



MANEJO Y MEJORAMIENTO DE KAÑIWA

Vidal Apaza Mamani

Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA - Puno
Estación Experimental Agraria Illpa- Puno
Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos
Rinconada Salcedo s/n
Telefax: +51-363812
E-mail: illpa@inia.gob.pe
Sitio Web: www.inia.gob.pe

Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente - CIRNMA
Parque Industrial Salcedo, Mz N, Lotes 11 - 12
Teléfono: +51-366029 - 366168
Fax: +51-353162
Apartado N° 388
E-mail: cirnma@cirnma.org
Sitio Web: www.cirnma.org





MANEJO Y MEJORAMIENTO DE KAÑIWA

Serie
Manual N° 2 - 2010

Puno - Perú
Noviembre 2010

Esta publicación ha sido financiada por el Proyecto de Especies Olvidadas y Subutilizadas del International Fund for Agricultural Development (IFAD - NUS II)

PRESENTACIÓN

La kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* A.) es un grano andino originario del Altiplano de Perú y Bolivia. Su valor nutricional y el rol que juega en la seguridad alimentaria de hogares rurales pobres, de esta parte del mundo, la ubican como una especie de interés clave. Sin embargo, al nivel de la cadena de valor (producción consumo), es reducida su presencia. Por el contrario, se le califica como una especie “olvidada y sub utilizada”.

Éstas fueron las razones para incluirla en los objetivos del Proyecto “Fortalecimiento de las oportunidades de ingreso y seguridad nutricional de los pobres rurales, a través del uso y mercadeo de especies olvidadas y subutilizadas” (IFAD NUS), en sus fases I y II; el cual fue auspiciado por el IFAD y Bioversity, y desarrollado en Puno y Cusco mediante un convenio entre el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA) como entidad coordinadora del Proyecto en Perú.

Con el auspicio del Proyecto, se desarrollaron investigaciones en manejo del cultivo, conservación, mejoramiento genético y transformación. En el caso del INIA, y como parte de su contribución al Proyecto, se preparó este manual de kañiwa, con base en la experiencia del autor y de la propia Institución. En el documento se exponen resultados obtenidos por el Programa Nacional de Innovación en Cultivos Andinos, además de evidenciar las áreas que necesitan prioridad de atención. El manual hace referencia a estudios de investigadores y actividades de cooperación con organismos no gubernamentales dedicados a este grano andino y pone de manifiesto la necesidad de estimularla y reforzarla no sólo a nivel local sino entre instituciones nacionales e internacionales para revertir su condición de especie subutilizada.

BIOVERSITY INTERNATIONAL-IFAD-CIRNMA, en el marco del proyecto, estimularon y apoyaron al INIA con fondos para el desarrollo de investigaciones que incluyen mejoramiento agronómico y genético, mediante actividades como: concursos rurales de diversidad genética, colección de ecotipos, caracterización y su registro al banco de germoplasma, evaluación participativa de genotipos avanzados con productores y el fortalecimiento en la producción de semilla.

Este Manual es de importancia al poner a disposición de técnicos, profesionales y agricultores, conocimientos y tecnologías generadas hasta la fecha. Puede también ser considerado como un legado para las nuevas generaciones que sin duda tendrán una valiosa fuente de información sobre este “GRANO ANDINO”.

César Alberto Paredes Piana
Jefe del INIA

Enrique Valdivia Alatriza
Director Ejecutivo - CIRNMA

Esta publicación ha sido producida por
Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente - CIRNMA
Bioversity International
Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola IFAD.

Cita de la publicación

Apaza Vidal. 2010. Manejo y Mejoramiento de Kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Perú.

Revisión : José Luis Soto Mendizábal
Roberto Valdivia Fernández

Edición : Amelia Castillo Navarro

Producción : José Luis Soto Mendizabal

Primera edición : Noviembre 2010

Tiraje : 1000 ejemplares

Impresión : Editorial Altiplano E.I.R.L.

Impreso en Perú Printed in Perú

Reservados todos los derechos.

© INIA - CIRNMA, 2010

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-15058

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	iii
INTRODUCCIÓN	1
I. VALOR NUTRICIONAL.....	4
Proteína	4
Compuestos bioactivos... ..	6
Fibra soluble e insoluble	7
Lípidos	7
Tocoferoles.....	8
Carotenoides y compuestos fenólicos.....	8
Azúcares... ..	9
Minerales... ..	9
II. BOTÁNICA.....	11
Denominación de la especie.....	12
Nombres comunes	12
Taxonomía	12
Descripción de la planta de kañiwa.....	13
Habito de crecimiento.....	14
Raíz... ..	15
Tallo.....	15
Hojas.....	17
Inflorescencia	18
Características del grano	19
III. VARIABILIDAD GENÉTICA.....	21
Ferias de biodiversidad de kañiwa	24
Disminución de la superficie cultivada de kañiwa	27
Causales de la disminución del área cultivada de kañiwa.....	27
IV. MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	31
Composición genética de la kañiwa... ..	32
Citogenética	32
Herencia de caracteres	32
Objetivos del mejoramiento de kañiwa	32
Método de mejoramiento en kañiwa	32
Procedimiento de selección individual	35
Estabilidad de caracteres.....	35
Variedades mejoradas.....	38

V. TECNOLOGÍA DEL CULTIVO	43
Condiciones tecnológicas de producción.....	44
Manejo Agronómico	45
Calidad de la semilla.....	45
Rotación del cultivo.....	46
Preparación del suelo.....	46
Abonamiento.....	46
Siembra.....	47
Emergencia de plántulas.....	48
Aporque y deshierbe.....	48
Período vegetativo.....	49
Cosecha.....	49
Siega.....	50
Emparve.....	50
Trilla.....	51
Venteo.....	51
Selección del grano de kañiwa con maquinaria.....	52
Almacenamiento.....	52
Rendimiento de grano.....	52
Plagas y enfermedades.....	53
Factores meteorológicos adversos.....	53
Producción de semilla de calidad	54
VI. CADENA PRODUCTIVA, EVOLUCION DE LA PRODUCCION.....	55
Producción, procesamiento y comercialización.....	56
Superficie cosechada y rendimiento a nivel nacional 1992 a 2009.....	57
Superficie cosechada, producción y rendimiento a nivel regional 2004 y 2009.....	58
Superficie cosechada, rendimiento y producción en el Altiplano de la Región Puno 1970 a 2008.....	58
Evolución de las exportaciones de kañihua.....	65
VII. PRESUPUESTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO A UN NIVEL TECNOLÓGICO MEDIO Y BAJO PARA EL CULTIVO DE KAÑIWA	67
Análisis de Rendimiento, Costos, Ingresos y Rentabilidad.....	70
VIII. PROCESAMIENTO Y USOS	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

INTRODUCCIÓN

Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es una especie andina que durante cientos de años ha sido de gran relevancia para la alimentación de los pobladores andinos. Actualmente está retomando auge, en la alimentación humana por la calidad de su proteína y un mejor cómputo químico que los cereales comunes. Además de componentes nutricionales como calcio y magnesio, la kañiwa puede ser fuente importante de componentes funcionales o nutraceuticos como fibra dietaria y compuestos fenólicos, pero los pocos estudios no permiten el conocimiento del real potencial de esta especie para su aprovechamiento en la industria alimentaria.

Se cultiva en las zonas altas de Arequipa, Cusco y el Altiplano de la Región Puno, a altitudes de 3812 a 4100 msnm. A pesar de ser el Altiplano Perú-Bolivia, el centro de origen de esta especie y contar con gran variedad genética y morfológica, no se cuenta con variedades comerciales que satisfagan las expectativas de los agricultores y la agroindustria y es producida con la aplicación de criterios y tecnología tradicional, las mismas que se traducen en bajos rendimientos generando así niveles mínimos de ingresos económicos a los agricultores dedicados al cultivo de kañiwa.

De ahí la imperiosa necesidad de continuar los trabajos destinados a seleccionar genotipos superiores a los actualmente cultivados. Incrementar la producción de la kañiwa es muy importante considerando sobre todo el potencial de área cultivada, su tolerancia a las condiciones medioambientales difíciles para otros cultivos y su alto valor nutritivo en la alimentación humana. Estas potencialidades despiertan esperanzas, debido a la tendencia del presente siglo de consumir productos naturales y orgánicos.

La kañiwa es un cultivo originario del altiplano entre Perú y Bolivia. Por la mayor área cultivada y diversidad de ecotipos de esta especie, fue domesticada por pobladores de la cultura Tiahuanaco, en la meseta del Collao.

En el Perú, la mayor concentración de producción de kañiwa se encuentra en el Altiplano de la Región Puno, principalmente en las provincias de Melgar (Distritos: Llalli, Macarí, Ayaviri, Nuñoa), Azángaro, Huancané, San Román, Puno (Distrito: Acora) y Chuchito (Distritos: Pomata y Kelluyo).

En menor escala, se produce en zonas altas de Arequipa y Cusco.

En el caso de Bolivia, la cañahua (nombre local con el se conoce la kañiwa) tiene una amplia variabilidad genética, la misma que está conservada en el Banco de Germoplasma de Granos Andinos, cuyas accesiones fueron colectadas del altiplano

y valles interandinos, de los departamentos de La Paz (provincias Omasuyos, Los Andes, Pacajes, Ingavi, Murillo, Aroma, Camacho y Manco Cápac); Oruro (provincias San Pedro de Totora, Sajama, Carangas, Nor Carangas, Litoral, Pantaleón Dalence y Saucari); Cochabamba (Provincia Bolívar) y Potosí (Antonio Quijarro), Soto et al. 2009.

Mapa 1. Distribución de centros de producción de kañiwa en Puno



La publicación consta de ocho capítulos, referidos a: aspectos generales sobre kañiwa, botánica, valor nutritivo y medicinal, mejoramiento genético, manejo agronómico, evolución sobre la producción, costos de producción y transformación industrial de la especie.

Es de esperar que esta publicación sea útil a profesionales que estén relacionados en una u otra forma con el cultivo y que la publicación alcance una adecuada difusión en el ámbito de la zona andina y sobre todo llegue a los agricultores dedicados a esta especie.

VALOR NUTRICIONAL



VALOR NUTRICIONAL

La kañiwa se caracteriza por contener proteínas de alto valor biológico, mayor que el de la quinua, además de fibra. Es un alimento considerado nutracéutico o alimento funcional, con un elevado contenido de proteínas (15.7 a 18.8 por ciento) y una proporción importante de aminoácidos esenciales, entre los que destaca la lisina (7.1%), aminoácido escaso en los alimentos de origen vegetal, que forma parte del cerebro humano. Esta calidad proteica en combinación con un contenido de carbohidratos del orden del 63.4% y aceites vegetales del orden del 7.6%, la hacen altamente nutritiva. También concentra grandes proporciones de calcio, magnesio, sodio, fósforo, hierro, zinc, vitamina E, complejo vitamínico B; por lo que los nutricionistas la comparan con la leche. El grano también tiene alto nivel de fibra dietética, y grasas no saturadas. Considerándose a esta especie como uno de los componentes estratégicos de la seguridad alimentaria, del cual se podrían elaborar productos innovadores en la industria alimentaria.

Nutracéutico: Efecto beneficioso para la salud producido por el compuesto bioactivo de un alimento.

Los alimentos funcionales se pueden definir como alimentos o compuestos fisiológicamente activos, que pueden mejorar la salud y prevenir enfermedades más allá de los nutrientes tradicionales que contiene.

Proteína

Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos y lo que determina la calidad de una proteína son los aminoácidos que la componen, que son 22 en total, nueve de ellos son esenciales, valina, fenilalanina, histidina, treonina, isoleucina, leucina, metionina, lisina y el triptófano (Cuadro 1). Los aminoácidos esenciales son primordiales para el desarrollo de las células cerebrales (proceso de aprendizaje, memorización, raciocinio, crecimiento físico). La kañiwa tiene un alto contenido de proteínas (18.8%) comparado con otros cereales, como se aprecia en el cuadro 2. Las proteínas de quinua y de kañiwa, son principalmente del tipo albúmina y globulina, éstas tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición de aminoacídica de la caseína, proteína de la leche (Repo-Carrasco, 1992) (Cuadro 3).

Cuadro 1. Contenido de aminoácidos en los granos andinos (mg de aminoácido/16 g de nitrógeno)

Aminoácido	Quinua	Kañiwa	Kiwicha	Arroz	Trigo
Ácido aspártico	7,8	7,9	7,4	8	4,7
Treonina	3,4	3,3	3,3	3,2	2,9
Serina	3,9	3,9	5	4,5	4,6
Ácido glutámico	13,2	13,6	15,6	16,9	31,3
Prolina	3,4	3,2	3,4	4	10,4
Glicina	5	5,2	7,4	4,1	6,1
Alanina	4,1	4,1	3,6	5,2	3,5
Valina	4,2	4,2	3,8	5,1	4,6
Isoleucina	3,4	3,4	3,2	3,5	4,3
Leucina	6,1	6,1	5,4	7,5	6,1
Tirosina	2,5	2,3	2,7	2,6	3,7
Fenilalanina	3,7	3,7	3,7	4,8	4,9
Lisina	5,6	5,3	6	3,2	2,8
Histidina	2,7	2,7	2,4	2,2	2
Arginina	8,1	8,3	8,2	6,3	4,8
Metionina	3,1	3	3,8	3,6	1,3
Cistina	1,7	1,6	2,3	2,5	2,2
Triptófano	1,1	0,9	1,1	1,1	1,2
% de N del grano	2,05	2,51	2,15	1,52	2,24
% de proteína	12,8	15,7	13,4	9,5	14

Fuente: Repo-Carrasco, 1992

Cuadro 2. Composición proximal de cereales y granos andinos (g/100 g materia seca)

Especie	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos	Calcio	Magnesio
						(mg)	(mg)
Trigo	10,5	2,6	2,5	1,8	78,6	-	-
Cebada	11,8	1,8	5,3	3,1	78,1	26	57
Avena	11,6	5,2	10,4	2,9	69,8	-	-
Centeno	13,4	1,8	2,6	2,1	80,1	-	-
Triticale	14	1,7	2,6	2	78,7	-	-
Arroz	9,1	2,2	10,2	7,2	71,2	39,6	119
Maíz	11,1	4,9	2,1	1,7	80,2	-	-
Sorgo	12,4	3,6	2,7	1,7	79,7	-	-
Quinoa	14,4	6	4	2,9	72,6	85	204
Kañiwa	18,8	7,6	6,1	4,1	63,4	157	210
Kiwicha	14,5	6,4	5	2,6	71,5	-	-

Fuente: Kent 1983; Repo-Carrasco 1992

Cuadro 3. Fracciones proteicas de quinua y kañiwa (% de proteína total)

Granos andinos	Albumina + globulinas	Protaminas	Glutelinas + proteínas insolubles
Kañiwa	41	28	31
Quinoa	45	23	32

Fuente: Scarpati & Briceño, 1980; Repo-Carrasco, 1992.

