



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

“KAÑIWA” *Chenopodium pallidicaule* Aellen COMO ALTERNATIVA PARA
COMBATIR LA DESNUTRICIÓN INFANTIL EN LA COSTA CENTRAL DEL PERÚ

Línea de investigación:

Botánica y Productos Naturales

Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Medio ambiente y
Desarrollo Sostenible

Autor (a):

La Rosa Loli, Rafael Simón Oswaldo

Asesor (a):

Tafur Anzualdo, Vicenta Irene
(ORCID: 00000-0002-1888-7848)

Jurado:

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

Ramos Vera, Juana Rosa

Coveñas Lalupú, José

Lima - Perú

2021

Referencia:

La Rosa Loli, R. (2021). "KAÑIWA" *Chenopodium pallidicaule* Aellen como alternativa para combatir la desnutrición infantil en la costa central del Perú. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5438>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“KAÑIWA” *Chenopodium pallidicaule* Aellen COMO ALTERNATIVA
PARA COMBATIR LA DESNUTRICIÓN INFANTIL EN LA COSTA
CENTRAL DEL PERÚ**

Líneas de investigación:

Botánica y Productos Naturales

**Tesis para optar el Grado Académico de
Doctor en Medioambiente y Desarrollo Sostenible**

AUTOR:

La Rosa Loli, Rafael Simón Oswaldo

ASESOR:

**Tafur Anzualdo, Vicenta Irene
(ORCID: 0000-0002-1888-7848)**

JURADO:

**Jave Nakayo, Jorge Leonardo
Ramos Vera, Juana Rosa
Coveñas Lalupú, José**

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios padre que me ilumina todos los días de mi vida.

A mi amada Familia, mi esposa Elizabeth, mis hijos Anselmo y María.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora la Dra. Vicenta Irene Tafur Anzualdo por sus sabios consejos para terminar la redacción de la presente tesis.

A la Dra. María Mercedes Soberón Lozano, Directora del Centro de Investigaciones de Recursos Naturales (CIRNA) de la UNMSM, por haberme facilitado el equipamiento del Centro.

Al Mg. Domingo Iparraguirre León, jefe del Laboratorio de Anatomía y Farmacognosia Vegetal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, por haberme facilitado las instalaciones del laboratorio y del invernadero casero.

A mis alumnos, Arturo Alberca, María Burgos, Brandon Sánchez, Ricardo Vera, Pamela Arista, Anais Mejía, Angie Morales, Judith Sánchez, Sebastián Vivanco, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, por haberme ayudado en la ejecución de la tesis.

ÍNDICE

	Pag.
Resumen	X
Abstract	XI
I. Introducción	1
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Descripción del Problema	4
1.3 Formulación del Problema	6
Problema General	6
1.4 Antecedentes	6
1.5 Justificación de la Investigación	14
1.6 Limitaciones de la Investigación	14
1.7 Objetivos	15
1.8 Hipótesis	15
II. Marco Teórico	16
2.1 Bases Teóricas	16
2.2 Marco Conceptual	42
2.3 Marco Filosófico	43
III. Método	49
3.1 Tipo de Investigación	49
3.2 Población y Muestra	49
3.3 Operacionalización de Variables	49

3.4 Instrumentos	50
3.5 Procedimientos	50
3.6 Análisis de Datos	55
IV. Resultados	56
V. Discusión de Resultados	79
VI. Conclusiones	84
VII. Recomendaciones	85
VIII. Referencias	86
IX. Anexos	96

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1: Clasificación de aguas salinas	27
Tabla 2: Extensión de los suelos afectados por la sal en el mundo	28
Tabla 3: Composición proximal de los cereales y granos andinos	36
Tabla 4: Datos del cultivo de kañiwa en 3 Departamentos del Perú	42
Tabla 5: Valor nutricional de las semillas	56
Tabla 6: Porcentaje de germinación de 6 variedades de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa, a los 4 días después de sembradas	57
Tabla 7: Índice de Velocidad de Germinación de 6 variedades de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa, a los 4 días después de sembradas	59
Tabla 8: Porcentaje de germinación de 3 variedades de kañiwa sometidas a diferentes temperaturas, a los 4 días después de sembradas	60
Tabla 9: Temperatura y humedad relativa del aire dentro del invernadero. El experimento se inició el 17 mayo del 2019, con la siembra, y terminó el 23 de agosto, sumando 98 días en total	62
Tabla 10: Variación de la Longitud de los tallos de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa	63
Tabla 11: Variación de la longitud de la raíz de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa	65
Tabla 12: Variación de la longitud total de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa	66

