o en asociación con otros cultivos, especialmente el maíz.

La técnica de este cultivo no ha logrado evolucionar en

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del I.A. Gonzalo Palomino-Ortiz, a quien los autores expresan su gratitud.

nuestro medio con el transcurso de los años, ni en mecanización, ni en utilización de variedades de buen rendimiento y adaptación a diferentes condiciones ambientales. Para la mayor parte del pueblo colombiano el cultivo y el valor alimenticio de este grano son completamente desconocidos. Los organismos de investigación y fomento no han dedicado esfuerzo alguno para la reivindicación y mejoramiento de tan valioso pseudocereal.

Junto con el maíz y la papa, la quinua fue uno de los cultivos básicos de los indios. Este trabajo tiene como objetivos estudiar, describir y comparar un grupo de variedades de quinua existentes en el Departamento de Narino; observar su comportamiento y posibilidades económicas en las zonas de El Cujacal, Municipio de Pasto; Moechiza, Municipio de Yacuanquer; y Las Cruces, Municipio de Ipiales. Así mismo, determinar las cantidades de proteínas, grasas, carbohidratos, fósforo y calcio de cada variedad y establecer si, desde el punto de vista económico, es factible llevar a cabo cultivos extensivos.

Con este estudio se pretende contribuir a la diversificación de la economía agrícola, al conocimiento de su cultivo en diversos aspectos y a despertar interés por su desarrollo, ya que por su alto contenido en proteínas, grasas, carbohidratos, calcio y fósforo, ayudaría a balancear la dieta alimenticia humana exigente en esta clase de productos: valiosos en su poder alimenticio pero de un bajo costo de inversión. El trabajo se efectuó durante el período comprendido entre el 22 de Febrero de 1966 y el 20 de Enero de 1967.

Capítulo 2 : REVISION DE LITERATURA

A - Historia

La quinua se cultivaba en los Andes Ecuatoriales, especialmente en Perú y Bolivia. Después el cultivo se extendió desde la Isla de Chilofé en Chile, hasta La Sierra Nevada de Santa Marta y, aún, hasta los Andes Venezolanos (14).

Junto con el maíz y la papa, la quinua fue uno de los cultivos más importantes en América del Sur. Cuando los españoles llegaron al continente el cultivo estaba ampliamente difundido en los Andes Ecuatoriales. Las estadísticas del imperio incaico demuestran que constituía la segunda cosecha del imperio, y figuraba entre los tributos comunes que el inca recibía del pueblo y guardaba en los graneros, para luego repartirlo entre sus súbditos de acuerdo a sus necesidades (14).

Cobo (7), afirma que en las Indias encontró el maíz, la quinua y el chian, considerando a la quinua como el prototipo de los seudocereales americanos, de gran importancia para la alimentación. Los indígenas comían las hojas en ensaladas, y del grano preparaban múltiples recetas: kispíña, chicha, tortillas, arepas, etc. Elaboraban jabón que utilizaban para asear sus cuerpos y lavar sus ropas. Las cenizas del tallo mezcladas con arcilla las empleaban para masticar la coca.

Fray Reginaldo de Lizarraga, citado por Hunziker (15), afirma que el cultivo adquirió importancia especialmente entre

los indios que habitaban los páramos altos, debido a que resiste las heladas y crece donde el maíz y la papa no lo hacen.

Vasco de Guevara fundó en el Perú, en el año de 1881, una ciudad que denominó Quinua en memoria de la preciosa simiente (13). Así mismo, Vergara Martín (32), sostiene que en esta región habitaban los indios Quinuas, llamados así seguramente por utilizar el grano en forma preponderante.

En Bolivia tenía tanta importancia en la alimentación indígena que, en honor a su cultivo, se organizaban festividades. La siembra era iniciada por el jefe de la tribu quien abría el primer surco con un azadón de oro (5).

En el Ecuador ha sido un grano básico para la alimentación antes y después de la conquista española; hasta entonces ocupó el segundo lugar, superado únicamente por el maíz (10).

Fray Alonso Zamora, citado por Berro (1), anota que en Colombia, en la Sabana de Bogotá, había cultivos de quinua en el año 1700 y se la utilizaba en medicina y alimentación.

Cieza de León, citado por Hunziker (14), afirma haberla encontrado en el año 1553 en las regiones comprendidas entre Pasto y Quito, donde se la comía guisada como arroz.

En el Departamento de Naríño se encuentra en los Municipios de Ipiales (secciones de Yanalá, Las Cruces y San Juan), Córdoba y Puerres, ocupando hasta hace pocas décadas los pri-

meros lugares entre los cultivos. Narran los habitantes que siempre ha constituido la fuente principal de la alimentación (+). resultados obtenidos.

Las relevantes cualidades alimenticias de este grano hicieron que los europeos la introdujeran a diversos países.

Garcilaso, el gran cronista de las Indias, intentó aclimatársela en Europa, en el año 1590, sin lograrlo. Doscientos años más tarde, en 1779, Dombey en Francia y Bryant en Alemania, ensayaron cultivos en zonas montañosas (8).

Los chibchas (Colombia), de donde posteriormente pasó al Perú y Bolivia.

Durante el siglo pasado el interés por la planta volvió a manifestarse. En esa época, Lambert en Inglaterra en el año 1839, Morrin en Bélgica en el año 1849, y Vilmorin en Francia, hicieron experimentaciones pero con poco éxito. En Noruega tuvo aceptación pero no para aprovechar el grano sino sus hojas como verdura (16).

Escocia y los Países Bajos intentaron aclimatársela sin resultados positivos. Alemania no cesó en su empeño y estableció sus adaptaciones que quedaron interrumpidas con la primera guerra mundial; para evitar la extinción de la preciosa semilla el gobierno ordenó a la Oficina Central para el Aprovechamiento del País, en el año de 1916, comprar y almacenar la mayor parte de las cosechas para ser utilizadas como semilla (16).

(+) Revelo, S. y R. Chamorro. Información personal.

Pérez Arbeláez (14), afirma haber enviado semilla a Rusia y Canadá para su aclimatación, ignorándose hasta el momento los resultados obtenidos.

B - Centro de origen y área de cultivo

Hunziker (14), afirma que la quinua es originaria de las regiones montañosas de los Andes Ecuatoriales, principalmente de Perú y Bolivia. Sin embargo, De Candolle y Vavilov, citados por Bukasov (2), aseveran que el cultivo se inició entre los chibchas (Colombia), de donde posteriormente pasó al Perú y Bolivia.

El cultivo se encuentra distribuido en las siguientes áreas:

Argentina : en las provincias de Salta, Jujuy y Quichu se cultiva en pequeñas parcelas, intercaladas con papa y maíz, o bordeando estos mismos cultivos en zonas situadas a más de 3.600 metros (m.) de altura. En 1938 su cultivo ocupaba 300 hectáreas (Ha.) (23).

Bolivia : este cultivo es de gran importancia en los altiplanos bolivianos y hasta el año de 1954 ocupaba una superficie de 32.400 Ha. Está considerado entre los ocho principales cultivos y existe en los Departamentos de La Paz (Provincia Omasuyos), Oruro (Provincia Carangas), Cochabamba (Provincia Tapacari), y Potosí (Provincia Charcas), áreas situadas entre los 3.700 a 4.000 m. de altura (3).

Colombia : durante el período de investigación se encontró que existe en el Departamento de Nariño únicamente en los municipios de Ipiales, Puerres, Córdoba y Pupiales. Ocupa una extensión de 20 Ha.

Chile : el cultivo ha decaído últimamente. Se la encuentra intercalada con el maíz o en pequeñas parcelas, en las provincias de Curicó y Concepción (16).

Ecuador : según Gonzenbach (10), el indígena ecuatoriano ha encontrado de gran importancia este producto alimenticio, especialmente en las provincias del Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua y Bolívar.

Perú : en esta región ha cobrado importancia debido a la Campaña de Quinua establecida por el gobierno, y al interés demostrado por las instituciones de investigación. Se encuentra establecido en los departamentos de Puno, Junín, Jauja y Cajamarca. En 1956 ocupó el octavo lugar entre los cultivos existentes y una extensión de 3.600 Ha. (11).