Compuestos bioactivos

Son compuestos funcionales no necesariamente nutritivos (fibra, carotenoides, compuestos fenólicos, pigmentos, etc.) que ayudan al mantenimiento de una buena salud, tienen efectos protectores y pueden prevenir enfermedades (cardiovasculares y cancerígenas) y tienen propiedades antioxidantes.

Fibra soluble e insoluble

La fibra soluble (pectinas, beta-glucanos, pentosanos), reduce el nivel de colesterol de la sangre previniendo así problemas cardiovasculares, diabetes y colesterol. El grano de kañiwa tiene un contenido adecuado de fibra cruda 6.1% (Repo-Carrasco, 1992). Ligarda Samanez A. (2007), en aislamientos de fibra soluble e insoluble a partir de salvado de kañiwa de la variedad Cupi, Ramis e Illpa INIA, encontró un elevado contenido de fibra dietaria total (12.92%), especialmente de fibra insoluble (3.49%), fibra soluble con un elevado contenido de pentosanos (16.41%) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Contenido de fibra dietética total (FDT), fibra dietética insoluble (FDI) y fibra dietética soluble (FDS) en granos andinos.

Producto	Fibra dietética total	Fibra insoluble	Fibra soluble
Kañiwa	5,31	2,49	7,8
Quinoa	12,92	3,49	16,41

Fuente: Ligarda Samanez, 2007.

Lípidos

Las grasas insaturadas (ácido linoleico grasa de la familia Omega-6 y el ácido alfa-linolénico de la familia omega-3 no pueden ser sintetizados por el organismo y por lo tanto deben ser obtenidos a través de la dieta) son necesarias para el crecimiento y el desarrollo, así como para mantener una buena salud y bajar el colesterol en la sangre.

La quinua y la kañiwa tienen una cantidad relativamente alta de aceite, convirtiéndolos en una fuente potencial para la extracción de aceite, aspecto muy poco estudiado, Repo-Carrasco (1992).

En la Universidad Nacional Agraria La Molina, se caracterizó la fracción lipídica de quinua y kañiwa así como la determinación de ácidos grasos y tocoferoles; en quinua se utilizó la variedad Huancayo y kañiwa blanca. Para quinua se encontró un alto grado de insaturación 127.81 y para kañiwa 121.14, lo que muestra un alto contenido de ácidos grasos insaturados en los aceites de quinua y kañiwa. El mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados presentes en estos aceites es el Omega-6 (ácido linoleico), Omega-9 (ácido oleico), Omega 3 (ácido linolénico) y ácido palmítico. Como podemos observar en el cuadro 5, el 81.05% de ácidos grasos en el aceite de quinua pertenece a ácidos grasos insaturados y el 91.19% en aceite de kañiwa.

Cuadro 5. Ácidos grasos insaturados presentes en aceite de quinua y kañiwa

Acido graso insaturado	Aceite de Quinua	Aceite de Kañiwa
Omega 6 (ácido linoleico)	50,24	42,59
Omega 9 (ácido oleico)	26,04	42,59
Omega 3 (ácido linolénico)	4,77	6,01
Totales (%)	81,05	91,19

Fuente: Repo-Carrasco, 1992

Tocoferoles

Los tocoferoles existen en la naturaleza como cuatro diferentes isómeros cuyo poder antioxidante en orden en el aceite es: $\gamma > \beta > \alpha$. El alfa tocoferol tiene mayor poder como vitamina E, siendo esta vitamina el mejor antioxidante a nivel de membranas en las células y protectora de los daños que causan los ácidos grasos de las membranas por los radicales libres. Los radicales libres dañan las células y al ADN.

Repo-Carrasco (1992) al determinar los tocoferoles encontró concentraciones para quinua 797.2 ppm de γ tocoferol y 721.4 ppm de α tocoferol, y para la kañiwa 788.4 ppm de γ tocoferol y 726 ppm de α tocoferol, siendo ligeramente superior la concentración de γ tocoferol en los aceites obtenidos. Si comparamos con el maíz, que tiene 251 ppm de γ tocoferol y 558 ppm de γ tocoferol, el contenido en aceite de quinua y kañiwa es mayor, garantizándonos mayor tiempo de conservación por el poder antioxidante del α tocoferol.

Carotenoides y compuestos fenólicos

Los vegetales contienen carotenoides o provitamina A que es transformada en dos moléculas de esta vitamina en el hígado. Así el β -caroteno, un ejemplo de carotenoide, es un tipo poco usual de lípido antioxidante. En varios estudios se ha evaluado la capacidad antioxidante de las plantas y bebidas de frutas. Todos estos estudios concluyen que los compuestos polifenólicos son los principales responsables de la actividad antioxidante *in vitro* Murillo (2005). Según Hertog et al (1993), citado por Vasconcellos (2005), los fenoles protegen a las plantas contra los daños oxidativos y llevan a cabo la misma función en el organismo humano.

Encina Zelada (2005) realizó extracciones de compuestos hidrófilos y lipófilos en muestras de kañiwa, quinua y kiwicha, con el fin de determinar compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de granos coloreados de kañiwa, quinua y kiwicha, y encontró que la kañiwa variedad Cupi presenta mayor contenido de compuestos lipofílicos (tales como carotenos, luteínas), mayor contenido de compuestos hidrofílicos (tales como compuestos polifenoles, betalainas), seguido por la quinua roja y kiwicha negra.

Azúcares

Además de polisacáridos, en los granos de quinua y kañiwa también se encuentran azúcares libres, en pequeñas cantidades (Repo-Carrasco, 1992) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contenido de azúcares en quinua, kañiwa y kiwicha (g/100 g materia seca).

Producto	Glucosa	Fructosa	Sacarosa	Maltosa
Quinua	1,7	0,2	2,9	1,4
Kañiwa	1,8	0,4	2,6	1,7
Kiwicha	0,75	0,2	1,3	1,3

Fuente: Repo-Carrasco, 1992

Minerales

El cuadro 7 presenta el contenido de minerales de cereales y de granos andinos. En kañiwa, se resalta el alto contenido de calcio, fósforo y hierro, lo mismo sucede con la quinua y la kiwicha.

Cuadro 7. Contenido de minerales de cereales y granos andinos (mg/100 g materia seca).

Elemento	Trigo	Cebada	Avena	Centeno	Arroz	Quinua	Kañiwa	Kiwicha
Calcio	48	52	94	49	15	94*	110*	236*
Magnesio	152	145	138	138	118	270***	n.r.	244**
Sodio	4	49	28	10	30	11.5***	n.r.	31**
Fósforo	387	356	385	428	260	140*	375*	453*
Hierro	4,6	4,6	6,2	4,4	2,8	16.8*	15.0*	7.5*
Zing	3,3	3,1	3	2	1,8	4.8***	n.r.	3.7**

Fuente: *Collazos 1993; ** Becker & al. 1981***; Latinreco 1990

n.r. = no reportado

BOTÁNICA



BOTÁNICA

Denominación de la especie

En 1929, el botánico suizo Paúl Aellen, creó la denominación *Chenopodium pallidicaule* Aellen, para nombrar a esta especie; utilizándose indistintamente el nombre de kaniwa o kañawa relacionadas con el origen del vocablo. Kaniwa es propia de las regiones con idioma quechua y kañawa de la población aymara.

Nombres comunes

La kaniwa tiene una gran variedad de nombres locales dependiendo de la región. Algunos de los nombres por los cuales se le conoce son:

En Perú: “kaniwa”.

En Bolivia: “Cañahua”.

Quechua: “kaniwa”, “kañawa”, “kañahua”, “kañagua”, “quitacañigua”, “ayara”, “cuchiquina”.

Aymará: “iswallahupa”, “aharahupa”, “aara”, “ajara”, “cañahua”, “kañawa”.

Español: “cañihua”, “cañigua”, “cañahua”, “cañagua”, “kaniwa”.

Inglés: “kaniwa”, “canihua”.

Taxonomía

Reino	: Vegetal
División	: Angiospermophyta
Clase	: Dicotyledoneae
Sub clase	: Archichlamydeae
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiaceae
Género	: Chenopodium
Especie	: <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen

Descripción de la planta de kaniwa

Planta herbácea, ramificada desde la base, altura de 50 a 60 cm, período vegetativo entre 140 y 150 días. El color de la planta (tallos y hojas) cambia según el ecotipo en la fase fenológica de grano pastoso; de verde a: anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y púrpura.

Variación de color de una misma planta de kaniwa de verde a púrpura
(Foto 1, 2 y 3)

Hábito de crecimiento

La planta de kaniwa tiene tres tipos de crecimiento: “saiwa” de tallos erguidos; “lasta” de tallos semierguidos y “pampa lasta” de tallos tendidos sólo sus extremos son erguidos (Fotos. 4 ,5 y 6)



Foto 4. Planta de crecimiento erguido: Kaniwa "Saiwa"



Foto 5. Planta de crecimiento semierguido: Kaniwa "Lasta"

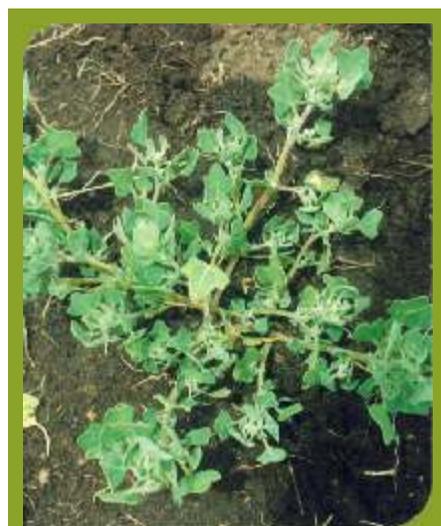


Foto 6. Planta de crecimiento postrado: Kaniwa "Pampa lasta"

Raíz

La raíz es pivotante, relativamente profunda de 13 a 16 cm, con escasa ramificación principal y numerosas raicillas laterales, varían del color blanco cremoso al rosado pálido (Fotos 7 y 8).



Foto 7. Raíz pivotante con escasa ramificación principal



Foto 8. Raíz pivotante con raicillas laterales

Tallo

El tallo es hueco (Foto 9), estriado (Foto 10) y ramificado desde la base de la planta con ramas secundarias (Foto 11), el número de ramas varía de 11 a 16 según el ecotipo, se cuenta desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en madurez fisiológica.



Foto 9. Tallo hueco

El diámetro del tallo central medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica varía de 3.5 a 4 mm (Foto 10).



Foto 10. Tallo estriado

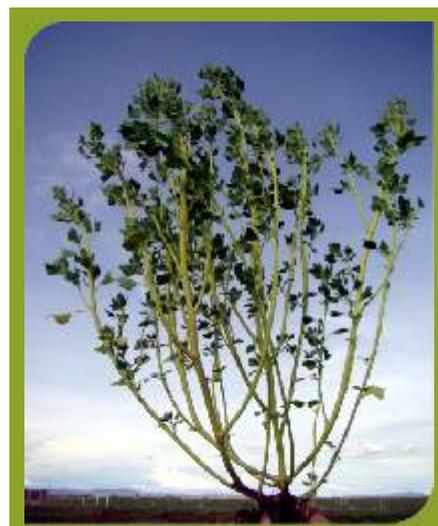


Foto 11. Tallo ramificado

El color del tallo en madurez fisiológica varía de acuerdo al ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro (Foto 12).



Foto 12. Plantas con tallos de diversos colores según ecotipo

Los tallos contienen vesículas con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración en condiciones muy secas (Foto 13).



Foto 13. Tallos con vesículas de oxalato de calcio

Hojas

Hojas tribuladas, alternas con pecíolos cortos de 10 a 12 mm, forma de la lámina foliar: romboidal, triangular, ancha ovada, mide 3.0 a 3.5 cm de largo y 2.5 a 2.8 cm de ancho, con borde entero o dentado. Las hojas presentan tres nervaduras bien marcadas en el envés, que se unen en la inserción del pecíolo. las hojas contienen vesículas con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración en condiciones muy secas (Foto 14).



Foto 14
Hojas tribuladas con oxalato de calcio

El color de las hojas varía según el ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro (Foto 15).



Foto 15. Hojas de diversos colores según ecotipo

Inflorescencia

Las inflorescencias son glomérulos inconspicuos, cimosas axilares o terminales, cubiertas por hojas terminales que las protegen de las temperaturas bajas (Foto 16).