Tabla 13: Variación del área foliar de las plántulas de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa	68
Tabla 14: Variación del Peso Fresco de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa	69
Tabla 15: Variación del Peso Seco de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa	71
Tabla 16: Variación del Contenido Relativo de Agua de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa	72
Tabla 17: Variación del Contenido de Clorofila de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa. A los 78 d.d.s.	74
Tabla 18: Variación la Tasa de Crecimiento Relativo de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa. A los 67 d.d.s.	75
Tabla 19: Variación la Tasa de Asimilación Neta de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa. A los 67 d.d.s.	77

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Áreas afectadas por mal drenaje y salinidad	30
Figura 2: Ecotipos de kañiwa	38
Figura 3: Distribución del altiplano Perú – Bolivia	41
Figura 4. Porcentaje de germinación de 6 variedades de <i>Chenopodium pallidicaule</i> “kañiwa”, bajo 3 condiciones de salinidad, a los 4 días después de sembrado	58
Figura 5: Índice de Velocidad de Germinación (IVG) de <i>Chenopodium pallidicaule</i> “kañiwa” de seis variedades probados bajo tres condiciones de salinidad, a los cuatro días después de sembrado	59
Figura 6: Porcentaje de germinación de 3 variedades de kañiwa sometidas a diferentes temperaturas de siembra, a los cuatro días después de sembrado	61
Figura 7: Temperatura y humedad relativa del aire dentro del invernadero. El experimento se inició el 17 mayo del 2019, con la siembra, y terminó el 23 de agosto, sumando 98 días en total	62
Figura 8: Variación de la longitud del tallo de plántulas de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa	64
Figura 9: Variación de la longitud de la raíz de plántulas de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa	65
Figura 10: Variación de la longitud total de plántulas de las variedades de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa	67

Figura 11: Variación del área foliar de plántulas de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de CINa	68
Figura 12: Variación del Peso Fresco de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de CINa	70
Figura 13: Variación del Peso Seco de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de CINa	71
Figura 14: Variación del Contenido Relativo de Agua (CRA) de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa	73
Figura 15: Variación Contenido de Clorofila total en las hojas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de CINa	74
Figura 16: Variación de la Tasa de Crecimiento Relativo de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de CINa, a los 67 d.d.s.	76
Figura 17: Variación de Tasa de Asimilación Neta de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de CINa	77
Figura 18: Ataque de plagas al cultivo de kañiwa	78

RESUMEN

La desnutrición infantil es un problema mundial que debe ser erradicado, por lo que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible dentro de los cuales, el número dos, se propone erradicar el hambre, asegurar la disponibilidad de alimentos y darle sostenimiento a la agricultura. Entre las especies peruanas altamente nutritivas, tenemos a *Chenopodium pallidicaule* Aellen “kañiwa” que se caracteriza por presentar granos muy nutritivos, pero vive restringida a zonas altoandinas. Por tanto, nuestro objetivo fue adecuar kañiwa a condiciones de invernadero casero de la UNMSM, para contribuir a combatir la desnutrición infantil. El trabajo se dividió en dos partes: i) fisiología de la germinación, se usaron seis variedades de kañiwa sometidas a cuatro diferentes concentraciones de ClNa (0M, 0.1M, 0.3M, 0.5M) así como a tres diferentes temperaturas (5°C, 20°C, 30°C), ii) efecto de la salinidad sobre el crecimiento y metabolismo, se trabajó con plántulas de dos variedades sometiéndolas también a las mismas concentraciones de ClNa. Los resultados muestran que para la primera parte hubo inhibición total de la germinación en la máxima concentración salina, sin embargo, hubo una buena germinación a la máxima temperatura, asumiéndose su posible adaptación a condiciones de invernadero, pero para la segunda parte se encontró un efecto negativo en el crecimiento y metabolismo de las plántulas conforme se incrementa la concentración salina. Estos resultados nos indican que esta especie no puede adecuarse a las condiciones de invernadero, a pesar que con ella se puede contribuir a combatir la desnutrición infantil.