C - Botánica de la planta

Uribe (30), clasifica la planta así:

Reino : Vegetal

Phylum : Spermatophyta

Clase : Dicotiledóneas

Orden : Centrospermales

Familia : Chenopodiaceae

Género : Chenopodium

Especie : Chenopodium quinua Willdenow

Sinónimos : quinua, quinoa, arrocillo, arroz inca, suba.
 Descripción de la especie : varios autores (3, 10, 19, 23, 24, 25), describen la especie de la siguiente manera :

La quinua es una planta herbácea anual, de altura variable entre 1.00 y 2.50 m.

Las raíces son fibrosas, muy ramificadas, ocupan un gran volumen en la capa superficial del suelo y profundizan hasta 25 centímetros (cms.).

El tallo es muy ramificado desde la base, de forma angular, de color amarillento, rojizo o rojizo amarillento, de consistencia leñosa en la periferia, en su interior encierra un tejido blando constituido por celulosa casi pura.

Las hojas son algo gruesas y carnosas, trinervadas, con ápice redondeado o agudo, recubiertas, sobre todo en el envés y cuando son jóvenes, de pelos blancos. Miden de 3 a 15 cms. de largo por 2 a 8 cms. de ancho. Tiene formas diferentes según la posición : las inferiores y medias rómbicas, o acovadas rómbicas, o acovadas triangulares, bastante o poco sinuosas, raras veces enteras; las superiores lanceoladas o deltoideas lanceoladas, enteras o uniauriculares a cada lado. Pecíolo de 2.5 a 5.5 cms. de largo.

Tiene inflorescencias cimosas en compactos racimos piramidales provistas de hojuelas elípticas, angostas y de borde casi entero. De la axila de cada hoja nace un racimo.

Las flores son pediceladas isostémonas, femeninas y hermafroditas, predominando las segundas. Perigonio con 5 lóbulos de 2.2 a 3.0 milímetros (mm.) de diámetro en las hermafroditas y de 1.9 a 2.1 mm. en las femeninas. Tiene 5 estambres opuestos a los pétalos con filamento en forma de cinta hasta de 2 mm. de largo, unidos en la base formando un anillo extenso, de 0.5 mm. de ancho sobre el cual descansa el pistilo. Anteras dorsifijas iguales en longitud y anchura, miden de 4 a 6 décimos de mm. Estilo dividido en dos ramas casi hasta su base, cada uno de los cuales termina en un estigma cilíndrico. Ovario súpero, campiló tropo, con dos ramas estigmáticas y con un sólo óvulo.

El fruto recubierto en parte por el perigonio ocrecente con el pericarpio blancuzco, blanco amarillento o rojo ladrillo. Semilla con forma cilíndrica con base ligeramente esférica, con bordes subredondeados o afilados, caras ligeramente convexas, la inferior con una prominencia central, miden de 1.5 a 2.5 mm. de diámetro por 0.7 a 1.3 mm. de altura. Embrión anular, de color amarillento, rodea al núcleo de color blanco. Cubriendo al embrión se encuentra una capa de saponina (jabón) que le imprime un sabor amargo.

D - Clima

La quinua tiene un margen de cultivo bastante amplio, no obstante, necesita de condiciones ecológicas particulares (4).

Altitud.- Por su rusticidad, la quinua se adapta a diferen-

tes alturas: desde los 500 hasta los 4.100 m., sobre el nivel del mar. Se consideran como regiones óptimas para el cultivo las comprendidas entre los 2.550 y 3.500 m. sobre el nivel del mar (5).

Temperatura.- Soporta una amplia gama de temperaturas, desde los -3°C hasta los 24°C , siendo la óptima la comprendida entre 10 y 14°C (5). Según Montenegro (22), y Portilla (25), la planta es muy resistente a las bajas temperaturas. Pérez (24), afirma que esta resistencia es mayor en aquellas plantas que presentan coloraciones rojizas por la presencia de antocianinas, elemento que permite la mejor conversión de los rayos lumínicos en caloríficos. Pulgar (26), concluye que la altura sobre el nivel del mar y la temperatura determinan la duración del período vegetativo.

Precipitación.- La quinua necesita de 300 a 800 mm. de precipitación pluvial, distribuidos durante su período vegetativo, exigiendo mayor cantidad en la época de fructificación (18). Sin embargo, Pulgar (26), asegura que puede soportar breves sequías y encharcamientos. Según Portilla (25), la presencia de glándulas de oxalato de calcio en las hojas hace que pueda aprovechar fácilmente la humedad del aire y del suelo.

Vientos.- Portilla (25), opina que el principal enemigo meteorológico de la quinua es el viento, el cual produce volcamiento de las plantas causando pérdidas por los siguientes

aspectos: a) al quedar en contacto con el suelo húmedo los granos se germinan; b) se dificultan la recolección y trilla, y c) la calidad disminuye.

E - Suelos

Según Martínez (17), la quinua prospera en suelos de texturas variadas, sin embargo, prefiere los de textura mediana o liviana, de estructura granular y bien drenados. No prospera bien en terrenos arcillosos húmedos. El suelo ideal para cultivar la quinua es aquel que posee las siguientes características:

Textura	: Franco arcilloso
pH	: 6.5
Materia orgánica	: 3.00%
Nitrógeno total	: 0.15%
Fósforo	: 6 Kgrs/Ha.
Potasio	: 245 Kgrs/Ha.
Calcio	: 4000 Kgrs/Ha.

La planta es exigente en potasio y calcio, no así en nitrógeno y fósforo.

F - Preparación del terreno

La preparación del terreno está determinada por los siguientes factores: topografía del terreno, condiciones económicas y facilidades del agricultor. Los terrenos con topo-

grafía pronunciada se preparan con arado de chuzo tirado por bueyes. En suelos planos se utiliza la maquinaria agrícola (12).

Cuando la preparación se hace con bueyes en terrenos sin roturar, se dan dos y hasta tres pasadas, dependiendo de su estado; posteriormente se suministran las rastrilladas necesarias, hasta que el suelo quede mullido. Si el terreno es barbecho, una arada y dos rastrilladas son suficientes. La arada se realiza a una profundidad de 15 a 20 cms. La preparación se inicia un mes antes de la siembra, rastrillándose a los 15 días siguientes (12).

G - Siembra

Epocas de siembra : Pulgar (25), cree que las siembras se llevan a cabo al terminar el verano o a principios de los meses lluviosos, teniendo en cuenta que la época de floración no coincida con los meses de heladas frecuentes, pues si bien la planta no se hiela, disminuye su floración. En el Departamento de Nariño, Municipio de Ipiales, se siembra a fines de Septiembre y a principios de Octubre, a fines de Enero y primeros días de Febrero.

Sistemas de siembra : Martínez (18), dice que los sistemas de siembra se encuentran establecidos de acuerdo con la topografía del terreno, tenencia de la tierra y capacidad económica del agricultor. Existen tres sistemas: localizado, al

voleo y a chorrillo.

Cuando se siembra intercalada o en parcelas pequeñas o en terrenos con pendiente mayor del 75%, se emplea el sistema localizado (a golpe) el cual se realiza abriendo, con un palo agudo en uno de sus extremos, un hueco en cuyo fondo se deposita la semilla, tapándola con el pie.

El sistema al voleo se realiza regando a mano la semilla sobre el terreno y tapándola con la ayuda de azadones, arados de chuzo o rastras de madera, accionados por fuerza humana o animal.

El sistema a chorrillo se lleva a cabo en terrenos planos, mediante el uso de maquinaria adaptada para el efecto, la cual abre surcos a distancias de 0,60 m., a poca profundidad, y deposita la semilla a chorrillo continuo, tapándola simultáneamente (18).

Densidad de siembra - Según Portilla (25), la cantidad de semilla a utilizar depende de la topografía del terreno, de la fertilidad del mismo, de las distancias de siembra y del sistema utilizado. Carrillo (4), afirma que en el sistema localizado (a golpe) se utilizan de 6 a 7 Kgrs./Ha., en el sistema a chorrillo de 10 a 12 Kgrs./Ha., y en el sistema a voleo de 15 a 30 Kgrs./Ha.

H - Labores culturales

don Carrillo (4), sostiene que la quinua precisa de un aporque y una desyerba, pudiéndose efectuarlos con azadón y arado de chuzo, cuando la planta tiene 2 meses de edad. Así mismo, afirma que las plantas precisan de un raleo cuando están amontonadas, procurando darles una distancia que les permita ramificarse. Sin embargo, Martínez (17), afirma que no hay necesidad de proporcionarles dichas labores, pues su rusticidad, altura y follaje inhiben el crecimiento de malezas.