Foto 16. Inflorescencia de Kaniwa cubiertas por hojas terminales que protegen a la planta de bajas temperaturas

La flor es de tipo basipeta, hermafroditas, androceo formado por 1-3 estambres con diferente longitud del filamento estaminal, gineceo con ovario súpero unilocular (Cano, 1971).

Características del grano

El grano no contiene saponina, es de forma subcilíndrico, cónico, sublenticular, subcónico y subelipsoidal de 1.0 a 1.2 mm de diámetro, el embrión es curvo y periforme, el epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro. El fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris de pericarpio muy fino y translúcido (Fotos 17 y 18). Las semillas no presentan dormancia y pueden germinar sobre la propia planta al tener humedad suficiente.



Foto 17. Granos de Kaniwa



Foto 18. Kaniwa variedad Illpa INIA

VARIABILIDAD GENÉTICA



VARIABILIDAD GENÉTICA

El Altiplano es un centro de diversificación y variabilidad muy importante de kañiwa. Su producción se concentra en terrenos comunales, campos donde es posible encontrar una gran diversidad de ecotipos con variabilidad genotípica y fenotípica.

Cuadro 8. Distritos de mayor diversificación y área cultivada de kañiwa

Provincia	Distrito	Comunidades campesinas
El Collao	Collao	Churo maquera, Churo Lopez, Jachocco
Puno	Laraqueri	Nuño marca, Ancacca
Puno	Acora	Amparani, Totorani
Melgar	Llalli	Llalli, Checasica, Kenemari
Melgar	Orurillo	Balsa pata, Caluyo
Melgar	Macari	Alto collana, Bajo collana, Huamanruro
Melgar	Umachiri	Sora, Umasi
Chucuito	Zepita	Tanka tanka (Alto pavita, Bajo pavita)
Chucuito	Juli	San Pedro de Llinqui
Chucuito	Kelluyo	Kelluyo
Carabaya	Crucero	Pueblo joven Carlos Gutiérrez
Lampa	Lampa	Isla cantería, Enrique Torres Belón

Fuente: Proyecto conservación *in situ* – INIA, 2005.

El Banco de Germoplasma de la EEA. Illpa-INIA, Puno, conserva 430 accesiones de kañiwa, de las cuales el 41% corresponde a la provincia de Melgar, 21% a la provincia de Puno, 13% a San Antonio de Putina, 10% a la provincia de Lampa y 6% a la provincia de Huancané. Sin embargo es imprescindible realizar colectas más minuciosas de material genético en forma amplia, como método rápido para obtener genotipos con valor agronómico y fuente de germoplasma.

Como en gran parte de las comunidades campesinas del Altiplano se encuentra una numerosa diversidad de ecotipos de kañiwa con alta variabilidad interna, cultivado por campesinos generación tras generación, el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos-Puno, a través del convenio Bioersity International - IFAD, CIRNMA e Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), en el marco del proyecto “Eleva la contribución de las especies olvidadas y subutilizadas a la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población rural de escasos recursos” el año 2002, ha recolectado 374 y caracterizado 120 colecciones (Foto 19 y 20), que se mantienen en el Banco de Germoplasma de la EEA. Illpa INIA, Perú.



Foto 19
Regeneración de 374 colecciones de Kañiwa

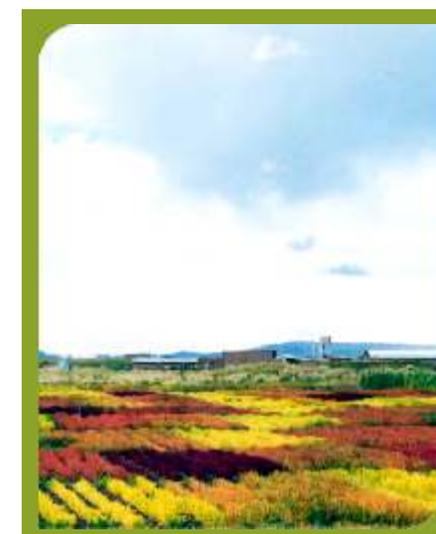


Foto 20. Caracterización y evaluación de colecciones de Kañiwa

En las colecciones de ecotipos, también llamados variedades tradicionales, locales o nativas realizadas en las provincias de Huancané, San Román, Lampa, Puno (Distrito: Acora) y Chuchito (Distrito: Pomata y Kelluyo), se ha encontrado que un mismo ecotipo puede recibir nombres diferentes en lugares diferentes.

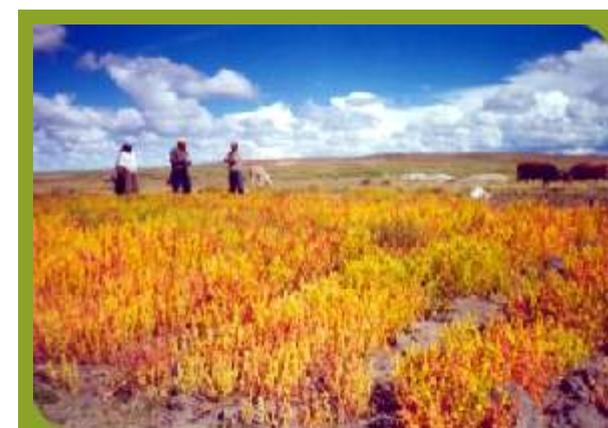


Foto 21
Colecciones de Kañiwa en el Distrito de Lampa



Foto 22
Colecciones de kaniwa en el Distrito de Keluyo

Ferias de biodiversidad de kaniwa

Otra de las actividades dentro del mismo proyecto fue las ferias de la biodiversidad de kaniwa en zonas de mayor variabilidad (Foto 23).

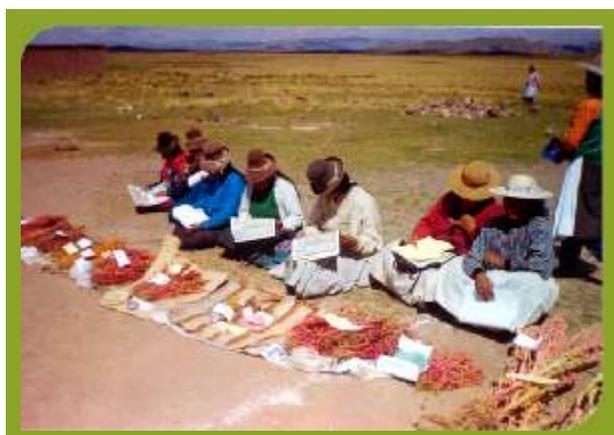


Foto 23
Exposición e Intercambio de semilla de kaniwa mediante ferias

El objetivo de las ferias de kaniwa fue el de exponer e intercambiar su diversidad, de esta manera promover la preservación de la “enorme riqueza genética de kaniwa” (Foto 24).



Foto 24. Preservación de la diversidad genética de plantas y granos de kaniwa

Asimismo fortalecer la relación entre producción, transformación y comercialización (Foto 25).



Foto 25
Muestra de Kaniwaco de elaboración artesanal

Cuadro 9. Principales ecotipos de kañiwa colectados en ferias rurales.

Nº	Nombre común	Nº	Nombre común	Nº	Nombre común
1	Choque sillihua	17	Estrella	33	Sayiri sillihua
2	Cunacutama	18	Pusi esquina	34	Janko alverja
3	Kitay llama	19	Chuwa kañiwa	35	Choque uta
4	Chuto	20	Chiji kañiwa	36	Chupica
5	Kello	21	Ara	37	Condor nayra
6	Illama	22	Naranja	38	Tonko kello
7	Alfenica	23	Rojo	39	Huancatama
8	Alverja	24	Amarilla	40	Sullka illama
9	Airampo kañiwa	25	Pasankalla	42	Wila chuto
10	Pito jiura	26	Kancolla	42	Chuto sillihua
11	Kello kañiwa	27	Cupi blanca	43	K'uytu kañiwa
12	Chillihua	28	Luntusa	44	Rosada alfenica
13	Wila alfenica	29	Ishualla c	45	Kañiwa comunal
14	Isillihua chiara	30	Leche pito	46	Alverja chuto
15	Coque pito	31	Peske kañiwa	47	Janko
16	Isillihua oke	32	Morado	48	Cunacutama rosada



Foto 26
Ecotipos de Kañiwa colectados en ferias locales



Foto 27
Denominaciones locales diversas en ferias

La participación de la mujer rural en las ferias, con su cultura milenaria, contribuye a recuperar los conocimientos tradicionales asociados a las cualidades culinarias, medicinales y reivindicar la imagen de estos alimentos frente al consumidor (Comida sana) (Fotos 28, 29, 30).



Foto 28. Contribución de la mujer en preservar el conocimiento culinario tradicional de Kañiwa



Foto 29. Preparado de alimento tradicional sano y nutritivo

Disminución de la superficie cultivada de kañiwa

La erosión genética y la pérdida de germoplasma de kañiwa es preocupante, por tratarse de un grano andino de alto valor biológico.

Causales de la disminución del área cultivada de kañiwa

En torno a la variabilidad genética de kañiwa, así como su prevalencia en el cultivo y consumo en provincias de Azángaro, Lampa, Chucuito y El Collao, Valdivia y Soto (2002) explican que la tendencia del cultivo de kañiwa es a disminuir, asociada a

diversos factores, como la falta de humedad en el suelo en la época de siembra, dificultad de sus labores de siega y trilla, al desplazamiento por cultivos forrajeros y al cultivo de variedades puras por la exigencia del mercado a través de un mejor precio.

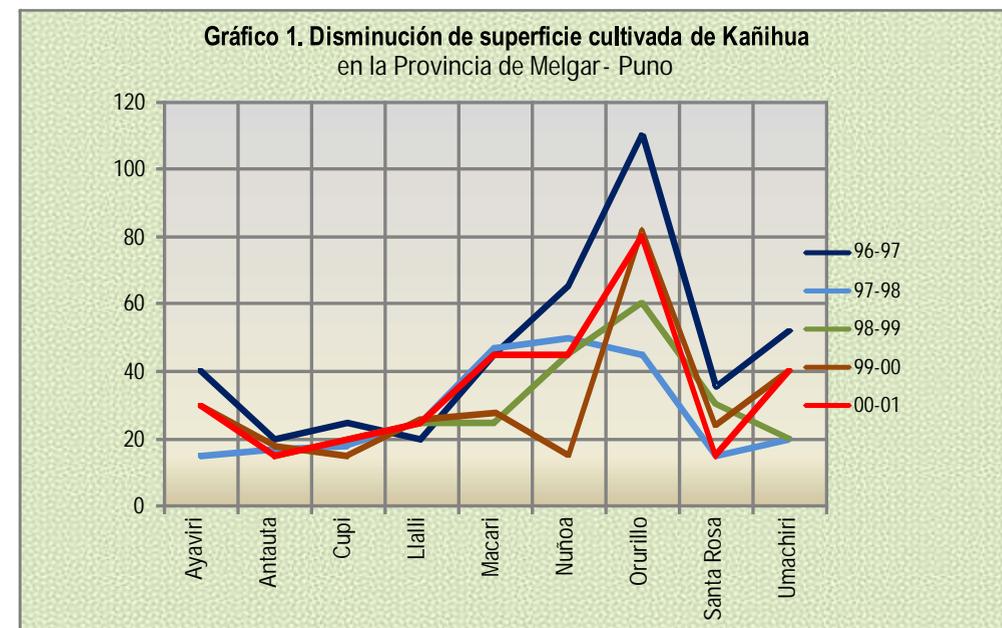
Ruiz (2003) mediante el proyecto “Conservación *in situ* de los cultivos nativos y sus parientes silvestres” identifico las causales de disminución del área cultivada de kañiwa en la provincia de Melgar. Entre las principales se menciona a la migración, quedando en el campo personas de tercera edad y niños; infraestructuras de riego que permiten la introducción de pastos cultivados para la producción pecuaria; incremento de cultivos forrajeros como la avena forrajera para engorde de ganado vacuno principalmente; baja productividad de kañiwa y los bajos precios con que compran los rescatistas en las ferias locales; tecnología muy tradicional de transformación tan sólo dedicado a kañiwaco.

Otro factor que genera la erosión genética de kañiwa es su uso y consumo, pues se ha modificado la cultura gastronómica de muchas comunidades, en las que se ha comenzado un proceso de pérdida de la gastronomía tradicional, de alto valor nutricional, para favorecer el consumo de cultivos introducidos, que no reúnen condiciones nutricionales.



Foto 30
Disminución de superficie cultivada en la Provincia de Melgar

La disminución de superficie cultivada de kañiwa en la provincia de Melgar de 1996 al 2001 se estimó en 20.4%, con mayor pérdida en los distritos de Santa Rosa y Nuñoa, 30.8 y 57% respectivamente (Gráfico 1).



Fuente: Proyecto Conservación *in situ* - INIA 2005

A pesar de esto, existe un acervo genético de kañiwa muy importante en el Altiplano, como región de origen del grano es un “depósito de germoplasma” el cual está en manos de pequeños productores y son ellos quienes conservan, seleccionan y cultivan.



Foto 31
El Altiplano como región de origen es el actual depósito de germoplasma

MEJORAMIENTO GENÉTICO



MEJORAMIENTO GENÉTICO

Para obtener éxito en el mejoramiento de las plantas, es necesario conocer su sistema de reproducción, genética y citogenética, y el tipo de acción génica (parámetros genéticos) involucrados en la herencia del carácter o caracteres bajo investigación y si dicho carácter está gobernado por genes mayores (herencia cualitativa) o por genes menores (herencia cuantitativa).