PALABRAS CLAVES: aclimatación, crecimiento, fisiología, kañiwa, salinidad

ABSTRACT

Child malnutrition is a global problem that must be eradicated, so the United Nations Organization (UN) established 17 Sustainable Development Goals, especially number two, end to hunger, food security and better nutrition, and promote sustainable agriculture. Among the highly nutritious Peruvian species, we have *Chenopodium pallidicaule* Aellen "kañiwa" that is characterized by its nutritious grains, but lives restricted to high Andean areas. Therefore, our goal was to adapt kañiwa to UNMSM home greenhouse conditions, to help combat child malnutrition. Present work was divided into two parts: i) germination physiology, six varieties of kañiwa subjected to four different concentrations of ClNa (0M, 0.1M, 0.3M, 0.5M) were used as well as at three different temperatures (5°C, 20°C, 30°C), ii) effect of salinity on growth and metabolism, we worked with seedlings of two varieties, also subjecting them to the same concentrations of ClNa. The results show that for the first part there was total inhibition of germination in the maximum saline concentration; however, there was a good germination at major temperature, assuming its possible adaptation to greenhouse conditions, but for the second part a negative effect was found in seedling growth and metabolism as saline concentration increases. Results indicate that this species cannot adapt to greenhouse conditions, despite the fact that it can contribute to combat child malnutrition.

KEY WORDS: acclimatization, growth, kañiwa, physiology, salinity

I. Introducción

La desnutrición infantil es un problema mundial y también nacional que debe de ser atendido con prontitud debido a las funestas consecuencias que provoca en el desarrollo del país.

De acuerdo a las estadísticas, de acuerdo a los promedios nacionales, en Perú la desnutrición ha ido disminuyendo, pero si vemos de manera pormenorizada la información vemos que el problema sigue siendo agudo en muchas regiones del país especialmente en las zonas rurales.

El gobierno está usando diversas estrategias para combatir no sólo la desnutrición sino también la anemia, como el programa del vaso de leche, por ejemplo.

Dentro de la gran diversidad de flora presente en nuestro país tenemos muchas especies que han sido usadas para este fin, como la papa, camote, muchos granos de leguminosas, poáceas, asteráceas, quenopodiáceas, etc.

Con respecto a los granos andinos que pertenecen a la familia botánica de las Chenopodaceae, la quinua (*Chenopodium quinoa*) ha alcanzado una gran importancia comercial, sin embargo, kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), que destaca por tener mayor cantidad y calidad de proteínas que la quinua, además de tener hierro, ácidos grasos insaturados, vitaminas, minerales, también es una especie que puede resistir muy bien las heladas, sequías, salinidad, alta irradiación, plagas, sin embargo, no ha llegado a tener la importancia de la quinua, debido principalmente a que se comporta como una planta silvestre ya que deja caer sus granos muy rápido y a veces germinados, provocando que su área de cultivo esté prácticamente restringida a la meseta del Collao en Puno entre 3800 a 4100 metros sobre el nivel del mar.

Por estas razones en el presente trabajo nos propusimos demostrar que la adecuación de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa”, es una alternativa para ser usado como un alimento de gran valor nutritivo para combatir la desnutrición infantil en la costa central del Perú.

Para conseguir este objetivo se planteó trabajar en dos fases, en la primera se sometieron semillas de 6 variedades de kañiwa a diferentes concentraciones de cloruro de sodio (ClNa) y a diferentes temperaturas, en la segunda se trabajó con las plántulas de dos variedades (la que mejor respondió a los tratamientos y la que peor respondió) que fueron sometidas a las mismas concentraciones salinas.