Trilla: Consiste en desgranar los racimos, por varios procedimientos. Los pequeños cultivadores la realizan a

I - Plagas y enfermedades

Según Portilla (25), la planta es muy resistente al ataque de plagas y enfermedades. Pulgar (26), reporta como plagas de poca importancia las babosas y los pájaros. De estas, la más perjudicial son los pájaros que en época de maduración consumen grandes cantidades causando disminución en el rendimiento de las cosechas.

Tomayquichua (29), dice que en el Perú se ha presentado ataque de "gota" producida por Perenospora sp., sin que haya causado daños de consideración.

J - Cosecha

Al iniciarse la cosecha se prueba la maduración de la planta, teniendo en cuenta los siguientes síntomas: la planta presenta un color amarillento; las hojas pierden su rigidez, se marchitan y caen; el tallo da la impresión de ser un palo seco; al entresacar los granos y presionarlos con las uñas opo-

nen resistencia, no se parten ni se vuelven masa. Cuando se presentan estas condiciones, se cortan las plantas a machete, se forman montones y se dejan en el campo, previniendo que no haya lluvias, o se llevan a un lugar protegido por una o dos semanas, según las horas sol, con el fin de obtener granos secos y facilitar la trilla (5, 29).

K - Beneficio es un alimento excelente para el hombre y para los animales. Suministra, además de carbohidratos, una buena Trilla : Consiste en desgranar los racimos, por varios procedimientos. Los pequeños cultivadores la realizan apaleando los racimos hasta desprender todos los granos, luego se los pone en sacos de trama tupida y se fricciona fuertemente para desprender el caliz que está tenazmente adherido (25).

Portilla (25), sostiene que la trilla puede llevarse a cabo adaptando la máquina de trillar trigo al diámetro del grano de la quinua.

Aventado : se realiza para separar la semilla de las impurezas. Se efectúa dejando caer la semilla desde cierta altura en presencia de una corriente de aire (26).

Lavado : con el fin de quitarle la saponina a las semillas se las lava en agua repetidamente, hasta que ésta salga clara (26, 29). La operación se abrevia agregándole un álcali en proporción del 1% (25).

Secado : Según Portilla (25), el grano lavado debe expo-

nerse inmediatamente al sol pues la germinación ocurre a partir de las próximas seis horas. En cultivos que se establezcan industrialmente, el proceso de lavado, secado y molienda debería hacerse en una operación integrada (29).

Analizando las proteínas encontró tres aminoácidos: cisteína, lisocina y triptófano. Sin embargo, Valdaquez (30),

L - Análisis químico y valor nutritivo

trabajando con quinua del 14° de proteínas procedente del Pa-

La quinua es un alimento excelente para el hombre y para los animales. Suministra, además de carbohidratos, una buena cantidad de proteínas, vitaminas y minerales (10, 11, 12, 14, 19, 22, 26).

Montenegro (22), al determinar la composición química de la quinua, encontró lo siguiente:

Agua	10.53%	44.99
Carbohidratos	51.43%	49.47
Proteínas	18.14%	77.22
Grasas	5.37%	7.69
Cenizas	2.24%	52.78
Fibra	12.23%	49.30
		53.02

El mismo autor, analizando las cenizas, determinó:

Fósforo como P ₂ O ₅	39 a 41%	32.44
Potasio como K ₂ O	36 a 38%	60.87
Magnesio como MgO	9 a 13%	34.58

Mazzocco (20), encontró que la composición química de la quinua, citada por Montenegro (22), la quinua contiene:

quinua se asemeja mucho a la de los cereales, a los cuales a-
 ventaja desde el punto de vista alimenticio, especialmente en
 proteínas, grasas y sustancias minerales.

Analizando las proteínas encontró tres aminoácidos: cis-
 tina, tirosina y triftófano. Sin embargo, Velásquez (30),
 trabajando con quinua del 14% de proteínas procedente del Pe-
 rú, encontró los siguientes aminoácidos:

Arginina	37.10 mgr.
Histidina	44.06 "
Isoleucina	64.73 "
Leucina	60.19 "
Lisina	78.93 "
Metionina	44.99 "
Fenilalanina	49.47 "
Treonina	57.20 "
Triftófano	7.69 "
Valina	52.78 "
Acido Aspártico	49.80 "
Acido Glutámico	53.02 "
Cistina	60.15 "
Serina	32.44 "
Tirosina	60.67 "
Prolina	24.68 "

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Uni-
 dos, citado por Montenegro (22), la quinua contiene:

Tiamina	0.46%
Riboflavina	0.26%
I. Niacina	0.96%

Mazzocco (21), sostiene que agregando un 30% de quinua a la ración alimenticia de un lote de ratas se obtiene un crecimiento normal. En trabajos realizados con lotes de 5 ratas se encontró que en una dieta con 22% de quinua, una murió y cuatro crecieron bien; con 14% murieron tres, y con 8% murieron todas.

II. Comportamiento de variedades

M - Molinería y panificación

Molinería : Montenegro (22), obtuvo harinas que pasan a través de mallas de los tipos 150 y 100, y un producto residual por malla del tipo 35, el salvado; distribuidos en la siguiente proporción : harina de primera, 49,5%; harina de segunda, 29,5%, y salvado, 21,0%.

Panificación : según Montenegro (22), la masa de quinua fermenta rápidamente al adicionarle levadura, produciendo una masa parecida a la del trigo, con menor fuerza de panificación. En el Perú se fabrica un buen pan con mezclas de 15% de harina de quinua y 85% de harina de trigo (28).

Capítulo 3 : MATERIALES Y METODOS

I. Descripción de variedades

Se efectuó teniendo en cuenta el período vegetativo, número de racimos, altura, color de la planta, número de ramas, forma, y color de la semilla. A las variedades se les dió el nombre teniendo en cuenta las denominaciones con las cuales se las conoce en la región de cultivo.

II. Comportamiento de variedades

La experimentación se llevó a cabo con las variedades:

Chaucha, Dulce y Amarga, en las siguientes zonas:

Gujacal (Municipio de Pasto) situada a 2.600 m. sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 14°C y 720 mm. de precipitación pluvial anual.

Moechiza (Municipio de Yacuanquer) a 2.750 m. sobre el nivel del mar, temperatura media anual de 13°C y 698 mm. de precipitación pluvial anual.

Las Cruces (Municipio de Ipiales) a 2.978 m. sobre el nivel del mar, temperatura media anual de 12°C y 785 mm. de precipitación pluvial anual.

Pupiales situada a 3.050 m. de altura sobre el nivel del mar y temperatura media anual de $11,5^{\circ}\text{C}$.

La altitud de estas zonas se determinó directamente, por medio de un altímetro. Los datos de precipitación pluvial y temperatura de Cujacal y Las Cruces, se tomaron de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de cultivo: Granja de Obonuco y aeropuerto de Ipiates, respectivamente. Para Maechiza y Pupiales, de acuerdo a lo consignado por Rodríguez Guerrero (27).

Se preparó el terreno y se llevó a cabo el ensayo que tuvo las siguientes características:

Diseño experimental	Bloques al azar
Replicaciones	3
Número de parcelas	9
Longitud de las parcelas	6.50 m.
Ancho de las parcelas	2.40 m.
Superficie de las parcelas	15.60 m ²
Número de surcos por parcela	4
Longitud del surco	16.50 m.
Distancia entre surcos	0.60 m.
Distancia entre plantas después del raleo	0.50 m.
Densidad de siembra	25 grs./parcela

La siembra se hizo a mano y a chorrillo continuo utilizando 6.2 grs. de semilla por surco, en los días 7, 10, 13 y 15 de Marzo para las zonas de Cujacal, Maechiza, Las Cruces y Pupiales, respectivamente, aprovechando la época de lluvias para garantizar una buena humedad al suelo durante la germinación y, en cada zona de cultivo,

de las siguientes etapas : germinación, ramificación, formación de racimos, floración y duración del período vegetativo.

datos. Para esto se utilizaron los siguientes métodos:

2. Accidentes : a) Vuelco: según el número de plantas vol-

tuadas : se detectadas relacionadas con el total de la población. b) Daño por pájaros: en forma visual durante la etapa de maduración del grano.

Los sólidos totales se determinaron por diferencia entre

3. Características agronómicas : a) Altura de las plantas:

se determinó mediante 10

lecturas hechas con una regla graduada de 3 m. de largo. b)

Número de ramas: se contó el número de ramas de cada variedad

obteniéndose un promedio en base a 10 contabilizaciones. c)

Número de racimos: se tomó el promedio para 10 plantas de ca-

da una de las variedades. d) Longitud de los racimos: se to-

maron 10 plantas de cada variedad y a cada una se le determinó

lectura para cada 10 racimos.