Composición genética de la kañiwa

Kañiwa, especie de gran diversidad genética, de reproducción mixta, debido a su tasa estimada de autofecundación entre 64 y 89% (Astete, 2002).

Citogenética

El número cromosómico básico de la kañiwa es $x=9$, con un número de cromosomas en células somáticas ($2n=18$), por lo que se trata de una especie diploide (Lescano, 1976). Estas determinaciones se efectuaron en puntas de raicillas por el método rápido del aplastado.

Herencia de caracteres

En cuanto a la herencia de algunos caracteres, pocos fueron los trabajos efectuados. Se estudió la coloración rojo y verde de la planta de kañiwa (Simmonds, 1966), así como el color negro y café de la semilla (Simmonds, 1966; Paca, 1970) y se encontró que la planta roja y el grano negro eran dominantes, controlados por un par de genes de herencia simple.

Objetivos del mejoramiento de kañiwa

De una manera general, lo más importante que busca el mejoramiento genético de las plantas es producir más por unidad de superficie mediante la obtención de nuevas variedades de plantas, y “mejorar” la calidad del producto. En el caso de kañiwa, el mejoramiento está orientado además de aumentar los rendimientos por unidad de área, a lograr la uniformidad en la maduración del grano en la planta.

Método de mejoramiento en kañiwa

Los métodos de mejoramiento aplicables a la kañiwa son la selección individual y/o masal, compuestos o variedades multilíneas y por hibridación; sin embargo, las dificultades derivadas del tamaño de su grano limitan la posibilidad de hibridación.

En Puno, Perú, el método de mejoramiento que se ha utilizado para obtener variedades mejoradas de kañiwa ha sido el de selección individual, pero para lograr el éxito esperado con este método, se requiere que haya variabilidad genética dentro de la población de plantas que se selecciona.

En este sentido y con base en la variabilidad genética de kañiwa colectada el año 2002, con el proyecto IPGRI-IFAD, convenio CIRNMA-INIA, el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos - EEA. Illpa Puno, ha identificado y seleccionado los mejores genotipos de kañiwa con características uniformes, en cuanto se refiere a uniformidad en la maduración del grano, tamaño de grano, altura de planta, tipo de crecimiento y período de maduración (Foto 32). En las pruebas subsiguientes de estas selecciones (Ensayos de adaptación y eficiencia), aplicando la metodología participativa de agricultores, para determinar el potencial de rendimiento, calidad del grano y adaptabilidad, se contó con el apoyo económico del convenio IFAD-NUS II - Bioversity International - CIRNMA - INIA, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de las oportunidades de ingreso y la seguridad nutricional de los pobres rurales, a través del uso y mercadeo de especies olvidadas y subutilizadas”. Como resultado de estos ensayos, se cuenta con la línea de kañiwa seleccionada “03-21-064”, material genético que el INIA-Puno, liberara como nueva variedad de kañiwa en el 2010 (Foto 36).



Foto 32. Identificación de genotipos de kañiwa con características fenotípicas uniformes

Las evaluaciones y selecciones participativas en los ensayos de adaptación y eficiencia se llevaron a cabo en campos de las comunidades campesinas de Collana (Distrito Cabana), Chañocahua (Distrito de Lampa) y Sorapa (Distrito Ilave), (Foto 33).

Entre los criterios de selección y evaluación, los agricultores destacaron el interés por plantas de crecimiento tipo saiwa, altura de planta 50 a 60 cm, por la facilidad que ofrecen en la cosecha. También destacan la precocidad del cultivo porque les permite asegurar la producción (no son afectados por factores como heladas y granizadas). Las características de color fueron destacadas más por las mujeres, quienes en muchos casos utilizan sus extractos para tintes, de preferencia plantas con granos de color gris claro, que favorece la elaboración de kañiwacco y al final plantas de buen potencial productivo (Foto. 34 y 35).



Foto 33. Discusión de los resultados de la evaluación participativa



Foto 34. Genotipo de interés para los productores de kañiwa



Foto 35. Genotipo de interés para los productores de kañiwa



Foto 36. Línea seleccionada para variedad de kañiwa

El desarrollo de tecnologías, aplicando la metodología participativa de productores en sus propias chacras, es una alternativa para superar el problema de producción comercial sostenible y adopción de tecnologías, acorde con las necesidades en el contexto de su propio medio.

Procedimiento de selección individual

El procedimiento de selección individual puede resumirse como sigue:

1^{er}. Año. Seleccionar de 700 a 800 plantas de ecotipos o variedades locales, que producen aproximadamente 8 kg de semilla, suficientes para sembrar una hectárea.

2^{do}. Año. Sembrar la semilla de cada planta en un surco por separado, y durante el desarrollo de las plantas, reselectionar las mejores progenies, en las características consideradas objetivos del mejoramiento. Cada progenie reselectionada se cosecha en masa y constituye una línea experimental.

3^{ro} al 4^{to} Año. Someter las líneas experimentales a ensayos de rendimiento preliminar y uniforme.

5^{to} al 6^{to} Año. Continuar con ensayos de adaptación y eficiencia en las diversas localidades (comunidades campesinas) donde se van a sembrar las variedades mejoradas y seleccionar la mejor línea experimental que supere a la variedad local y darle un nombre para la liberación de la línea como variedad mejorada.

7^{mo}. Año. Multiplicación de semilla genética de la línea de kañiwa seleccionada, para su futura distribución.

Estabilidad de caracteres

Como el rendimiento es un carácter de herencia cuantitativa, controlado por varios genes de efecto aditivo y fuertemente afectado por el efecto ambiental que enmascara la expresión del potencial genético de una variedad por esta razón como parte del desarrollo una variedades, Apaza (2002), estimó -como parte del desarrollo de variedades- los parámetros de estabilidad para rendimiento de tres líneas de kañiwa seleccionadas, comparando a una variedad comercial (Ramis), en ocho ambientes y cuatro años, de las cuales se seleccionó la línea LP-1 con coeficiente de regresión similar a la unidad ($b=1.0078$) y una desviación de regresión $S^2=0$ (0.0011) por su aceptable estabilidad en diferentes ambientes, denominándose a la línea seleccionada como Illpa INIA 406 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Rendimiento promedio y parámetros de estabilidad de tres líneas de kaniwa, evaluado en ocho ambientes.

Líneas de kaniwa	Promedio de rendimiento (t/ha)	Coefficiente de regresión (bi)	Desviación de la regresión (S ²)
LP-1 (Illpa INIA)	3,24	1,0178	0,0011
03-21-20	2,25	1,1802	0,024
03-21-210	2,15	1,6948	0,031
Ramis (Testigo)	1,5	0,0972	0,002

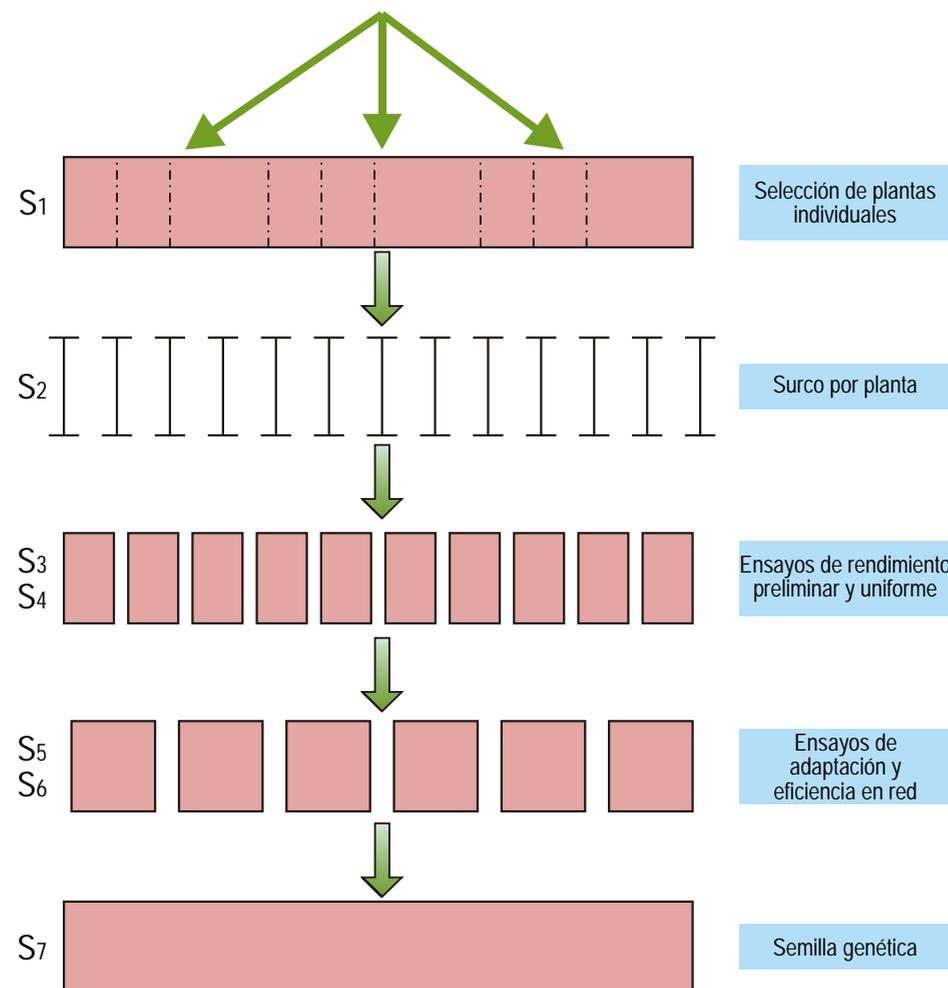
Fuente: Expediente, liberación de la variedad de kaniwa Illpa INIA 206 (Vidal Apaza, 2004).



Esquema del método de selección individual para kaniwa



Biodiversidad de kaniwa



Variedades mejoradas

Una variedad de kañiwa es definida como un grupo de plantas similares que debido a sus características morfológicas y comportamiento, se puede diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie.

Como la kañiwa es una planta con una tasa de autofecundación entre 64 y 89%, las variedades mejoradas pueden obtenerse por los métodos de selección, considerando su gran variabilidad genética. El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ha logrado obtener las variedades Ramis, Cupi e Illpa INIA, consideradas como las primeras obtenidas mediante los métodos de mejoramiento por selección individual (panoja surco) y estudios de estabilidad de rendimiento.

A continuación describimos las características más sobresalientes de las tres variedades de kañiwa:

Variedad Cupi: (Foto 37)

- Hábito de crecimiento: Saiwa
- Altura de planta 60 cm.
- Diámetro del tallo central medido en la parte media del tercio inferior de la planta en madurez fisiológica: 4.0 mm.
- Color de estrias: púrpura pálido.
- Color del tallo en madurez fisiológica de la planta: púrpura pálido.
- Número de ramas primarias desde la base hasta el segundo tercio de la planta: nueve.
- Cobertura vegetativa medida en madurez fisiológica, considerando la cobertura más ancha de la planta: 24 cm.
- Forma de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: ancha ovada.
- Número de dientes de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 5 a 6.
- Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: siete mm.



Foto 37. Variedad Cupi

- Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.62 cm.A
- Ancho máximo de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.40 cm.
- Color de la hoja a la madurez fisiológica: púrpura pálido.
- Grado de dehiscencia cuando alcanza a la madurez fisiológica: regular.
- Aspecto del perigonio la madurez fisiológica: cerrado.
- Color del perigonio registrado a la madurez fisiológica: gris crema suave.
- Color del epispermo: café claro.
- Diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.0 a 1.1 mm.
- Peso de 1000 granos 0.5510 g.

Variedad Ramis: (Foto 38)

- Hábito de crecimiento de la planta: Saiwa
- Altura de planta: 52 cm. Diámetro del tallo central: 4.5 mm.
- Color de estrias: púrpura.
- Color del tallo en madurez fisiológica: púrpura.
- Número de ramas primarias desde la base hasta el segundo tercio de la planta: 15.
- Cobertura vegetativa medida a la madurez fisiológica, considerando la cobertura más ancha de la planta: 26 cm.
- Forma de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: ancha ovada.
- Número de dientes de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 3 a 5.
- Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: 8 mm.
- Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 2.03 cm.
- Ancho máximo de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.70 cm.
- Color de la hoja a la madurez fisiológica: púrpura pálido.



Foto 38. Variedad Ramis

- Grado de dehiscencia cuando alcanza la madurez fisiológica: ligera.
- Aspecto del perigonio a la madurez fisiológica: semiabierto.
- Color del perigonio registrado a la madurez fisiológica: gris oscuro.
- Color del epispermo: café oscuro.
- Diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.1 a 1.2 mm.
- Peso de 1000 granos 0.8566 g.

Variedad Illpa INIA 406: (Foto 39)

- Hábito de crecimiento de la planta: Saiwa.
- Altura de planta: 67 cm.
- Diámetro del tallo central: 5.0 mm.
- Color de estrías: rojo.
- Color del tallo en madurez fisiológica: anaranjado.
- Número de ramas primarias desde la base hasta el segundo tercio de la planta: 33.
- Cobertura vegetativa medida a la madurez fisiológica considerando la cobertura más ancha de la planta: 31 cm.
- Forma de lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: ancha ovada.
- Número de dientes de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 5 a 7.
- Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: 12 mm.
- Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 2.40 cm.
- Ancho máximo de lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.73 cm.
- Color de la hoja a la madurez fisiológica: anaranjado.
- Grado de dehiscencia cuando alcanza la madurez fisiológica: ligera.