Los resultados nos indicaron que si bien las semillas pueden germinar a altas concentraciones salinas, las plántulas son afectadas negativamente al incremento de la salinidad, por lo que su adecuación al invernadero de la UNMSM en Lima no puede realizarse, teniendo en cuenta que también las plántulas fueron atacadas por dos tipos de plagas, cosa que no ocurre en el altiplano porque no están presentes a esa altitud, por lo que recomendamos que se amplíe su área de cultivo en las diferentes zonas altoandinas del país junto con la implementación de programas de fitomejoramiento.

1.1 Planteamiento del problema

Según la UNICEF (2011) alrededor de 200 millones de niños menores de 5 años sufren de desnutrición crónica y el 13% de desnutrición aguda. En Perú, si bien la desnutrición crónica infantil, ha ido disminuyendo hasta llegar al 12,1% en el 2020 (INEI, 2021), para el 2015 tuvo un incremento llegando al 14.4% (INEI, 2021), agudizándose el problema en las zonas rurales (Repo-Carrasco, 2003; UNICEF - Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2006; Ministerio de Salud, 2014) que para el 2018 llegó al 25.7%, mientras que para ese mismo año en las zonas urbanas bajó al 7.3% (INEI, 2018) y para el año 2020 llegó 24.8% en la áreas rurales y 7.2% en áreas urbanas (INEI, 2021).

Por otro lado, en la costa del Perú, como consecuencia de la aridez de los suelos, la acumulación de sales al no haber pendientes de terreno, un mal drenaje de los suelos (MINAGRI, 2002) y sumado a esto una deficiente aplicación de las políticas agrarias se provoca la pérdida de suelos, principalmente debido a la salinización (Eguren, 2012), llegando a afectar 306,701 ha de terrenos de cultivo (MINAGRI, 2002).

Por otro lado, en nuestro país tenemos a la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), especie altoandina con alto valor nutritivo, inclusive mejor que la quinua, es reemplazada por especies foráneas con poco valor nutritivo (Apaza 2010), este reemplazo es consecuencia de lo laborioso que es obtener los granos (National Research Council, 1989), problemas sociales debido a la migración hacia las ciudades, inadecuada infraestructura para el riego, baja demanda de los granos y bajos precios (Enrique Ruiz 2003), haciendo que el cultivo de la kañiwa esté prácticamente restringido a las zonas del altiplano puneño (a partir de 3800 metros de altura) (Apaza, Vidal. 2010).

1.2 Descripción del problema

La desnutrición infantil, desde la gestación hasta los 3 años de vida, es una causa importante de daños en el crecimiento, daños en la capacidad de aprendizaje y como consecuencia la sociedad recibirá personas con discapacidad y trayendo como consecuencia disminución de la fuerza laboral del país (Segura, Montes, Hilario, Asenjo y Baltazar, 2002; UNICEF, 2006; UNICEF, 2011; Beltrán y Seinfeld, 2009; Horton y Hoddinton, 2014; MINSA, 2014).

Las causas son diversas, la pobreza, las malas políticas en el asistencialismo a las comunidades más pobres, inseguridad alimentaria que provoca disminución de la disponibilidad de alimentos para estas comunidades (Segura, Montes, Hilario, Asenjo y Baltazar, 2002; FAO, 2011; UNICEF, 2011; MINSA, 2014; UNSCN, 2017; FAO, OPS, WFP y UNICEF, 2018; Zúñiga, 2019).

Según Segura, Montes, Hilario, Asenjo y Baltazar. (2002) y Sobrino M, Gutiérrez C, Cunha AJ, Dávila M, Alarcón J. (2014), la desnutrición infantil está dividida en:

- Desnutrición aguda, pérdida del peso con respecto a la talla del niño pero que puede estar asociado a enfermedades infecciosas
- Desnutrición crónica, pérdida de la talla con respecto a la edad del niño
- Desnutrición global, pérdida de peso con respecto a la edad del niño

La desnutrición también está asociada a una deficiencia en los niveles de hierro en la sangre o anemia, por esta razón también se monitorea constantemente el avance de esta enfermedad (UNICEF, 2006; MINSA, 2014; Sobrino M, Gutiérrez C, Cunha AJ, Dávila M, Alarcón J., 2014).