El valor energético se determinó teniendo en cuenta que un

4. Cosecha : Se hizo a machete y a mano. El material se

trilló y se pesó para determinar el rendimiento.

4.1 calorías (22). Se multiplicó por el resultado de los e-

álisis y la suma total dió el valor energético.

III. Determinación de humedad, proteínas, grasas, hidratos de

carbono y sales minerales (calcio y fósforo) de las va-

IV. Costos de producción

riedades Chaucha, Dulce y Amarga

Para determinar los costos de producción y las posibles

Para el efecto se procedió al lavado y secado del grano.

Se limpió de impurezas, se molió finamente en un molino y se

de se cultivó la quinoa, de acuerdo con el formulario que se

determinó el contenido en porcentajes de humedad, cenizas, (fósforo y calcio), grasa, fibra cruda, proteínas y carbohidratos. Para ésto se utilizaron los siguientes métodos:

La humedad se determinó por el método de estufa a 75°C durante 24 horas, para efectuar las encuestas correspondientes.

Los sólidos totales se determinaron por diferencia entre el grano al natural y grano seco.

Las proteínas por el método de Kjeldhal.

La grasa por extracción con éter.

Las cenizas por calcinación en crisol de platino a 525°C . En estas cenizas se determinaron: fósforo, por el método de digestión húmeda; calcio, magnesio, potasio y sodio, por el espectrofotómetro de llama.

El valor energético se determinó teniendo en cuenta que un gramo de grasa genera 9.3 calorías, un gramo de proteínas genera 4.1 calorías, y un gramo de hidratos de carbono genera 4.1 calorías (22). Se multiplicó por el resultado de los análisis y la suma total dió el valor energético.

IV. Costos de producción

Para determinar los costos de producción y las posibles ganancias a obtener, se levantaron encuestas en las zonas donde se cultiva la quinua, de acuerdo con el formulario que a-

parece en el Apéndice, el cual se elaboró teniendo en cuenta los costos directos e indirectos del cultivo.

1. Estudio de Variedades

El plan de trabajo se realizó así: se levantó un censo de los cultivadores de quinua, que sumaron 238; de este número se tomó el 30% para efectuar las encuestas correspondientes.

a. Quinua Amarga - Tomó el nombre por la cantidad de la escogencia se hizo al azar, previa numeración de los esaponinas (jabón) que contiene la semilla. Las plantas tienen cuestados. Los formularios se pusieron a prueba y después se una altura promedio de 1.70 m., con de color rojizo cuya in-agregaron las preguntas que faltaban.

b. Finalmente, se tabularon los resultados. ramificaciones

(25 en promedio) de las cuales pendan inflorescencias simples agrupadas en racimos compactos. Hojas de color rojizo, de forma rómbica. Semilla con pericarpio blanco, blanco amarillento o rojo ladrillo con alto contenido de saponina. Es una variedad semitercia con un período vegetativo de 240 días, rendimiento por hectárea, 1,260 Kgrs.

b. Quinua Dulce - Tomó su nombre porque contiene poca cantidad de saponina. Las plantas tienen una altura promedio de 2.50 m. Su color en las primeras etapas de crecimiento es completamente verde. En la maduración se tornan amarillentas. Tallo con un diámetro de 5 cms., muy ramificado (40 ramas en promedio), con más de 40 inflorescencias simples compactas por racimos sencillos compactos, de color amarillento cuando maduran. Hojas de forma rómbica, totalmente verdes, sin pigmentos amarillentos, con tres nervaduras en forma de yema de huevo, recibiendo por tallos blancos cuando maduran.

Capítulo 4 : RESULTADOS Y DISCUSIÓN
 Semilla con pericarpio blanco,

1. Estudio de Variedades

A. Descripción de variedades:

a. Quinua Amarga - Toma el nombre por la cantidad de saponina (jabón) que contiene la semilla. Las plantas tienen una altura promedio de 1.90 m., son de color rojizo cuya intensidad disminuye a medida que la planta crece. Tallo con un diámetro de más de 3 cms., con numerosas ramificaciones (25 en promedio) de las cuales penden inflorescencias cimosas agrupadas en racimos compactos. Hojas de color rojizo, de forma rómbica. Semilla con pericarpio blanco, blanco amarillento o rojo ladrillo con alto contenido de saponina. Es una variedad semitardía con un período vegetativo de 240 días. Rendimiento por hectárea, 1.260 Kgrs.

b. Quinua Dulce - Toma su nombre porque contiene poca cantidad de saponina. Las plantas tienen una altura promedio de 2.50 m. Su color en las primeras etapas de crecimiento es completamente verde. En la maduración se tornan amarillas. Tallo con un diámetro de 5 cms., muy ramificado (40 ramas en promedio), con más de 40 inflorescencias cimosas compuestas por numerosos racimos compactos, de color amarillo cuando maduros. Hojas de forma rómbica, totalmente verdes, sin pigmentos antociánicos, con tres nervaduras en forma de pata de ganso, recubiertos por pelos blancos cuando jóvenes.

Miden de 5 a 12 cms. de largo, y por 6 a 8 cms. de ancho. Periciclo de 4.5 cms. de largo. Semilla con pericarpio blanco, con bordes subafilados, traslúcida, con un diámetro de 2.5 mm. y 1 mm. de alto. Es una variedad tardía (270 días). Rendimiento, 3.100 Kgrs./Ha. requerimientos hídricos.

c. Quinoa Chaucha - Con contenido medio de saponina.

Plantas con una altura variable entre 1.30 y 1.45 m. Completamente verde sin pigmentos antociánicos. Tallo con más de 3 cms. de diámetro, con numerosas ramificaciones (38 en promedio), cada ramificación origina inflorescencias cimosas formadas por numerosos racimos de longitud variable, de 1 a cms. Hojas completamente verdes, de 3 a 8 cms. de longitud, por 5 a 10 cms. de largo, cubiertas de numerosos pelos blancos. Semilla con pericarpio blanco o blanco opaco, con bordes redondeados, miden 2.3 mm. de diámetro, en promedio, por 1 mm. de alto. Es una variedad precoz, pues su período vegetativo abarca de 210 a 240 días, de acuerdo con la zona de cultivo. Rendimiento aproximado, 2.050 Kgrs./Ha.

B. Comportamiento de variedades:

a. Clima - La Tabla I muestra los datos de altitud, temperatura y precipitación pluvial. La temperatura se encuentra entre 12°C (Las Cruces) y 14°C (Cujacal); la altitud entre 2.600 y 2.980 m. sobre el nivel del mar; la precipitación pluvial entre 698 y 785 mm. De acuerdo al desarrollo de las plantas y su rendimiento, se puede deducir que la tempe-

ratura y la altura sobre el nivel del mar, en las tres zonas, son adecuadas para el cultivo de la quinua. Según nuestro concepto, la precipitación recibida por el cultivo se encuentra dentro de los límites requeridos y, por tanto, estos valores satisfacen los requerimientos hídricos.

b. Suelos - En la Tabla II se observan los resultados de los análisis físico-químicos de los suelos, en lo referente a textura, pH, N, P y K, en las tres zonas en las cuales se llevaron a cabo los experimentos. Partiendo de estos resultados se anota lo siguiente:

El contenido de Nitrógeno fue medio para las zonas de Cujacal y Moechiza, y alto para la zona de Las Cruces.

El contenido de Fósforo fue bajo en las tres zonas, encontrándose en mayor proporción en la zona de Cujacal.

El contenido de Potasio fue muy alto en las tres zonas de experimentación.

El pH de los tres suelos presentó una reacción ligeramente ácida (de 5.2 a 5.8).

Textura : Franco arcilloso.

Lo anterior indica que las cantidades de N, P y K fueron similares en las tres muestras de suelo, por lo cual, debe descartarse su influencia en la variación del rendimiento.

Periodo vegetativo - El periodo vegetativo en días

TABLA I
Condiciones climáticas de las zonas de experimentación

De los resultados de esta Tabla se anota lo siguiente:

Zona	Altitud	Temperatura	Precipitación pluvial
Cujacal	2.600 m.	14°C	720 mm.
Moechiza	2.750 m.	13°C	698 mm.
Las Cruces	2.978 m.	12°C	785 mm.