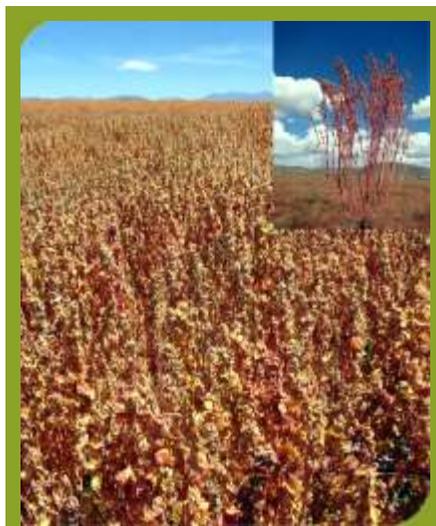


Foto 39. Variedad Illpa INIA 406

- Aspecto del perigonio en la madurez fisiológica: Cerrado.
- Color del perigonio registrado a la madurez fisiológica: crema suave.
- Color del epispermo: café claro.
- Diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.0 a 1.1 mm.
- Peso de 1000 granos: 0.5511 g.

Cuadro 11. Composición química proximal de tres cultivares de kaniwa (2010)

Determinaciones	Variedad Cupi	Variedad Ramis	Variedad Illpa INIA 406
Humedad (%)	8,45	7,73	8,36
Proteína (Nx6.25) %	13,48	13,1	13,82
Fibra (%)	10,28	10	11
Cenizas (%)	4,1	4,08	4,16
Grasa (%)	3,88	3,9	3,92
ELN (%)	59,81	61,19	58,74
Energía (Kcal/100 g)	325,36	329,65	322,68

Fuente: Laboratorio, EEA-Illpa, Puno (Vidal Apaza M. 2010)

Variedades Compuestas

Actualmente el Programa de Mejoramiento en Cultivos Andinos del INIA, con apoyo económico de Bioversity International “Proyecto Desarrollo de Granos Andinos con potencial para Asegurar la Nutrición Popular y la Superación de la Pobreza”, está realizando trabajos en la formación de variedades compuestas de kaniwa y quinua de ancha base genética, de tal forma que puedan adaptarse a las variaciones ambientales y a la evolución cuantitativa y tener un área de distribución potencial razonablemente amplia y su vigencia como variedad útil sea duradera.

Para esto se ha recurrido a la gran variabilidad genética, que en gran parte se encuentran almacenados en los bancos de germoplasma y en comunidades campesinas del altiplano.

El método de mejoramiento para lograr este tipo de variedades es el de compuestos o variedades multilíneas. Según Brauer (1976), el compuesto está constituido por una mezcla de líneas que puedan ser iguales o muy semejantes en sus caracteres agronómicos y de calidad, pero que tienen diferente resistencia genética a distintas razas de patógenos (Fotos 40, 41 y 42).

Aquí es importante señalar cómo el pequeño agricultor maneja una alta plasticidad en sus cultivos con el uso de mezcla de variedades locales o criollas, asegurando su producción para sus necesidades y en segundo plano para la venta.



Foto 40. Agrupación genética con criterios morfológicos en la formación de compuestos



Foto 41. Grupos de compuestos balanceados de Kaniwa



Foto 42. Grupos de compuestos balanceados de Kaniwa

TECNOLOGÍA DEL CULTIVO



TECNOLOGÍA DEL CULTIVO

Condiciones agroecológicas de producción

El Altiplano de la Región Puno se ubica a altitudes mayores a los 3800 msnm., las zonas más bajas del altiplano se encuentran alrededor del lago Titicaca. La temperatura media máxima varía entre 13 y 19°C y la temperatura media mínima entre -10 y 5°C dependiendo del lugar y la época del año; las temperaturas medias mínimas más bajas ocurren durante los meses de invierno junio y julio; la temperatura media anual varía de 6 a 9°C dependiendo en la altitud y proximidad al lago Titicaca. La precipitación anual media varía de 580 a 745 mm, humedad relativa promedio mensual 55%, fotoperiodo de 9 a 10 horas sol por día (Grace, 1985).

Ésta es la zona agrícola tradicional de la kañiwa. Los requerimientos ambientales dependen de su estado de crecimiento y desarrollo. Así, el requerimiento de humedad del suelo para la germinación y emergencia de las plántulas a la superficie del suelo es indispensable, durante la ramificación puede tolerar periodos prolongados de sequía en verano (veranillos), temperaturas bajas hasta de -3°C, se adapta a la variación de la precipitación anual. El requerimiento de radiación fotosintéticamente activa para el llenado de granos es desconocido. Finalmente la cuantificación de los requerimientos ambientales del cultivo es materia de experimentación e investigación, ya sea en ambientes controlados (laboratorios e invernaderos) como también en campo.

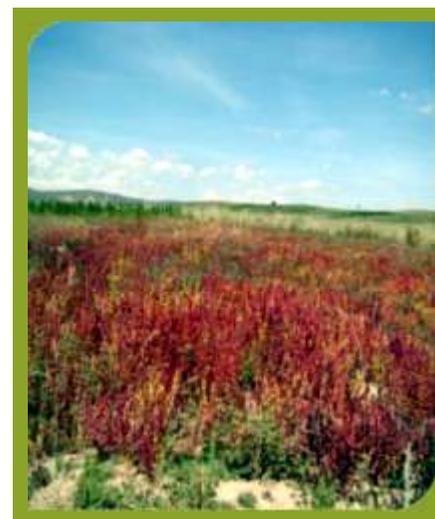
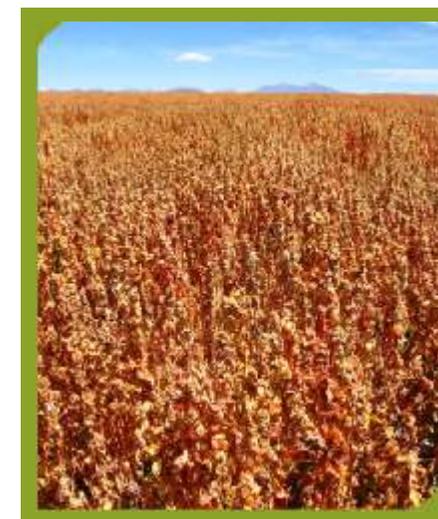
En la planta de kañiwa existen mecanismos de adaptación, como hojas que cubren y protegen los primordios y ejes florales de las bajas temperaturas y la presencia de pubescencia de vesículas en hojas y tallos, con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración de la planta en sus diferentes fases fenológicas (Foto 43).



Foto 43. Primordios florales cubiertos por hojas con cristales de oxalato de calcio

Manejo Agronómico

El manejo agronómico del cultivo de kañiwa por los agricultores de las comunidades campesinas en un 95% es tradicional, desde la siembra hasta la cosecha del grano (Foto 44). El objetivo del manual es presentar un resumen de la tecnología del cultivo de kañiwa a un nivel que permita competir con los otros cultivos comerciales (Foto. 45).

Foto 44
Manejo tradicional de la KañiwaFoto 45
Manejo tecnificado de la Kañiwa

Calidad de la semilla

Existe deficiencia de semilla de calidad. Para la siembra tradicional los agricultores cultivan semillas recolectadas en cosechas anteriores, lo cual repercute sobre los rendimientos.

Para que la producción tenga éxito, la semilla de kañiwa al igual que otros granos como mínimo debe reunir lo siguiente:

1. Poder germinativo: El poder germinativo debe estar por encima del 80%. Se determina el poder germinativo de la semilla, colocando 100 semillas en papel bien mojado por tres días, bajo condiciones del campo (Temperatura) donde se cultiva la kañiwa. El número de semillas germinadas corresponde al porcentaje de germinación.
2. Pureza: se recomienda el uso de semilla por lo menos seleccionada, libre de semilla de otras especies, de restos de rastrojo u otras impurezas.

Germinación: se denomina a la fase fisiológica, en la cual la semilla entra en contacto con el suelo húmedo, comienza a absorber agua y aumentar así su volumen. El embrión se desprende de la semilla y comienza a crecer. La germinación de la kañiwa se inicia a las pocas horas de ser expuesta a la humedad del suelo y la emergencia ocurre normalmente a los siete días de la siembra, en caso de que existan buenas condiciones de humedad del suelo.

Rotación del cultivo

En el sistema de rotación, la kañiwa es cultivada después del cultivo de papa amarga.

Preparación del suelo

Actualmente la preparación de suelos por los agricultores de las comunidades campesinas es realizada con yuntas de bueyes. El suelo para el cultivo de la kañiwa no necesita una preparación especial, pero al mismo tiempo se constituye en una labor indispensable si tomamos en consideración que la kañiwa es un cultivo que se quiere producir en grandes extensiones, se puede emplear arado, rastra y surcadora, implementos que están al alcance del agricultor. La kañiwa por poseer un grano muy pequeño (1.0 a 1.2 mm de diámetro), requiere un buen desterronado, nivelación de la tierra para una uniforme germinación y emergencia de plántulas (Fotos 46 y 47).



Foto 46. Preparación tradicional del suelo con bueyes



Foto 47.
Preparación con tractor: arado, rastra y surcadora

Abonamiento

Es generalizado que los campesinos no abonen dicho cultivo y no se disponen de normas de abonamiento comprobadas; sin embargo en experiencias del Programa Nacional de Cultivos Andinos del INIA-Puno, se observó que un

abonamiento de cuatro a seis toneladas de estiércol descompuesto de ovino en una hectárea era la más adecuada. Se recomienda efectuar el análisis del suelo para corregir el nivel de abonamiento (Foto 48).

El abono es aplicado manualmente al fondo del surco antes de la siembra. La kañiwa responde a una fórmula de abonamiento: 40 kg de N, 20 kg de P_2O_5 /ha. La falta de un abonamiento adecuado explica en parte los rendimientos bajos.



Foto 48. Terreno con aplicación de abonamiento

Siembra

El cultivo se efectúa exclusivamente en condiciones de secano, la época de siembra varía de acuerdo a la comunidad campesina en la cual se cultiva la especie y va generalmente de octubre a mediados de noviembre. Para la siembra en surcos se requiere 8 kg de semilla por hectárea, se siembra a chorro continuo en surcos distanciados a 0.50 m (Foto 49).



Foto 49. Siembra a chorro continuo

Emergencia de plántulas

Se llama a la acción que la plántula atraviesa la superficie del suelo y es visible los cotiledones aun con la semilla en la parte apical.

Si después de ocho días no se ha iniciado la emergencia, determinar las razones de la falta de germinación extrayendo las semillas del suelo, y proceder a la resiembra si es necesario.



Foto 50. Emergencia de plántulas

Aporque y deshierbe

A nivel de la agricultura campesina, el aporque no es practicado y la maleza por ser un recurso forrajero es utilizado gradualmente para la alimentación animal.

Sin embargo, la producción orientada al mercado y por la exigencia del mismo, crea la necesidad de realizar ciertas labores culturales que tienen que ver con la calidad del grano como: deshierbes, aporques y desmezcle de plantas ajenas al cultivo (Fotos 51, 52 y 53).

Con el aporque se eliminan casi en su totalidad las malezas al extraerlas desde sus raíces, además de introducir aireación a las raíces de las plantas de kañiwa.

Estas labores se deben realizar cuando las plantas de kañiwa estén ramificando.



Foto 51. Aporque



Foto 52. Deshierbe



Foto 53. Desmezcle de plantas ajenas a la variedad

Período vegetativo

El cultivo demora entre 140 y 150 días en madurar, dependiendo de la variedad y/o ecotipo de kañiwa.

Cosecha

La cosecha tradicional de variedades locales consiste en arrancar las plantas con raíces y sacudirlas para que caigan los granos maduros, el resto dejarlas secar en gavillas durante 10 a 15 días, para finalmente proceder a la trilla (Debido a la maduración paulatina de la planta).

La cosecha comercial de variedades definidas aún es totalmente manual en cinco etapas (siega, emparvado, trilla, venteo y almacenamiento), durante el mes de abril.

Siega

La siega de las plantas se realiza con hoz, cegando manualmente el tallo a una altura más o menos a cinco centímetros del suelo, antes de que los granos sobremaduren, para evitar pérdida por desgrane (Foto 54). Tradicionalmente los productores de kañiwa que siembran parcelas pequeñas arrancan las plantas con las raíces, lo que trae como consecuencia que el grano esté mezclado a la tierra procedente de las raíces, desmejorando la presentación y calidad del grano (Foto 55).



Foto 54. Siega con hoz



Foto 55. Arranque de plantas

Emparve

Las plantas segadas se colocan en gavillas o parvas pequeñas para que terminen de secarse hasta que los granos tengan la humedad adecuada (12-14%) para la trilla (Foto 56).



Foto 56. Emparve de plantas segadas

Trilla

La trilla manual es una práctica aún vigente, se realiza golpeando las plantas amontonadas en mantas con palos especiales, sacudiendo luego para separar el grano de la broza. Para esta labor la humedad del grano puede variar entre 12 y 14% (Foto 57).



Foto 57. Trilla

Venteo

En vista que la kañiwa trillada en forma manual contiene impurezas (hojas, tallos), se hace necesario el venteo del grano, aprovechando las corrientes naturales de aire, con ayuda de tamices o zarandas de manejo manual. Para eliminar las impurezas, se utiliza un tamiz de 3.0 mm (Foto 58); para la clasificación de granos, se realiza con un tamiz de 850 micras; la clasificación de granos por tamaños no se realiza. Este método es utilizado por pequeños productores, cuya producción se destina en su mayoría para autoconsumo.