Otro problema que está incrementándose a nivel mundial es el sobrepeso de los niños, debido principalmente a la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos y lípidos, trayendo como consecuencia el aumento excesivo de peso y la predisposición a enfermedades metabólicas como

diabetes, hipercolesterolemia, hipertensión, etc. (UNICEF, 2006; FAO, 2011; FAO, 2014; FAO y OPS, 2017; FAO, OPS, WFP y UNICEF, 2018; UNSCN, 2017)

Todas estas características mencionadas son usadas como indicadores de desarrollo de un país, pero también se debería tener en cuenta para saber cómo la sociedad protege a su niñez.

Por estas razones la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció, a fines del siglo XX, unos objetivos para erradicar esta condición de vida y otras que amenazan a muchas naciones pobres, les llamó objetivos del milenio, y se esperaba que en 15 años se hayan disminuido o eliminado los problemas mundiales; el 2015 revisaron los indicadores y vieron que habían funcionado pero faltaba más trabajo para llegar a erradicar los problemas más álgidos del planeta, por eso se propuso la Agenda al 2030 para el Desarrollo Sostenible con 17 objetivos y 169 metas e indicadores que al cabo de 15 años más pudieran conseguir estos beneficios.

Para mejorar la disponibilidad de alimentos de alto valor nutritivo se tendría que hacer uso de mayor área cultivable.

Pero el agro en el Perú atraviesa por serios problemas, especialmente en la costa en donde como consecuencia de la aridez de los suelos, la acumulación de sales al no haber pendientes de terreno y sumado a esto un mal drenaje de los suelos (MINAGRI, 2002) y deficiente aplicación de las políticas agrarias se provoca la pérdida de suelos, principalmente debido a la salinización (Eguren, 2012), llegando a afectar 306,701 ha de terrenos de cultivo (MINAGRI, 2002).

Sin embargo, en la sierra se cultivan especies vegetales con gran valor nutritivo en sus granos (semillas), pero que no pertenecen a la familia Poaceae, sino más bien de la familia Amarantaceae, estos son la quinua (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*).

De éstas especies, la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), con altos contenidos de nutrientes, inclusive mejores que la quinua, está siendo reemplazada por especies importadas ricas en carbohidratos y con poco valor nutritivo, sumado a esto, el cultivo de la kañiwa está prácticamente restringido a las zonas del altiplano puneño (a más de 3800 metros de altura) (Apaza, Vidal. 2010). Esto sucede, entre otras cosas, debido al desconocimiento de la fisiología de esta especie en su ambiente de origen y con mayor razón al total desconocimiento de la fisiología de kañiwa bajo condiciones de suelos salinos sódicos de la costa.

Todo esto nos lleva a una inseguridad alimentaria en la costa que ocasiona falta de alimentos nutritivos principalmente para los pobladores más pobres en las zonas rurales, incrementándose así los porcentajes de desnutrición en niños menores de 5 años de esta región.

1.3 Formulación del problema

Problema general

- ¿La adecuación de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa” a las condiciones salino sódicas de la costa central del Perú es una alternativa para ser usado como un alimento de gran valor nutritivo para combatir la desnutrición infantil en esta región?

1.4. Antecedentes

A) Soto, J y Carrasco, E. (2008) Estudio del valor real y potencial de la biodiversidad de los granos andinos (quinua, cañahua y amaranto) en Bolivia.

En el presente documento, financiado por Biodiversity International, International Fund for Agricultural development (IFAD) y por la Fundación PROINPA, se hace un análisis de las especies olvidadas y subutilizadas, consideradas a menudo como ‘cultivos menores’ porque tienen un valor inferior al de los cultivos tradicionales referido a producción y a valor mercantil a nivel mundial.

Entre estas especies se encuentran cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), las cuales representan una enorme riqueza en la agrobiodiversidad peruana, ya que pueden contribuir a mejorar los ingresos per cápita, la seguridad alimentaria y la nutrición.