Las condiciones climáticas y edafológicas indicaron

la germinación. La ramificación: la variedad Chaucha fue la primera

TABLA II
Análisis físico-químico de los suelos

En cambio, la variedad Chaucha fue la primera en ramificarse

Muestra	N total %	P p.p.m.	K Kgrs./Ha.	pH	Textura
Cujacal	0.17	4.60	440	5.80	Fco. Arc.
Moechiza	0.13	4.46	554	5.75	Fco. Arc.
Las Cruces	0.21	4.04	560	5.20	Fco. Arc.

La ramificación de la variedad Chaucha fue la primera en ramificarse

La ramificación de la variedad Chaucha fue la primera en ramificarse

La ramificación de la variedad Chaucha fue la primera en ramificarse

c. Período vegetativo - El período vegetativo en días de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga, en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces, puede observarse en la Tabla III. De los resultados de esta Tabla se anota lo siguiente:

1) Germinación: las tres variedades iniciaron la germinación a los 4 días en las zonas de Cujacal y Moechiza, y a los 5 días en la zona de Las Cruces. Por conteo se observó que todas las variedades, y en todas las zonas, presentaron un porcentaje de germinación superior al 90%, lo cual hace pensar que las condiciones climáticas y edafológicas únicamente retardan la germinación.

2) Ramificación: la variedad Chaucha fue la primera en ramificar, a los 66, 70 y 77 días, en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces, respectivamente. En cambio, la variedad Dulce tardó más que las otras dos para iniciar la ramificación, a los 75, 80 y 88 días, en su orden, en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces. Como se observa, la iniciación de esta etapa demoró más en la zona de Las Cruces, en donde la altura sobre el nivel del mar es mayor y la temperatura es menor, con respecto a las otras zonas de experimentación.

3) Formación de racimos: la variedad Chaucha inició la formación de racimos en todas las zonas, con 131 días en Cujacal, 145 días en Moechiza y 153 días en Las Cruces. La más retardada fue la variedad Dulce con 150, 165 y 175 días para las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces, respectivamente.

TABLA III

Período vegetativo en días de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga

Etapas del período vegetativo	Zona Gujacal		Zona Moechiza		Zona Las Cruces	
	Chaucha	Dulce Amarga	Chaucha	Dulce Amarga	Chaucha	Dulce Amarga
Germinación	4	4	4	4	5	5
Ramificación	66	75	70	80	77	80
Formación de racimos	131	150	145	165	153	175
Floración	140	162	160	180	170	182
Maduración	210	240	226	257	245	260

4) Floración: la variedad Chaucha inició la floración en las tres zonas: Cujacal a los 140 días, Moechiza a los 160 días y Las Cruces a los 170 días. La variedad Dulce fue la más tardía, inició la floración en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces a los 162, 180 y 190 días respectivamente. La variedad Amarga ocupó un tiempo intermedio para la iniciación de esta etapa con 157, 170 y 182 días en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces.

La variedad Chaucha superó en precocidad a la variedad Amarga en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces, en su orden, en 17, 10 y 12 días, y a la Dulce en 22, 20 y 20 días. La variedad Amarga fue más precoz que la Dulce en 5 días en Cujacal, 10 días en Moechiza y 12 días en Las Cruces.

Bajo las condiciones del experimento, la iniciación de la floración dependió de la temperatura, pues apareció más tarde donde la temperatura es más baja y más temprano donde la temperatura es mayor, así, se observó que todas las variedades iniciaron la floración en la zona de Cujacal donde la temperatura es de 14°C y en la zona de Las Cruces tardaron más en iniciar esta etapa todas las variedades, pues su temperatura es de 12°C .

5) Cosecha: La variedad más precoz fue la Chaucha con 210, 226, y 245 días en las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces, respectivamente. La más tardía fue la variedad dulce con 240 días en Cujacal, 257 días en Moechiza y 270 días

en Las Cruces.

d. Aspectos agronómicos y accidentes - En la Tabla IV se observan los aspectos agronómicos y accidentes de las tres variedades, Chaucha, Dulce y Amarga en las tres zonas de experimentación.

Del estudio de esta Tabla se deduce que la variedad Dulce alcanzó la mayor altura en las tres zonas de cultivo, con un promedio de 2.50 m. en Gujacal, 2.48 m. en Moechiza y 2.45 m. en Las Cruces. La más baja fue la variedad Chaucha, con un promedio de 1.45, 1.40 y 1.38 m. de altura en Gujacal, Moechiza y Las Cruces, respectivamente. La variedad Amarga tuvo una altura intermedia correspondiente a un promedio para las tres zonas, en su orden, de 1.90, 1.87 y 1.85 m.

En la misma Tabla IV se puede ver que el número de racimos corresponde al número de ramas. La variedad Dulce ramificó más, con un promedio máximo de 51 ramas para la zona de Las Cruces y un mínimo para la zona de Moechiza; la variedad Amarga presentó la menor ramificación, con máximo de 30 ramas (Gujacal) y un mínimo de 20 (Las Cruces). La ramificación y formación de racimos es una condición genética de la variedad. Parece que hay una relación entre la longitud de los racimos y el rendimiento de las variedades. Valdría la pena realizar un estudio más detallado en lo referente a estos dos factores.

Así mismo, la Tabla IV nos indica que las variedades

TABLA IV

Aspectos agronómicos y accidentes de las variedades Chaucha, Amarga y Dulce en las zonas de Gujajal, Moechiza y Las Cruces

Características	Zona Gujajal		Zona Moechiza		Zona Las Cruces	
	Chaucha Dulce Amarga	1.90	Chaucha Dulce Amarga	1.87	Chaucha Dulce Amarga	1.85
Altura en metros	1.45	2.50	1.40	2.48	1.38	2.45
Nº ramas/planta	40	50	37	48	38	51
Nº racimos planta	40	50	37	48	38	51
Volcamiento - %	-	3	3	12	-	2
Ataque de pájaros - %	1	1	2	2	1	1

en estudio presentaron mayor volcamiento en la zona de Moechiza, especialmente la variedad Dulce con el 12%; en las zonas de Gujacal y Las Cruces únicamente la variedad Dulce presentó volcamiento, 2% y 3% respectivamente. El vuelco considerable del 12% para la variedad Dulce se debe a su porte alto y a la gran capacidad para ramificarse; la planta adquiere mayor peso por efecto de las lluvias, no alcanza a sostenerse y sobreviene el volcamiento; así mismo, el ímpetu del viento contribuye a que se presente este accidente.

Durante el período de maduración las variedades de las distintas zonas sufrieron el ataque de pájaros en, más o menos, igual porcentaje (1 a 2%), lo cual puede convertirse en factor importante desde el punto de vista económico.

C. Rendimiento

En las Tablas V, VII y IX se consignan los rendimientos por parcela y por hectárea de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga, en las tres zonas de cultivo. Las Tablas VI, VIII y X, muestran el análisis de variancia de la producción de las variedades estudiadas, en las tres zonas.

Como puede observarse en las Tablas V, VII y IX y en la Figura 1, la variedad Dulce produjo más en las tres zonas de experimentación con promedios de 3.105 Kgrs./Ha. (Gujacal), 2.390 Kgrs./Ha. (Moechiza) y 3.100 Kgrs./Ha. (Las Cruces). La de menor rendimiento fue la variedad Amarga con 1.575 ,

TABLA V

Rendimiento de las variedades en la zona de Cujacal
en kilogramos por parcela

Variedad	Replicaciones			Suma	Medias de las parcelas	Kgrs./Ha.
	I	II	III			
Dulce	4,672	4,913	4,946	14,532	4,844	3.105,00
Chaucha	3,339	3,881	3,598	10,818	3,606	2.311,00
Amarga	2,380	2,512	2,479	7,371	2,457	1.575,00

TABLA VI

Análisis de variación de los rendimientos de las variedades
de quinua en la zona de Cujacal (Kgrs./parcela)

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{c.}	F ₁	
					5%	1%
Replicaciones	2	1,462	0,731	5,328	6,94	18
Variedades	2	85,506	42,753	312,060	6,94	18
Error	4	0,548				
Total	8	87,516				

TABLA VII

Rendimiento de las variedades en la zona de Moechiza
en Kgrs./parcela de 15.60 m². y por hectárea