Foto 58. Venteo

Selección del grano de kañiwa con maquinaria

La clasificación y eliminación de impurezas de los granos cosechados es una práctica importante del manejo poscosecha, ya que permite mejorar la calidad del grano y/o de la semilla. En el INIA-Puno, la clasificación de granos de kañiwa se realiza con una clasificadora adaptada de granos para quinua. Con esta máquina, se procesa un promedio de 225 kg por hora y se obtiene el siguiente proceso de clasificación y porcentajes de selección:

- Materia prima: 1995 kg (100%)
- Semilla o grano de primera: 1764 kg (88.43%)
- Consumo animal: 231 kg (11.57%)

Almacenamiento

El almacenamiento es de mayor interés si se trata de semilla. En este caso, las semillas se deben almacenar a una humedad del grano no mayor al 12%.

Rendimiento de grano

Con las prácticas de cultivo tradicionales del campesino como: escasa preparación del suelo, sin abonamiento, siembra a voleo que muchas veces pareciera estar sembrado en surcos pero no son más que los surcos que quedan del cultivo de papa, el agricultor obtiene en promedio 500 a 700 kg/ha de grano (Foto 59). Sin embargo, se puede alcanzar rendimientos medios de 1.8 t/ha, con la tecnología descrita (Foto 60).



Foto 59. Cultivo tradicional



Foto 60. Cultivo tecnificado

Valdivia y Soto (2002) estimaron el promedio aproximado de rendimiento en 658 kg/ha, en las provincias de Chucuito y El Collao (Zona sur), en Azángaro y Lampa 715 kg/ha (Zona norte). Estas provincias, según estadísticas de MINAG, totalizan el 66% de la producción de Kañiwa en la Región Puno.

Plagas y enfermedades

En cuanto a la sanidad, la planta de kañiwa es resistente a plagas y enfermedades (posiblemente debido al ambiente donde ésta se desarrolla). Ocasionalmente puede sufrir ataques de mildiu y de Q'honaQ'hona, en la etapa de floración y formación de grano respectivamente; en las hojas de la planta se presentan lesiones con manchas irregulares en el haz y el envés similares al "mildiu" de la quinua (Fotos 61 y 62).



Foto 61. Lesión foliar en el haz



Foto 62. Lesión foliar en el envés

Factores meteorológicos adversos

Uno de los efectos más negativos en la madurez fisiológica son las granizadas que pueden afectar más del 50% de la producción; sin embargo, cuando el cultivo está en ramificación, las plantas son tolerantes tanto a granizadas como a bajas temperaturas de -4°C. En la foto 63, se muestran plantas de kañiwa que han tolerado el efecto negativo de granizadas, también se muestra la tolerancia a bajas temperaturas de -4°C (junto a plantas de kañiwa, se muestran plantas de papa totalmente heladas) (Foto 64).



Foto 63 Tolerancia a granizada



Foto 64. Tolerancia a heladas

Producción de semilla de calidad

Existe deficiencia de semilla seleccionada, sobre todo de las variedades nativas. La semilla de calidad debe ir unida a la mejora del producto final y su presentación en el mercado. Lo más importante es mantener la pureza varietal (eliminando plantas de otras variedades o kañiwas silvestres) en el campo de cultivo, cuidando de no hacer mezclas al momento de la cosecha y manipulación.

Se recomienda el uso de semilla certificada o por lo menos seleccionada. La semilla seleccionada debe ser:

- De la última cosecha (el almacenamiento prolongado baja el poder germinativo).
- De tamaño uniforme y grande (ofrece mayor cantidad de reservas nutritivas y asegura una germinación y emergencia uniforme).
- De color uniforme (asegura semilla del mismo color en la próxima cosecha).
- Libre de impurezas (ej. semilla de otras especies o rastrojos).
- Hasta el momento no se ha encontrado la necesidad de desinfectar la semilla de kañiwa antes de la siembra.

CADENA PRODUCTIVA, EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN



CADENA PRODUCTIVA, EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La cadena productiva de kañiwa sigue un proceso tradicional. En ese marco la cadena se estructura por cuatro segmentos: producción, procesamiento, comercialización y de consumo.

Para encarar los diferentes procesos en cada segmento de la cadena productiva, se utiliza la mano de obra intensivamente, en muchos casos a cargo de los propios productores. Por otro lado, esta cadena está condicionada por la oferta, dado que las empresas transformadoras de kañiwa dependen de los volúmenes que son ofertados por los acopiadores, quienes a su vez, están condicionados a los volúmenes que los productores están dispuestos a vender.

Producción, procesamiento y comercialización

La comercialización básicamente está relacionada con el fortalecimiento de las organizaciones de productores para mejorar sus canales de comercialización.

Producción

El Altiplano de la Región Puno ha experimentando un crecimiento año tras año, llegando en el caso del año 2009 a producir 4,458 toneladas (0.743 t/h) en una superficie de 5,920 hectáreas (0.743 t/ha) (Gráfico 6).

Procesamiento

El Consorcio Asociación de Pequeños y Medianos Productores de Umachiri ASPEMEP ha identificado al segmento de procesamiento de kañiwa con una demanda creciente por las empresas agroindustriales ubicadas en su mayoría en las ciudades de Puno, Juliaca y Ayaviri, como la empresa Altiplano en Juliaca y Asociación Nacional de Productores Ecológicos (ANPE) en Ayaviri, entre otros, los cuales tienen requerimientos para elaborar productos como harinas, expandidos, hojuelas, mezclas fortificadas, etc.

Cabe indicar que estas empresas están abasteciendo mezclas fortificadas a base de quinua y kañiwa para desayunos escolares en diversos municipios de las regiones de Cusco, Puno, Moquegua y Tacna, teniendo un déficit de materia prima de quinua y kañiwa.

Comercialización

En la zona existen una decena de ferias en donde se hacen compra y venta de kañiwa, pero las que concentran a las pequeñas ferias periféricas del área de intervención del negocio son las de Puno, Juliaca y Ayaviri. El producto es

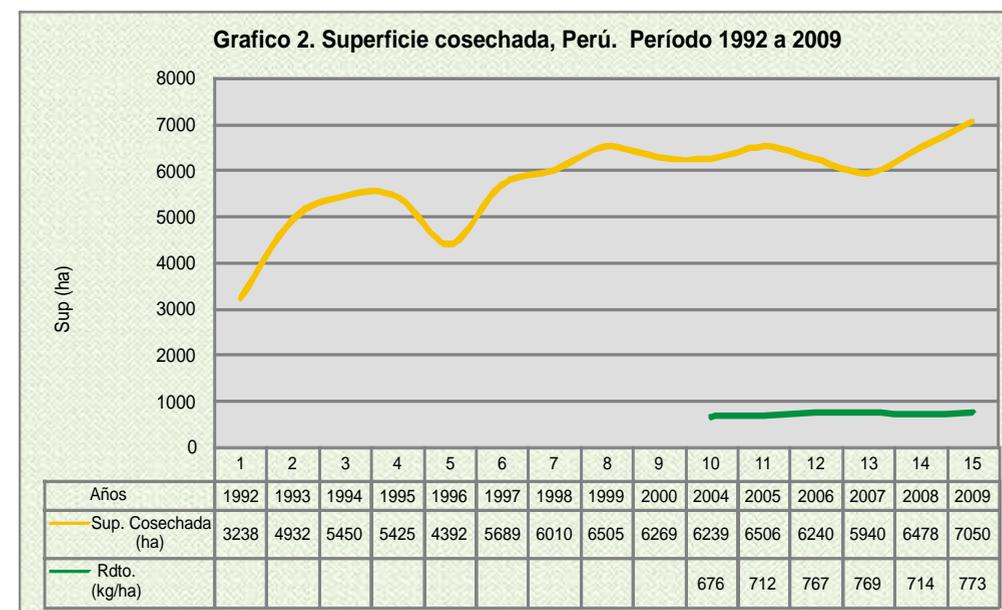
canalizado por los mayoristas, más de la mitad del producto es transportado directamente a los mercados de Lima y otra parte queda en el macro sur (Puno, Cusco, Arequipa) para ser distribuidas en las molinerías, tiendas minoristas y consumidores directos de la ciudad. Los flujos comerciales tienen lugar a uno o dos meses después de la cosecha (Junio a Agosto), vendiéndose alrededor del 60% del volumen que se destina al mercado y la pequeña industria. Lo restante se vende progresivamente entre los meses de agosto y diciembre, quedando cantidades muy pequeñas en el mercado local entre enero y abril, como grano seco entero.

En la actualidad, la comercialización de kañiwa en su mayoría es en materia prima expendiéndose en su mayor parte en los mercados locales de Puno, Juliaca y Ayaviri a granel, lo que en el futuro esperamos se expenda en forma clasificada, etiquetada y con valor agregado.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE KANIWA

Superficie cosechada y rendimiento a nivel nacional 1992 a 2009

La superficie cosechada de kañiwa a nivel nacional en los últimos 15 años muestra un incremento del 54% en relación a 1992; el rendimiento se incrementó de 676 kg/ha (2004) a 773 kg/ha (2009), como se puede apreciar en el Gráfico 2.



Fuente: Direcciones Regionales Agrarias - Dirección de Información Agraria (DIA)

Superficie cosechada, producción y rendimiento a nivel regional 2004 y 2009

En los últimos cinco años, el área cosechada de kañiwa en las tres regiones se ha incrementado en 12%.

La producción de las principales regiones productoras de kañiwa se muestra en el cuadro 12, donde la Región Puno representa el 96% de la producción nacional, seguido de Cusco con 3% y Arequipa con 0.16%.

Los rendimientos promedios en el año 2009 si bien son reducidos, por debajo de los 844 kg/ha, representan una mejora con respecto a los 712 kg/ha del 2004. Por otro lado, se puede observar que el rendimiento en la Región Arequipa tiene una tendencia creciente probablemente debido a la fácil adaptación a condiciones climáticas, edáficas y conocimiento de manejo del cultivo por los pequeños agricultores. (Cuadro 12).

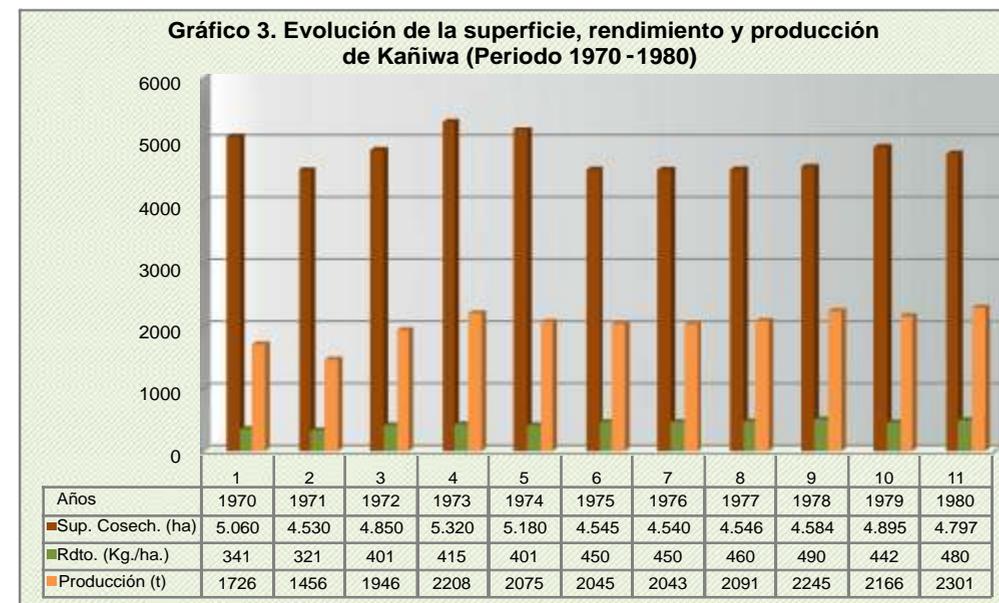
Cuadro 12. Superficie, producción y rendimiento (Puno, Cusco, Arequipa)

Regiones	Regiones						% de producción
	2004			2009			
	Sup. Cos (ha)	Producción (t)	Rdto. (kg/ha)	Sup. Cos (ha)	Producción (t)	Rdto. (kg/ha)	
Puno	5920	4052	684	6068	4726	779	96.13
Cusco	312	156	500	974	709	727	3.7
Arequipa	7	7	951	8	12	1025	0.16
Total/Promed	6239	4215	712	7050	5447	844	100

Fuente: MINAG OIA 2010

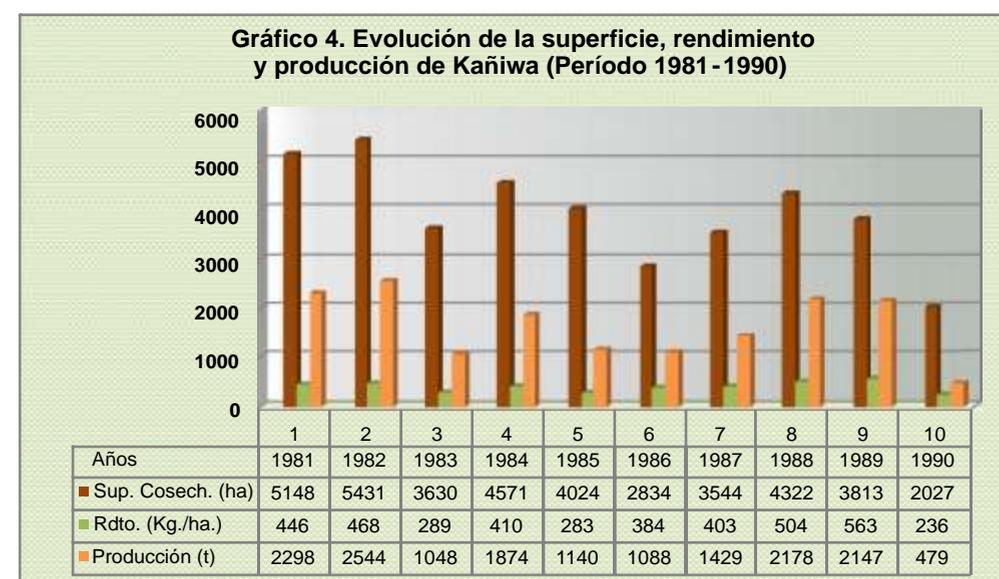
Superficie cosechada, rendimiento y producción en el Altiplano de la Región Puno 1970 a 2008

Durante el período de 1970 a 1980, los rendimientos aumentaron de 341 kg/ha a 480 kg/ha (Gráfico 3) con un promedio de 423 kg/ha (Cuadro 14), incrementando la producción de 1726 t. (1970) a 2301 t. (1980), gráfico 3.