El objetivo de este documento fue demostrar con datos técnicos, sociales y económicos la importancia de estos granos andinos en la generación de ingresos y su contribución en la mejora de la calidad de vida y el bienestar de los agricultores y otras personas que dependen de su producción, transformación y consumo.

El estudio se desarrolló a través de consultas bibliográficas sobre la relevancia económica de los tres granos andinos, su importancia en la seguridad alimentaria, en la nutrición y la economía campesina. También, se describen las características de cada cultivo, el valor nutritivo y los usos en la alimentación y medicina.

Se hace mención, además, a:

- La agroindustria de los granos Andinos a nivel nacional, los avances en la elaboración de productos transformados intermedios (harinas, hojuelas, pipocas, pito y api) y en la elaboración de productos terminados (fideos, galletas, granolas y muslis).
- Las características de las cadenas productivas y sus flujos, la identificación y mapeo de los actores involucrados. El mercado, los canales de comercialización y las oportunidades de mercado externo. Las oportunidades futuras para los granos andinos a nivel nacional y su relación con el Plan Nacional de Desarrollo. Estrategias para la promoción en mercados a nivel internacional, la sostenibilidad de las oportunidades de mercado.
- El biocomercio de los granos andinos, sus implicancias en la colección, producción, transformación y comercialización. La emisión y aplicación de las leyes encaminadas al cuidado

del ambiente y las restricciones tanto para sus productos, como para los envases y empaques que utilizan. Las características y condiciones para la exportación, además de las principales fuentes de información de mercado.

B) Tapia M, Gandarillas H, Alandia S, Cardozo A, Mujica A, Ortiz R, Otazu V, Rea J, Salas B y Zanabria E. (1979) La quinua y la kañiwa, cultivos andinos

Este libro trata sobre diferentes aspectos concernientes al cultivo y producción de quinua y la kañiwa. Es una revisión exhaustiva (hasta ese año) de la información disponible y que no está a la mano del personal técnico involucrado en el cultivo de estas dos especies.

Para conseguir la información los autores tuvieron que viajar a diferentes destinos, desde Colombia hasta el norte de Argentina y Chile.

Los autores resaltan el valor, no solo nutritivo sino también socioeconómico del cultivo de estas dos especies; resaltan la gran adaptabilidad a condiciones climáticas difíciles, y por tanto estas especies están llamadas a solucionar parte de los problemas de alimentación de nuestros pueblos, enfatizando que se deberían aprovechar estos recursos, así como también, promover el cultivo de estas especies.

En la segunda parte del libro se trata exclusivamente sobre la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) enfocando diferentes aspectos como sus relaciones históricas y distribución, en donde, por ejemplo, se menciona que no se tienen datos arqueológicos que nos informen desde cuando se cultiva esta especie, aunque también mencionan que esta especie estuvo muy relacionada con la cultura Tiahuanaco; también se consideran los aspectos botánicos como son la morfología de la planta, tanto de sus órganos vegetativos como reproductores, y que su cultivo es intenso en el norte del departamento de Puno; también dan información sobre el valor nutritivo de la especie, como por ejemplo que sus semillas poseen 15,3% de proteínas y además es rico en

aminoácidos esenciales; con respecto a las labores agrícolas mencionan las épocas de siembra y cosecha, y como debe de realizarse cada una de ellas; y terminan mencionando las posibilidades de poder usar esta especie en la industria de la panificación, en gastronomía y como alimento para animales (los tallos y hojas).

C) Bravo R, Andrade K, Valdivia R. y Soto J. (2010) Investigaciones sobre especies olvidadas y subutilizadas, granos andinos (quinua, cañahua/cañihua y amaranto/kiwicha)

En este documento se brinda información sobre los trabajos de Tesis, tanto de pre Grado como de Maestría, realizadas en Perú y Bolivia dentro del marco del proyecto IFAD-NUSI y II, financiado por Biodiversity International y con la colaboración del Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA), la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) de Bolivia, la Universidad Mayor de San Andrés de Bolivia, la Universidad Nacional del Altiplano de Perú, la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa de Perú y La Universidad Técnica de Oruro, el Fondo Internacional de Desarrollo Agrario (FIDA), en donde se trata de hacer un análisis de la realidad de los granos andinos.