Variedad	Replicaciones			Suma	Medias de las parcelas	Kgrs./Ha.
	I	II	III			
Dulce	3,6610	3,7221	3,8351	11,1882	3,7294	2,390,00
Chaucha	3,3000	3,3250	3,4820	10,1070	3,3690	2,160,00
Amarga	2,2200	2,1755	2,1450	6,5405	2,1801	1,398,00

TABLA VIII

Análisis de variación de los rendimientos de las variedades
de quinua en la zona de Moechiza (Kgrs./parcela)

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c .	F ₁	
					5%	1%
Replicaciones	2	0,173	0,086	1,51	6,94	18
Variedades	2	39,433	19,716	345,91	6,94	18
Error	4	0,228	0,057			
Total	8	39,834				

TABLA IX

Rendimiento de las variedades en la zona de Las Cruces
en Kgrs./parcela de 15.60 m². y por hectárea

Variedad	Replicaciones			Suma	Medias de las parcelas	Kgrs./Ha.
	I	II	III			
Dulce	4,8105	4,7972	4,9003	14,5080	4,8360	3.100,00
Chaucha	3,0068	2,9777	3,6215	9,6060	3,2020	2.051,00
Amarga	2,0070	1,8940	1,9930	5,8950	1,9650	1.260,00

TABLA X

Análisis de variación de los rendimientos de las variedades
de quinua en la zona de Las Cruces (Kgrs./parcela)

Fuente de variación	G.L.	S.C.	O.M.	Fc.	F ₁	
					5%	1%
Replicaciones	2	1,350	0,675	1,880	6,94	18
Variedades	2	0,124	62,213	173,976	6,94	18
Error	4	1,430	0,357			
Total	8	2,904				

1,392 y 1,398 Kg./Ha., para las zonas de Gujacal, Moechiza y las Cruces respectivamente. En Moechiza la producción también podría ser mayor en todas las variedades, de no presentarse volcamiento en un elevado porcentaje: 3, 12 y 3% para chaucha, Dulce y Amarga, respectivamente.

Al estudiar en las Tablas VI, VIII y X los niveles de significancia, se observa que hubo diferencias altamente significativas para variedades. Para determinar cualquier diferencia porcentual se usó la siguiente fórmula de diferencia crítica (según Fisher):

$$D_c = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot F \cdot \frac{1}{2}}$$

D_c = diferencia crítica

F = valor F

$\frac{1}{2}$ = valor de t en la tabla al 5% para 4 grados de libertad.

Como en la zona de Gujacal se encontró, de acuerdo con la fórmula la diferencia crítica de 0,833 Hls. para la diferencia crítica

Figura 1 - Producción de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga, en las zonas de Gujacal, Moechiza y Las Cruces.

Dulce - Amarga	1,341 - 1,457 = 2,187 Hls.
Dulce - Chaucha	1,444 - 1,556 = 2,110 Hls.
Chaucha - Amarga	1,406 - 1,189 = 2,547 Hls.

Foto: Estudios Bravo.

Las diferencias 2,357, 1,838 y 2,342, mayores que 0,833.

1.398 y 1.260 Kgrs./Ha., para las zonas de Cujacal, Moechiza y Las Cruces respectivamente. En Moechiza la producción habría podido ser mayor en todas las variedades, de no presentarse volcamiento en un elevado porcentaje: 3, 12 y 3% para Chaucha, Dulce y Amarga, respectivamente.

Al estudiar en las Tablas VI, VIII y X los niveles de significancia, se observa que hubo diferencia altamente significativa para variedades. Para determinar cualquier diferencia presentada se usó la siguiente fórmula de diferencia crítica (error típico) :

$$DC = \sqrt{\frac{S}{n} \cdot 2 \cdot t_{5\%}}$$

DC = Diferencia crítica

S = Error standar

$t_{5\%}$ = Valor de t en la tabla al 5% para 4 grados de libertad.

Para la zona de Cujacal se encontró, de acuerdo con la fórmula anterior, el valor de 0.833 Kls. para la diferencia crítica. Las diferencias de la producción media entre variedades fueron:

$$\text{Dulce} - \text{Amarga} = 4,844 - 2,457 = 2,387 \text{ Kls.}$$

$$\text{Dulce} - \text{Chaucha} = 4,844 - 3,606 = 1,238 \text{ Kls.}$$

$$\text{Chaucha} - \text{Amarga} = 3,606 - 1,149 = 2,547 \text{ Kls.}$$

Las diferencias 2,387, 1,238 y 2,547, mayores que 0,833,

indican que la variedad Dulce difiere significativamente de las variedades Amarga y Chaucha; y la variedad Chaucha difiere significativamente de la Amarga. y la variedad Amarga no

Para la zona de Moechiza se encontró un valor de 0,566 Kls., para la diferencia crítica. La diferencia de la producción media entre dos variedades fue:

$$\text{Dulce} - \text{Amarga} = 3,729 - 2,180 = 1,549 \text{ Kls.}$$

$$\text{Dulce} - \text{Chaucha} = 3,729 - 3,369 = 0,369 \text{ Kls.}$$

$$\text{Chaucha} - \text{Amarga} = 3,369 - 2,180 = 1,189 \text{ Kls.}$$

Las diferencias 1,549 y 1,189 por ser mayores que el coeficiente de diferencia crítica, 0,566 Kls., difieren significativamente. Por tanto, las variedades Dulce y Chaucha tienen una producción significativamente mayor respecto a la variedad Amarga. En cambio, la variedad Dulce no difiere significativamente de la Chaucha por ser la diferencia menor que el valor de la diferencia crítica.

En el análisis para la zona de Las Cruces se encontró un valor de 1,330 Kls. para la diferencia crítica, y las diferencias de la producción entre variedades fueron:

$$\text{Dulce} - \text{Amarga} = 4,836 - 1,965 = 2,871 \text{ Kls.}$$

$$\text{Dulce} - \text{Chaucha} = 4,836 - 3,202 = 1,634 \text{ Kls.}$$

$$\text{Chaucha} - \text{Amarga} = 3,202 - 1,965 = 1,237 \text{ Kls.}$$

El valor de las diferencias de las variedades demuestran que la variedad Dulce difiere significativamente de las va-

riedades Amarga y Chaucha por ser mayores que el valor de la diferencia crítica (1,330 kls.). En cambio, la diferencia encontrada entre la variedad Chaucha y la variedad Amarga no es significativa por ser menor que el valor de la diferencia crítica, 1.330 kls.

De los anteriores comentarios se deduce que la variedad Dulce difiere significativamente, en producción, de las variedades Chaucha y Amarga. La variedad Chaucha difiere significativamente de la Amarga en las zonas de Cajucal y Moechi-za, no así en la zona de Las Cruces, donde la diferencia en producción no tiene significancia.

D. Determinación de humedad, proteínas, grasas, hidratos de carbono, cenizas (calcio y fósforo), de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga

En la Tabla XI se presentan los resultados del análisis de grano de las variedades Chaucha, Dulce y Amarga. De esta Tabla se anotan los siguientes datos:

a. Proteínas - El porcentaje más alto, 15.00%, corresponde a la variedad Dulce, y el más bajo a la variedad Chaucha con 14.12%. La variedad Amarga presenta un contenido intermedio con 14.35%. Como puede observarse, no hay una gran diferencia entre variedades en cuanto al contenido de proteínas.

b. Grasa - El mayor porcentaje de grasa lo presentó la

variedad Dulce con 7.55%, y al menor la variedad Chaucha con 5.63%. Estos porcentajes demuestran que la quinua posee un alto valor energético.

TABLA XI

Análisis del grano de las variedades

Chaucha, Dulce y Amarga

Componentes	Var. Dulce	Var. Chaucha	Var. Amarga
Humedad - %	12.64	10.63	11.73
Sólidos totales - %	87.36	89.37	88.27
Proteínas - %	15.00	14.12	14.35
Grasa - %	7.55	5.48	6.83
Fibra cruda - %	5.17	7.62	10.51
Hidratos de carbono - %	56.91	59.45	54.08
Cenizas - %	2.72	2.70	2.50
Valor energético (calorías/100 gr.)	365.04	353.70	345.08

variedad Dulce con 7.55%, y el menor la variedad Chaucha con 5.43%. Estos porcentajes demuestran que la quinua posee un alto valor energético.

c. Hidratos de carbono - La variedad Chaucha presentó el más alto porcentaje de estos elementos con 59.45%. La variedad con menor contenido fue la Amarga con 54.08%.

d. Cenizas - El contenido general de las cenizas varía desde 2.50% de la variedad Amarga, hasta 2.72% de la variedad Dulce. La variedad Chaucha presentó 2.70%.