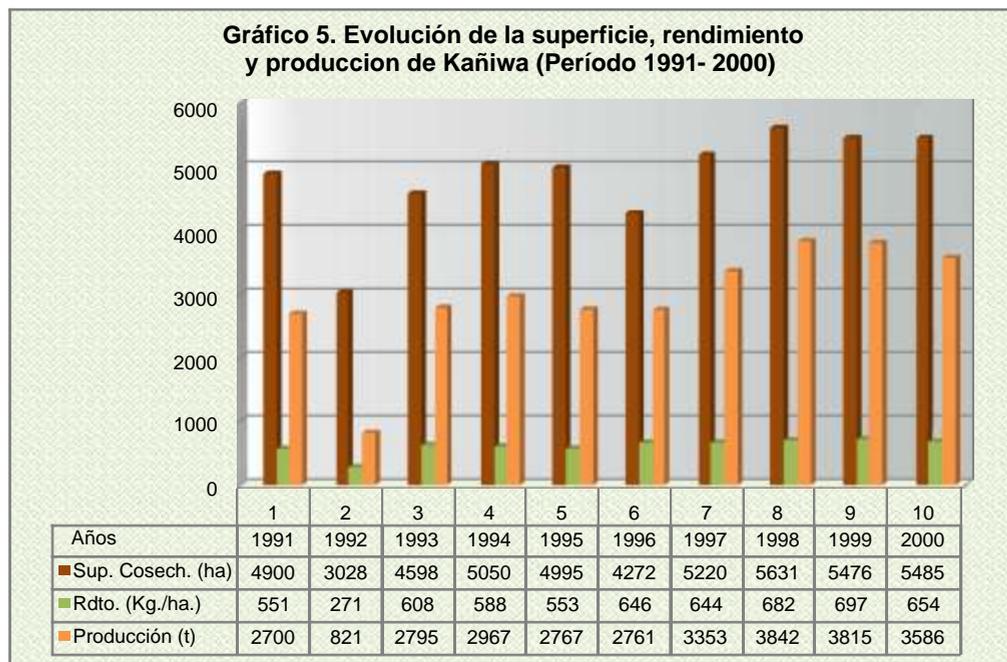
Fuente: Direcciones Regionales Agrarias - Dirección de Información Agraria (DIA)

En la década 1981-1990, la superficie cosechada ha disminuido de 5,148 ha a 2,027 ha y el rendimiento osciló de 236 kg/ha a 504 kg/ha (Gráfico 4) con un promedio de 399 kg/ha (Cuadro 14). Por otro lado, el área sembrada de 3,031 hectáreas se cosechó un promedio de 3,934 hectáreas (Cuadro 14), observándose una disminución de 1,097 hectáreas, que equivale al 7.4% de pérdida, debido a factores adversos como: sequías (veranillos prolongados), granizadas e inundaciones en los estadios más críticos del cultivo.

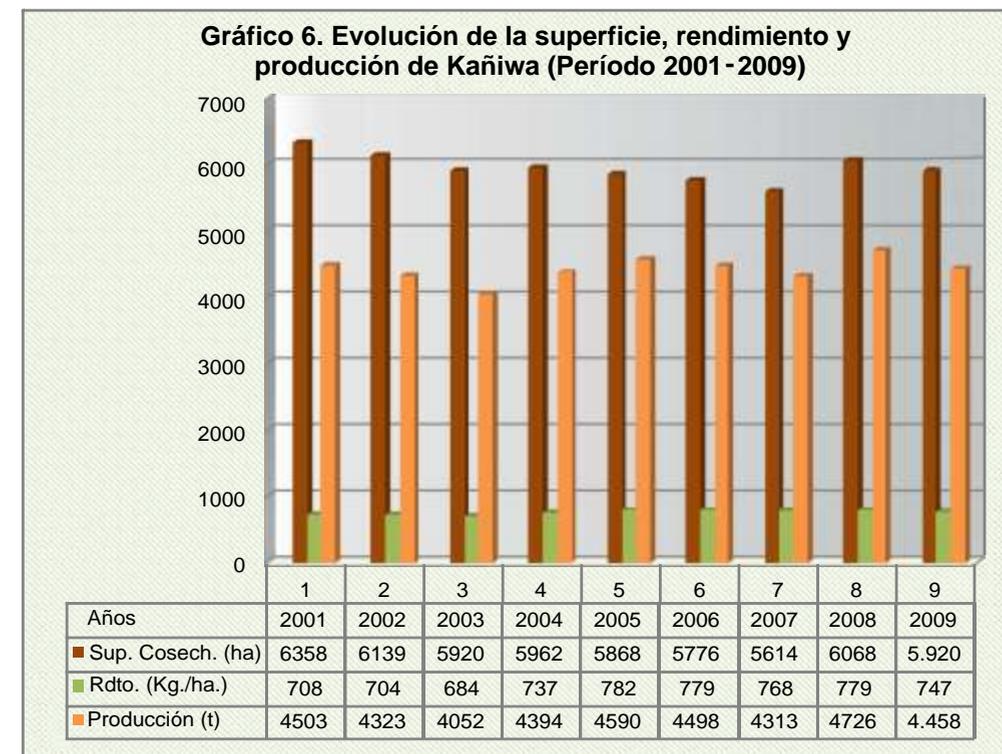


Fuente: Direcciones Regionales Agrarias - Dirección de Información Agraria (DIA)

Durante las décadas de 1991-2000 y 2001-2009, la superficie cosechada subió de 4,900 ha a 5,920 ha, el rendimiento aumentó de 551 kg/ha a 747 kg/ha y la producción de grano se incrementó de 2,700 T a 4,458 T. (Gráficos 5 y 6).



Fuente: Direcciones Regionales Agrarias - Dirección de Información Agraria (DIA)



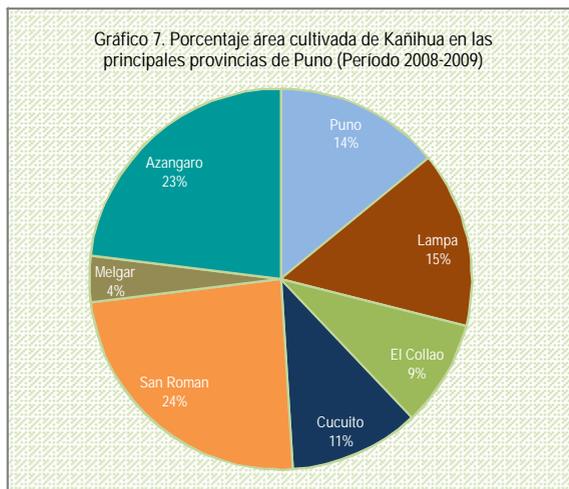
Fuente: Direcciones Regionales Agrarias - Dirección de Información Agraria (DIA)

En las estadísticas de superficie, producción y rendimiento de kañiwa en el Altiplano de la Región Puno (Cuadro 14), para las décadas 1970-1980 y 1981-1990, se puede observar que la superficie cosechada y producción tienden a disminuir, recuperando los niveles del principio del período del análisis las décadas de 1991-2000 y 2001-2009. Los rendimientos, aunque con una tendencia creciente, son significativamente bajos en relación al potencial de producción que tiene el cultivo.

La potencialidad para aumentar la superficie cultivada de kañiwa en el altiplano peruano es bastante significativa, ya que existen áreas ecológicamente aptas que se podrían adicionar a las actuales cultivadas, particularmente en las provincias de Melgar, Azángaro, Chucuito y Lampa. El aumento de la productividad sería el factor más importante para expandir la producción y mejorar las condiciones de vida del pequeño agricultor.

El 24% del área cultivada de kañiwa se encuentra en la provincia de San Román, seguido de Azángaro 23%, Lampa 15%, Puno 14% y Chucuito con 11%. Las siembras comerciales de kañiwa se realizan en la provincia de Melgar, pero apenas

llega al 4%, por los problemas asociados con la producción que han hecho que otros cultivos tengan mayores ventajas comparativas (Gráfico 7, Cuadro 13).



Fuente: Direcciones Regionales Agrarias - Dirección de Información Agraria (DIA)

Cuadro 13. Área cultivada, producción y rendimiento de grano en las principales provincias y distritos de producción de kaníwa 2009.

PROVINCIA	DISTRITO	ÁREA CULTIVADA (ha)	PRODUCCIÓN (Kg)	RDTO PROMEDIO (Kg/ha)
LAMPA	Lampa	310	217000	700
	Cabanilla	205	143910	702
	Calapuja	80	54000	675
	Nicasio	105	75915	723
	Palca	22	13992	636
	Pucara	100	76000	760
	Santa Lucia	22	12980	590
SUB TOTAL		844	593797	684
EL COLLAO	Ilave	515	313120	608
	Conduriri	6	3600	600
SUB TOTAL		521	316720	1208
CHUCUITO	Juli	130	105040	808
	Pomata	68	56984	838
	Zepita	158	136986	867
	Desaguadero	15	10995	733
	Kelluyo	88	73920	840
	Huacullani	88	62040	705
	Pizacoma	60	42960	716
SUB TOTAL		607	488925	787

SAN ROMÁN	Juliaca	170	122400	720
	Cabana	170	110500	650
	Cabanillas	70	42700	610
	Caracoto	150	84000	560
	Calapuja	105	60900	580
	Taraco	130	75400	580
	Pusi	120	64800	540
	Samán	160	91200	570
	Caminaca	150	90000	600
Achaya	110	66000	600	
SUB TOTAL		1335	807900	601
MELGAR	Ayaviri	30	16500	550
	Antauta	20	11200	560
	Cupi	10	5600	560
	Llalli	18	10440	580
	Macari	20	10200	510
	Nuñoa	30	15300	510
	Orurillo	15	8100	540
	Santa Rosa	15	9000	600
	Umachiri	40	24400	610
	SUB TOTAL		198	110740
AZÁNGARO		1268	0	0
SUB TOTAL		1268	0	0
PUNO		755	0	0
SUB TOTAL		755	0	0
TOTAL		5528	2318082	767
PROMEDIO			463.616	767

Fuente: DIA-MINAG Puno 2009 (Vicente Alata)

Cuadro 14. Superficie cultivada y cosechada, producción y rendimiento en el Altiplano de la Región Puno 1970 a 2009.

Décadas	Años	Superficie	Superficie	Producción	Rendimiento.
		Sembrada	Cosechada		
		(ha)	(ha)	(t)	(kg/ha)
1	1970		5060	1726	341
	1971		4530	1456	321
	1972		4850	1946	401
	1973		5320	2208	415
	1974		5180	2075	401
	1975		4545	2045	450
	1976		4540	2043	450
	1977		4546	2091	460
	1978		4584	2245	490
	1979	5032	4895	2166	442
1980	4877	4797	2301	480	
Promedio		4.955	4.804	2.027	423
2	1981	5148	5148	2298	446
	1982	5480	5431	2544	468
	1983	5798	3630	1048	289
	1984	5103	4571	1874	410
	1985	4859	4024	1140	283
	1986	4455	2834	1088	384
	1987	4460	3544	1429	403
	1988	4770	4322	2178	504
	1989	4735	3813	2147	563
	1990	5500	2027	479	236
Promedio		5.031	3.934	1.623	399
3	1991	4950	4900	2700	551
	1992	5170	3028	821	271
	1993	4705	4598	2795	608
	1994	5060	5050	2967	588
	1995	4995	4995	2767	553
	1996	4272	4272	2761	646
	1997	5220	5220	3353	644
	1998	5631	5631	3842	682
	1999	5476	5476	3815	697
	2000	5942	5485	3586	654
Promedio		5.142	4.866	2.941	589
4	2001	6358	6358	4503	708
	2002	6382	6139	4323	704
	2003	6034	5920	4052	684
	2004	5982	5962	4394	737
	2005	5896	5868	4590	782
	2006	5785	5776	4498	779
	2007	5710	5614	4313	768
	2008	6076	6068	4726	779
	2009	6032	5920	4458	747
Promedio		6.028	5.963	4.425	743

Fuente: Dirección de Información Agraria - D. I. A.

EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE KANIWA

Según las estadísticas de Aduanas, no reportan volúmenes de exportaciones de kaniwa, dado que su consumo no es generalizado en el mercado mundial, aunque existen referencias acerca del interés por este producto en el mercado internacional.

PRESUPUESTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO



PRESUPUESTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO A UN NIVEL TECNOLÓGICO MEDIO Y BAJO PARA EL CULTIVO DE KANIWA

El cuadro 15 muestra la estructura de costos de producción agrupados según los factores productivos correspondientes a un nivel tecnológico medio y bajo referidos a una hectárea.