Del análisis que se presenta se puede afirmar que el aseguramiento de alimentos se disminuye debido a que sólo se prioriza el cultivo de unas cuantas especies siendo la población rural la más afectada económicamente, además, se disminuye la capacidad de resiliencia de los agroecosistemas.

Por lo tanto, se tiene que tener en cuenta el cultivo de especies diferentes y que han sido seleccionadas y domesticadas por las comunidades rurales, debido a que estas especies están totalmente adaptadas a las condiciones ambientales de sus centros de origen.

El desinterés por las especies nativas hace que sean recursos subexplotados, llevándolas incluso al peligro de la erosión genética y por tanto disminuir las posibilidades de desarrollo de las poblaciones rurales.

Estas especies nativas subutilizadas u “olvidadas”, porque principalmente se producen en sus centros de origen o domesticación, no están en la capacidad de competir con especies que han sido mejoradas para vivir en diferentes agro ecosistemas. Por lo que se deberían de tener en cuenta estas especies sub cultivadas para la seguridad alimentaria de las comunidades rurales, teniendo en cuenta los problemas de cambio climático y de avance de la urbe.

Dentro de estas especies sub utilizadas se tienen a los granos andinos *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, *Chenopodium pallidicaule* Aellen “cañahua” (aymara) o “kañihua” (quechua), *Amaranthus caudatus* L. “kiwicha” (Perú) o amaranto “Bolivia” que tienen gran potencial para mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales de Bolivia y Perú.

D) Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud (2014) Plan nacional para la reducción de la desnutrición crónica infantil y la prevención de la anemia en el país, periodo 2014 – 2016

Este informe trata sobre la malnutrición donde se indica que es un problema de salud pública en el Perú, condicionado por determinantes de la salud, expresados como factores sociales y de desarrollo asociados con la pobreza y brechas de inequidad que incluyen causas básicas como la desigualdad de oportunidades, la exclusión y la discriminación por razones de sexo, raza o credo político; causas subyacentes como baja escolaridad de la madre; el embarazo adolescente; los cuidados insuficientes de la mujer a la niña y niño; las prácticas inadecuadas de crianza; el limitado acceso a servicios básicos y a servicios de salud, asociados con costumbres y prácticas inadecuadas de alimentación; estilos de vida, algunos ancestrales y otros adquiridos, por el cada vez más importante proceso de urbanización, y causas directas como desnutrición materna, alimentación o

ingesta inadecuada, e infecciones repetidas y severas. Por lo que la reducción de la desnutrición crónica infantil (DCI) y de la anemia, son expresiones del compromiso asumido por el Estado Peruano.

La DCI y la anemia por deficiencia de hierro en las niñas y niños menores de 3 años, tienen consecuencias adversas en el desarrollo cognitivo, principalmente si se presenta en un periodo crítico como el crecimiento y diferenciación cerebral, cuyo pico máximo se observa en los niños menores de dos años, periodo en el que el daño puede ser irreversible, constituyéndose en los principales problemas de salud pública que afectan el desarrollo infantil temprano.

Se define la DCI como el estado en el cual una niña o niño presenta retardo en su crecimiento para la edad, lo que afecta el desarrollo de su capacidad física, intelectual, emocional y social. Según el área de residencia, la mayor proporción de DCI en niños menores de 5 años se encuentra en los residentes de áreas rurales; siendo 3 veces más que en los residentes de áreas urbanas al año 2012.

Existiendo una relación directa entre el menor nivel de educación de la madre y el mayor porcentaje de DCI en niños y niñas menores de 5 años, dato constante en todos los años (2007, 2010 y 2012).

Uno de los factores directamente relacionado con la DCI es la anemia infantil por déficit de hierro (que se estima a partir del nivel de hemoglobina en sangre), condición que determina, además, el desarrollo cognitivo del niño durante los primeros años de vida y en la etapa posterior.