Al hacer la determinación de fósforo y calcio para las tres variedades se encontró: para la variedad Dulce 0.28% de fósforo y 0.07% de calcio; la variedad Chaucha, 0.25% de fósforo y 0.08% de calcio; la variedad Amarga, 0.21% de fósforo y 0.21% de calcio.

e. Valor energético - De acuerdo con la Tabla XI, la variedad Dulce fue la de más valor energético, con 365,046 calorías por cada 100 gramos de peso; le siguió la variedad Chaucha con 353,701 calorías/100 gramos, y el último lugar lo ocupa la variedad Amarga con 345,082 calorías/100 gramos.

Se deduce de las anteriores anotaciones que la variedad Dulce es la de mejor rendimiento y de mayor contenido de proteínas, grasas y cenizas, por lo cual valdría la pena tenerla en cuenta para programas de fomento o de fitomejoramiento.

2. Costos de producción

La Tabla XII presenta los estimativos de los costos de producción y los rendimientos del cultivo de quinua por hectárea en el sistema de siembra a chorrillo. De estos estimativos se deduce que los costos de producción y los rendimientos fueron de \$1.643.54 y 3.000 Kgrs/Ha., respectivamente. El valor de la producción, como puede observarse en la misma Tabla, fue de \$3.600.00, lo cual representa una utilidad de \$1.956.46.

El 43.20% de los gastos de inversión se emplea en gastos indirectos : transporte al sitio del mercado, administración, imprevistos e impuestos; el 24% se emplea en arrendamiento del terreno.

Los gastos desde las labores de preparación del terreno hasta la secada, suman el 33.54% de las inversiones totales. De este porcentaje el 9.69% corresponde a la preparación del terreno : arada, rastrillada y limpieza de residuos vegetales; el 4.90% corresponde a la siembra : cantidad de semilla, regada y tapada; el 2.43% a las labores del cultivo : raleo, aporte y desyerba; y, el 12.14% al beneficio del grano : trilla, aventada, lavada y secada. Este último porcentaje es el más elevado dentro de los gastos directos del cultivo. Se podría disminuir si se contara con una máquina especialmente diseñada que ejecutara las labores de trilla, lavada y secada simultáneamente.

En el sistema de siembra localizado, el costo de inversión disminuye ya que se utiliza una densidad de siembra menor (6 Kgrs/Ha.). Como el rendimiento es el mismo que en el sistema a chorrillo (3.000 Kgrs/Ha.) y el valor de la producción es de \$3.600.00, representa una utilidad de \$1.962.46.

En el sistema a voleo se emplea mayor cantidad de semilla (15 Kgrs/Ha.) que representa un valor de \$30.00. En este sistema no se realizan labores de cultivo, como raleo, aporque y desyerba, que representan un valor de \$40.00. Los costos de inversión suman \$1.573.54. La producción se estima en 2.500 Kgrs./Ha. Equivale a \$3.600.00, lo cual da una utilidad de \$1.446.46.

De los comentarios anteriores se deduce que los sistemas aconsejables en terrenos planos o ligeramente inclinados, son los de chorrillo y localizado. El sistema a voleo es recomendable para aquellos terrenos con pendientes pronunciadas o con un bajo grado de fertilidad.

Valor de la tierra	TABLA XII	\$ 350.00
Estimativos de costos de producción y rendimiento		50.00
por hectárea del cultivo de quinua		133.50
		72.42
<hr/>		
Arrendamiento de la tierra durante un año		\$ 400.00
<u>Preparación del terreno</u>		102.62
Arada con bueyes, 8 yuntas (+)		\$1. 120.00
Rastrillada con una yunta		15.00
Limpieza de residuos vegetales: 3 jornales (++)		24.00
<u>Siembra</u>		
Semilla: 12 kilos a \$2.00 c/u.		24.00
Siembra y tapada: 5 jornales		40.00
<u>Labores de cultivo</u>		
Raleo: 2 jornales		16.00
Aporque y desyerba: 3 jornales		24.00
<u>Cosecha</u>		
Corte de la planta: 5 jornales		40.00
Acarreo al lugar de secamiento: 4 jornales		32.00
<u>Beneficio</u>		
Trilla manual: 10 jornales		80.00
Aventada: 3 jornales		24.00
Lavada: 10 jornales		80.00
Secada (al sol): 2 jornales		16.00

(+) Valor de la yunta con peón : \$15.00
 (++) Valor del jornal para todas las labores : \$ 8.00

Valor de 50 empaques a \$7.00 c/u.	\$ 350.00
Transporte de la finca al centro de venta, a razón de \$1.00 el bulto de 65 kilos	50.00
Administración (10%)	133.50
Imprevistos (5%)	72.42
Subtotal	<u>\$1,540.92</u>
Interés capital invertido al 8% anual en 10 meses	102.62
TOTAL	<u><u>\$1,643.54</u></u>

Producción

Rendimiento: 3.000 Kgrs./Ha., a \$1.20 Kgr.	\$3,600.00
Utilidad neta	1,956.46
Retribución por peso invertido	2.18
Utilidad neta por peso invertido	1.18
Utilidad neta por ciento	118.00

Capítulo 5 : CONCLUSIONES

El suelo y el clima se presentaron favorables para el cultivo de la quinua en las regiones de Cujacal, Moechiza y Las Cruces.

La variedad más precoz fue la Chaucha, y las más tardía la variedad Dulce.

La variedad Dulce presentó mayor altura, ramificación, número de racimos, rendimiento y mayor tamaño del grano.

El vuelco fue un problema de consideración en la variedad Dulce. Se vió favorecido por la altura de la planta, su amplio follaje, la precipitación y los vientos. Se recomienda dar un segundo aporque antes de la floración para favorecer el anclaje.

La variedad Dulce de la zona de Cujacal presentó el mayor contenido de proteínas, grasa, fósforo y calcio. Por estas condiciones y por el buen comportamiento agronómico, se recomienda tenerla en cuenta para futuros programas de fomento o fitomejoramiento. Además, se recomienda hacer un estudio con esta variedad en diferentes suelos y climas, para saber cómo influyen estos factores en el contenido de proteínas, grasas, carbohidratos, fósforo y calcio.

Los sistemas a chorrillo y por sitio arrojaron las mayores utilidades. El sistema a voleo únicamente se recomienda

en terrenos con pendiente muy pronunciada o con poco grado de fertilidad.

Se recomienda hacer un estudio más amplio sobre el comportamiento de estas variedades en relación con los rendimientos en condiciones comerciales, lo mismo que a los aspectos de relación entre la longitud del racimo y la producción; además, de la resistencia a los accidentes.

tes y la influencia. Capítulo 6 : RESUMEN tres climáticos. Se empleó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

El cultivo de la quinua se encuentra en Colombia restringido al sur del Departamento de Nariño. Su uso está limitado a la alimentación humana.

En nuestro medio no se ha llevado a cabo ninguna investigación sobre el cultivo.

El trabajo tuvo por objeto hacer una descripción de variedades, estudiar su comportamiento en tres zonas de cultivo, determinar el contenido de proteínas, carbohidratos, grasas, fósforo y calcio. Así mismo, hacer un estimativo de los costos de producción.

Se describieron tres variedades : Chaucha, Dulce y Amarga. El trabajo sobre el comportamiento de las tres variedades se llevó a cabo en las zonas de Cujacal, situada en el Municipio de Pasto, con una altura de 2.600 m. sobre el nivel del mar y 14°C de temperatura media anual; Moechiza, situada en el Municipio de Yacuanquer con 2.750 m. de altura sobre el nivel del mar y una temperatura de 13°C ; Las Cruces, situada en el Municipio de Ipiiales, con 2.978 m. sobre el nivel del mar, y 12°C de temperatura media.

Las variedades se estudiaron teniendo en cuenta las características del período vegetativo: altura de las plantas, número de ramas, número de racimos, resistencia a los acciden-

tes y la influencia del suelo y los factores climáticos. Se empleo el diseño de bloques al azar con tres replicaciones.