Cuadro 15. Presupuesto de Costos de Producción de Kaniwa

I.- COSTO VARIABLE							
Rubros	Época	Unidad	Índice Técnico por Tecnologías		Precio	Costo S/. /ha. por Tecnologías	
	Ejec.	Medida	Tec. Media	Tec. Baja	Unitario S/.	Tec. Media	Tec. Baja
1. COSTO VARIABLE						1639,82	995,82
1.1- PREPARACIÓN DEL TERRENO						367,00	140,00
MANO DE OBRA			0,50			7,00	
Limpieza del terreno	Jun.Set.	Jornal	0,50		14,00	7,00	
MAQUINARIA			8,00	3,00		360,00	
Aradura	May.Jul.	Hr./Maq.	5,00		45,00	225,00	
Rastra	Ago.Set.	Hr./Maq.	3,00		45,00	135,00	
YUNTA				4,00			140,00
Aradura y mullido	Ago.Set.	Yun./Dia		4,00	35,00		140,00
1.2- SIEMBRA Y ABONAMIENTO						88,32	165,32
MANO DE OBRA			4,00	2,00		56,00	28,00
Siembra Manual	Set.Oct.	Jornal	2,00	2,00	14,00	28,00	28,00
Tapado Manual	Set.Oct.	Jornal	2,00		14,00	28,00	0,00
MAQUINARIA			2,00				
Surcado	Set.Oct.	Hr./Maq.	2,00		45,00	90,00	
YUNTA				3,00		0,00	105,00
Surcado	Set.Oct.	Yun./Dia		3,00	35,00	0,00	105,00
SEMILLA			8,00	8,00		32,00	32,00
Semilla	Set.Oct.	Kg.	8,00	8,00	4,00	32,00	32,00
VEHICULO			0,01	0,01		0,32	0,32
Traslado de insumos	Set.Mar.	Tm.	0,01	0,01	40,00	0,32	0,32
1.3- LABORES CULTURALES						196,00	0,00
MANO DE OBRA			14,00			196,00	
Aporque	Dic.Ene.	Jornal	8,00		14,00	112,00	
Desmezcle (Roguin)	Ene.Feb.	Jornal	4,00		14,00	56,00	
Apertura de drenes	Dic.Feb.	Jornal	2,00		14,00	28,00	
1.4- COSECHA						988,50	690,50
MANO DE OBRA			56,50	38,00		791,00	532,00
Muestreo para estimado de rdt	Mar.Abr.	Jornal	0,50		14,00	7,00	
Siega manual	Mar.Abr.	Jornal	24,00	18,00	14,00	336,00	252,00
Emparve	Mar.Abr.	Jornal	3,00	2,00	14,00	42,00	28,00
Corte paja (Tapado)	Abr.May.	Jornal	2,00		14,00	28,00	0,00
Trilla manual	Mar.Abr.	Jornal	15,00	10,00	14,00	210,00	140,00
Trilla de plantas seleccionadas	May.Jun.	Jornal	1,00		14,00	14,00	
Zarandeo	Mar.Abr.	Jornal	5,00	4,00	14,00	70,00	56,00
Venteo y limpieza	Mar.Abr.	Jornal	4,00	3,00	14,00	56,00	42,00
Secado del grano	Mar.Abr.	Jornal	2,00	1,00	14,00	28,00	14,00

MATERIALES			26,00	16,00		137,50	122,50
Sacos de polipropileno	Jun.Jul.	Unidad	25,00	15,00	1,50	37,50	22,50
Toldera	Abr.May.	Unidad	1,00	1,00	100,00	100,00	100,00
VEHICULO			1,20	0,72		60,00	36,00
Producto Cosechado	Abr.Jul.	Tm.	1,20	0,72	50,00	60,00	36,00
2. COSTOS DE POSTCOSECHA						350200	77,00
2.1.- PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO						350,00	77,00
MANO DE OBRA			10,00	5,50		140,00	77,00
Carguo	Jun.Jul.	Jornal	1,00	1,00	14,00	14,00	14,00
Selección y clasificación	Jul.Ago.	Jornal	6,00	3,00	14,00	84,00	42,00
Enscado, pesaje y almacenamiento	Jul.Ago.	Jornal	3,00	1,50	14,00	42,00	21,00
MAQUINARIA			7,00			210,00	
Procesamiento	Jul.Ago.	Hr./Maq.	7,00		30,00	210,00	
COSTO VARIABLE						1989,82	1072,82

II.- COSTO FIJO:							
Rubro	Costo Fijo S/.						
	Tec. Media	Tec. Baja					
Costo Fijo (3% del CV)						59,69	32,18
COSTO FIJO						59,69	32,18
RESUMEN DE COSTOS:							
Rubro	Costo Total S/.						
	Tec. Media	Tec. Baja					
Costo Variable						1989,82	1.072,82
Costo Fijo						59,69	32,18
COSTO TOTAL						2.049,51	1.105,00

III.- PRODUCCIÓN OBTENIDA						
Clasificación	Unidad Medida	Producción Total (Kg.)		Precio Unitario S/.	Valor Total de Producción (S/.)	
		Tec. Media	Tec. Baja		Tec. Media	Tec. Baja
1. SEMILLA		1.061,16	504,00		3.183,48	1.512,00
Semilla	Kg.	1.061,16	504,00	3,00	3.183,48	1.512,00
2. DESCARTE		138,84	216,00		27,77	43,20
Consumo Animal	Kg.	138,84	216,00	0,20	27,77	43,20
TOTAL PRODUCCIÓN		1.200,00	720,00		3.211,25	1.555,20

IV.- ANALISIS ECONÓMICO			
Rubro	Precio Unitario S/.	Indicador Económico	
		Tec. Media	Tec. Baja
1. Producción (PT)	Kg.	1200,00	720,00
2. Costo Total (CT)	S/.	2049,51	1105,00
3. Valor Bruto de la Producción (VBP)	S/.	3211,25	1555,20
4. Utilidad Neta (UN)	S/.	1161,73	450,20
5. Costo Unitario (CU)	S/./Kg.	1,71	1,53
6. Valor Neto de la Producción x kg.	S/./Kg.	2,68	2,16
7. Rentabilidad (%)	%	57%	41%

Fuente: Unidad de Agroeconomía, INIA Puno 2010, Vladimir Monroy Luque

Análisis de Rendimiento, Costos, Ingresos y Rentabilidad

El costo total de producción de kaniwa por hectárea (ha) correspondiente a un nivel tecnológico medio se estimó en S/. 2,049.51, con un rendimiento de 1.2 toneladas/ha, siendo su rentabilidad 57% y su utilidad neta de S/. 1,161.73.

Para el caso del nivel tecnológico bajo, el costo total de producción estimado fue de S/. 1,105.00, con un rendimiento de 0.72 t/ha, que permitió obtener un índice de rentabilidad de 41% con una utilidad neta de S/. 450.20 (Cuadro 15.).

La utilización total de mano de obra con tecnología media es en promedio 85 jornales que significa un costo de S/. 1,190.00; y con tecnología baja, 45.50 jornales que significa un costo de S/. 637.00.

PROCESAMIENTO Y USOS



PROCESAMIENTO Y USOS

Kañiwaco: Dentro de la cultura peruana, la forma más común de consumo es el kañiwaco, harina del grano de kañiwa tostado con tecnología andina que garantiza la asimilación de los nutrientes sin causar pesadez en el estómago. Puede ser consumido con agua, azúcar o miel como refresco, y con leche para un nutritivo desayuno. Es muy rico en proteínas, calcio y fósforo.



Harina de kañiwa: la harina de kañiwa cruda mantiene el contenido de fósforo, proteínas y calorías que la convierten en un alimento energético por excelencia.

Puede utilizarse combinando 30% de harina de kañiwa y 70% de harina blanca para cualquier preparación (pan, pasteles, tortas, galletas). Iván Herrera Bernabé (2007), en pruebas para obtención de galletas enriquecidas con fibra dietaria utilizando salvado de kañiwa 10, 20, 30 y 40%; determinó que las galletas con 30% de incorporación de salvado de kañiwa tuvieron mayor preferencia en cuanto a los atributos de aroma, sabor y textura.

Hojuelas de kañiwa: Se denominan hojuelas de kañiwa a los granos que han pasado por un proceso de laminado o compresión. Las hojuelas constituyen uno de los mejores productos para mantener sus nutrientes en forma concentrada.



Refrescos: la empresa boliviana IRUPANA ORGANIC FOOD S.A. (IOFSA) presenta productos denominados ALLPHI, vocablo aymara que significa mazamorra, una mezcla de harina precocida de kañiwa y trigo integral apta para elaborar mazamoras y referescos que ayudan a limpiar el organismo, aportan proteínas, vitaminas y minerales.

Barras energéticas: son turrone de quinua, kañiwa y amaranto insuflados mezclados con miel de abeja y pasas bañados con chocolate. Son alimentos nutritivos fáciles de digerir, productos especialmente dedicados a los niños.



Pipocas de kañiwa: mantiene el 80% de los nutrientes, se consume con leche, yogurt, jugos de fruta o ensaladas de fruta para complementar la ración.

Propiedades medicinales: Entre las propiedades medicinales, se le atribuye la disminución de colesterol, contrarresta el mal de altura (soroche), combate la disentería. La harina de kañiwa puede ser consumida por personas alérgicas al gluten, la harina disuelta en agua con vinagre es utilizado para el tratamiento de la fiebre tifoidea.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astete Alonso. 2002. La estructura genética y sus implicaciones en el mejoramiento de caracteres cuantitativos en la Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). En: 2da Mesa Redonda Internacional. Perú-Bolivia: sobre papas de Altura y Kañiwa.
- Apaza, V., Mujica, A., y Ortiz R. 2002. Estimación de parámetros de estabilidad para rendimiento de la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). En: 2^{da} Mesa Redonda Internacional Perú-Bolivia; sobre papas de Altura y Kañiwa., 5-7 de Julio del 2002. Puno, Perú, pp 27.
- Barry, Grace, 1985. El Clima del Altiplano. Departamento de Puno, Perú. Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional Convenio Perú-Canadá, Proyecto Colza-Cereales. Departamento de Agrometeorología. 183 p.
- Brauer H. O. 1976. Fitogenética Aplicada. Editorial Limusa, México.
- Calle Choqueticlla, E. 1979. Morfología y variabilidad de las kañihuas cultivadas. En: II Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Riobamba, Ecuador.
- Cano Villanueva, J. 1971. Biología floral de la kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú.
- Chimpen Araujo, P. A. 1979. Determinación cariocinética en tres formas botánicas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis Ing. Agr. UNTA. Puno, Perú; Programa Académico de Ingeniería Agronómica.
- Condori Mamani, E. 1970. Efecto de tres niveles de nitrógeno sobre la producción de forraje verde, materia seca y proteína bruta en cinco formas botánicas de cañihua, en dos fechas de corte. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú; Programa Académico de Ingeniería Agronómica.
- Encina Zelada, C. 2005. Extracción de compuestos hidrófilos y lipófilos en muestras de granos andinos. En: Seminario Potencial de Granos Andinos como Alimentos Funcionales: Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos. Escuela de Post-Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- Gandarillas Santa Cruz, H. y Gutiérrez, Juan, 1968. Número cromosómico en la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). En: Anales de la I Convención de Quenopodeaceas Quinoa Cañihua. Universidad Nacional del Altiplano, Puno Perú.
- INIA. 2004. Expediente técnico de liberación de nueva variedad de Kañiwa "INIA 406 ILLPA". Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos Estación Experimental Illpa, Puno.
- INIA. 2005. Memoria anual 2005. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno.
- INIA. 2007. Memoria anual 2007. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno.
- INIA. 2009. Memoria anual 2009. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno.
- Latinreco. 1990. Quinoa hacia su cultivo comercial. Latinreco S.A. Quito Ecuador.
- Lescano Rivero J. L., 1994. Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos. Convenio INADE/PELT-COTESU. Perú.
- Ligarda Samanez, C. A. 2007. Comparación de métodos de extracción de fibra soluble e insoluble a partir de salvado de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* L.). En: Seminario potencial de Granos Andinos como Alimentos Funcionales: Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos. Escuela de Post-Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Paca Pantigoso, R. 1970. Herencia de colores en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.
- Repo-Carrasco, R., C. Espinoza, 2003. Valor nutricional y usos de los cultivos andinos quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* A.) Vol. 19, 1-2.
- Rivera, R. R., 1995. Cultivos Andinos en el Perú. Investigaciones y perspectivas de su desarrollo. Editorial "Minervas" Lima, Perú . pp 29-41.
- Ruiz, Enrique, 2003. Disminución del cultivo de kañiwa en el Altiplano Peruano. En: 2da Mesa Redonda Internacional. Perú-Bolivia: sobre papas de Altura y Kañiwa.

- Simmonds N. W. 1966. Colores en planta y semilla de cañahua, (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Journal of Heredity* (21): 316-317. Traducción de Ana M. Fries.
- Soto, J.L., M. Pinto y W. Rojas. Distribución geográfica de los granos andinos y variabilidad genética. En: Soto J.L., (Editor) 2009. *El arte de los Granos Andinos*. Bioversity, NUS-IFAD II. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia.
- Tapia, E., 1990. *Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la alimentación*. FAO - IRLAC. Santiago de Chile. pp. 59-164.
- Valdivia Roberto y José Luis Soto. 2002. Caracterización participativa sobre usos, restricciones y oportunidades con comunidades y otros niveles de la cadena de kañiwa con un enfoque de género. En: Informe Técnico Anual. Taller Proyecto: “Eleva la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizadas a la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población rural de escasos recursos”. Puno, Perú.