El principal objetivo de este trabajo fue encontrar las variedades con mejores rendimientos en cada zona, no sólo en grano sino en proteínas, carbohidratos, grasas, fósforo y calcio. Se encontró que la variedad Dulce produjo más que las otras en todas las zonas de experimentación. Se observó que el clima de las tres regiones es adecuado para el cultivo de la quinua. Los suelos, salvo en excesivo contenido de nitrógeno, pueden adaptarse al cultivo. Al efectuarse la determinación de proteínas, grasas, carbohidratos, fósforo y calcio, se encontró que la variedad Dulce oresentó el mayor porcentaje de estos elementos, a excepción de los carbohidratos.

La evaluación de los costos de producción se efectuó mediante encuestas. Se encontró que los sistemas a chorrillo y por sitio, dieron mayores ganancias que el sistema al voleo.

Capítulo 7 : APENDICE

Estimativos de los costos de producción por hectárea

Valor del arrendamiento de la tierra

Valor de una yunta

Superficie cultivada

PREPARACION DE LA TIERRA:

Número de aradas -----

Aradas con yunta ----- días ----- Precio \$ -----

Aradas con tractor ----- días ----- Precio \$ -----

Otros medios ----- Jornales ----- Precio \$ -----

Limpieza de residuos ----- Jornales ----- Precio \$ -----

Número de rastrilladas -----

Con yuntas ----- días ----- Precio \$ -----

Con tractor ----- días ----- Precio \$ -----

SIEMBRA:

Semilla: Kilos ----- Precio \$ -----

Siembra al voleo y tapada de la semilla : Jornales ----- Precio \$ -----

Siembra por sitio : Jornales ----- Precio \$ -----

Capítulo 9 : BIBLIOGRAFIA CITADA

DESYERBAS:

Número _____ Jornales _____ Precio \$ _____
 Agricultura Colonial, Montevideo, Atlas,

APORQUES:

Número _____ Jornales _____ Precio \$ _____
 Agricultura, Guatemala

Uso de matamalezas _____ Insecticidas _____
 Insecticidas, S. C. 1.970. pp 540-555.

Abonos _____ Otros productos químicos _____
 Agr. Agric. (Costa)

COSECHA:

Corte de la plantas: Jornales _____ Precio \$ _____
 es cultivo en los altiplanos. Bug

Número apaleadas _____ Jornales _____ Precio \$ _____
 (Copias mimeogra)

Acarreo al lugar de secamiento: Jornales _____ Precio \$ _____

BENEFICIO:

Trilla : Manual _____ Con bestias _____ Máquina _____

Jornales _____ Precio \$ _____

Aventada : Jornales _____ Precio \$ _____

Lavada : Jornales _____ Precio \$ _____

EMPAQUE:

Bulto de _____ Arrobas _____ Precio \$ _____

TRANSPORTE:

Al mercado más cercano : Precio \$ _____

Cuánto cosechó? : kilos _____, Lo consumió? : kilos _____,

Lo vendió? : kilos _____, Precio kilo \$ _____, Lo vendió en

empaque? _____, Precio bulto \$ _____

Capítulo 8 : BIBLIOGRAFIA CITADA

1. BERRO, M. B. La agricultura Colonial. Montevideo, Atlas. 1.914. p p 301 - 307.
2. BUKASOV, S. M. The cultivated plants of México, Guatemala and Colombia. Leningrad, s. e. 1.930. pp 540-555.
3. CARDENAS, M. Descripción de la quinua. Rev. Agric. (Cochabamba). 2: 13-26 1.954.
4. CARRILLO, H. La quinua, su cultivo en los altiplanos. Buenos Aires, Imp. Quica. 1.957. 62 p. (Copias mimeografiadas).
5. CEVALLOS TOVAR, M. La quinua. Fomento triguero de Bolivia La Paz. 1.938. 38 p.
6. CHIRIBOGA, J. y D. VELASQUEZ. Análisis cromatográfico de los aminoácidos de quinua y estudios cuantitativos de los mismos en seis variedades más importantes que se consumen en el Perú; Anales de la Facultad de Medicina. (Lima). 1.957. 49p.
7. COBO, B. Historia del Nuevo Mundo. Sevilla, Gustavo Gilli. 1.948. 404 p.
8. GIBAULT, M. C. Historia des Légumes. Ed. 2a. Paris, Males 1.912. 404 p.
9. GONNERMAN, O. La saponina en Chenopodium quinua. Revista de Bioquímica. (Berlin). 47 : 24-39. 1.939.
10. GOZENBACH, C. Quinua (Chenopodium quinoa). Bol. Inst. Bot. Univ. Central. (Quito). 1 (1) : 66 - 84. 1.942.

11. GORBITZ, A. Importancia del cultivo de la quinua en el Perú. Bol. Coop. Ext. Agric. "La Molina" (Perú). 1.956. 12 p.
12. GORBITZ, A. y R. LUNA DE LA FUENTE. Estudios sobre la quinua en el Perú. Lima, Est. Exp. Agric. "La Molina". Circular 72. 1.957. s.p.
13. HERRERA, F. L. Plantas alimenticias domesticadas por los antiguos peruanos. Rev. Mus. Nac. (Lima). 11(1):24-30. 1.942.
14. HUNZIKER, A. T. Las especies de Amaranthus y Chenopodium cultivadas por los indios de América. Rev. Mus. Nac. (Lima). 10(4):297-354. 1.943.
15. -----. Los Pseudocereales de la Agricultura Indígena de América. Buenos Aires, Acme Agency. 1.952. pp. 44-53.
16. LOOSER, G. Chenopodium quinoa Willd. en Chile, un cultivo que desaparece. Rev. Arg. Agron. (Buenos Aires). 10(2): 111-113. 1.943.
17. MARTINEZ CALURE, C. F. Quinua, arrocillo o trigo inca. Di rec. Agric. Ganad. y Colon. de Perú. Granja Esc. Exp. de Kcaira. (Cuzco). 1.939. 19 p.
18. MARTINEZ, M. La agricultura del Perú. Lima. Folleto 11. 1.957. 45 p.
19. MAZZOCCO, P. Composición química de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.). Rev. Soc. Arg. Biol. (Buenos Aires). 10 (6):315-317. 1.934.

20. MAZZOCCO, F. Composición y valor nutritivo de la quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.). Rev. Soc. Biol. (Buenos
Aires). 10(7):352-357. 1.934.
21. -----. Vitaminas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)
Rev. Soc. Arg. Biol. (Buenos Aires). 10(8):358-368.
1.934.
22. MONTENEGRO, B. La quinua de Nariño. Pasto, Imp. del Dep-
to. 1.947. 25 p.
23. PARODI, L. R. Ensayo de clasificación económica de los -
granos, de las semillas de las plantas útiles. Rev. Ar-
gentina Agron. 5(2):103p- 108 p. 1.938.
24. PEREZ ARBELAEZ, E. Plantas útiles de Colombia. Bogota,
Edit. Bedout. 1.956. pp 258 - 260.
25. PORTILLA, A. Divulgación de conocimientos científicos so-
bre las plantas más útiles de Colombia. Pasto, Edit.
Luz. 1.957. pp. 173-179.
26. PULGAR, S.— La quinua o Suba en Colombia. Bogotá, Edit.
Ministerio de Agricultura. 1.954. 270 p.
27. RODRIGUEZ GUERRERO, I. Geografía Económica del Departamen-
to de Nariño. 2a. ed. Pasto, Imp. del Departamento
1. 955. pp 220 - 230. V.2
28. PERU. SERVICIO INTERAMERICANO DE PRODUCCION DE ALIMENTOS.
Recetas a base de quinua. Bol. 75:1-31. 1.953.
29. TOMAYQUICHUA, A. Notas sobre el cultivo de la quinua. Agri-
cultura Tropical (Bogota). 22(1):39-46. 1.966.

30. URIBE URIBE, L. Botánica. Bogotá, Edit. Voluntad. 1.952.
pp. 199-200.
31. VELASQUEZ, D. Análisis cromatográfico de variedades de quinua. Perú. Est. Exp. Agric. "La Molina". Informe anual. 1.959. 35 p.
32. VERGARA, G. M. Diccionario Etnográfico americano. Madrid, Edit. Barcelona. 1.922. 246 p.

T HNT

633.17
B957
EJ:1

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Inventario: 5678

Autor: Burgos Revelo, Libardo

Título: Contribución al estudio...

FECHA DEV.	NOMBRE	CARNET
<u>01-5-98</u> <i>[Signature]</i>	<u>Claudia Benavides</u>	<u>207</u>
	<u>William Salas</u>	<u>713</u>
	<u>[Signature]</u>	

HNT
T
633.17
B957



5678