La anemia es un problema generalizado tanto en el área urbana como en el área rural, el 39,9% de los niños y niñas menores de entre 06 a 35 meses de la zona urbana tienen anemia, mientras que en la zona rural este problema afecta al 53,1%.

Por lo que se estableció como finalidad del “Plan Nacional para la Reducción de la Desnutrición Crónica Infantil y la Prevención de la Anemia en el País”, promover el desarrollo infantil como una inversión pública en el capital humano del país para permitir el progreso económico y social de todos los peruanos, con inclusión y equidad social.

Siendo su objetivo principal contribuir con la reducción de la desnutrición crónica infantil al 10% y la anemia en menores de 3 años al 20%, al año 2016, a través del fortalecimiento de intervenciones efectivas en el ámbito intra e intersectorial.

Teniéndose en cuenta que el número de niñas y niños menores de 3 años, ascienden a 1`733,492 para el año 2013, las proyecciones para el año 2014 estiman 1`717,128 niños, para el 2015 1`704,201 niños y para el 2016 1`699,504 niños, según estimaciones del INEI para el periodo 2014-2016 por regiones del país, habiéndose utilizado la tasa de crecimiento poblacional de cada región.

Tomándose como población objetivo, para las intervenciones de suplementación con multimicronutrientes para la prevención de anemia, a niñas y niños de 6 a 35 meses.

E) UNICEF (2011). La desnutrición infantil: causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento

De acuerdo a Kul C. Gautam, Director Ejecutivo Adjunto de UNICEF, en el mundo se producen alimentos suficientes para satisfacer las necesidades de todos los hombres, las mujeres y los niños que lo habitan. Por lo tanto, el hambre y la desnutrición no son consecuencias sólo de la falta de alimentos, sino también de la pobreza, la desigualdad y los errores en el orden de las prioridades.

Sin embargo, cerca de mil millones de personas pasan hambre, según la FAO, y las estimaciones indican que esta cifra va en aumento.

Por tanto, la amenaza de la desnutrición continua para toda la población mundial y muy especialmente para la población infantil, limitándose así el desarrollo de numerosos países.

Son muchos los factores que provocan que la desnutrición siga siendo una amenaza para la supervivencia y el desarrollo de cientos de millones de personas: la falta de una atención suficiente, el hecho de que con frecuencia resulte invisible, el alza en el precio de los alimentos básicos, los conflictos que originan desplazamientos masivos de población, la sequía, la ausencia de un enfoque de equidad y el círculo de la pobreza, entre otros.

Además, se definen las enfermedades causadas por la deficiente alimentación así se tiene:

Desnutrición crónica: Un niño que sufre desnutrición crónica presenta un retraso en su crecimiento. Se mide comparando la talla del niño con el estándar recomendado para su edad. El retraso en el crecimiento puede comenzar antes

de nacer, cuando el niño aún está en el útero de su madre. Por lo que se tienen que tomar acciones antes que el niño cumpla dos años de edad, de lo contrario tendrá problemas el resto de su vida.

Desnutrición aguda moderada: Un niño que presenta desnutrición aguda moderada tendrá un peso menor al que le corresponde por su talla.

Desnutrición aguda grave o severa: Es la forma de desnutrición más grave. El niño pesa muy por debajo del estándar de referencia para su talla o se mide el perímetro de su brazo. Esta condición de desnutrición pone al niño en un riesgo muy alto de mortalidad, llegando a ser 9 veces superior a la de un niño bien nutrido por lo que requiere atención médica inmediata.

Carencia de vitaminas y minerales: La desnutrición debida a la falta de vitaminas y minerales (micronutrientes) se puede manifestar de múltiples maneras. La fatiga, la reducción de la capacidad de aprendizaje o de inmunidad son sólo algunas de ellas.

1.5 Justificación de la investigación

Desde hacen cientos de años se cultiva en nuestro país *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa”, especie altoandina que habita sobre los 3800 metros de altura, es de mucha importancia para la población de estas zonas debido a su alta cantidad y calidad de nutrientes, como proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales, aceites, etc. (Repo-Carrasco, 2003; Apaza, 2010, La Rosa, Anaya, Flores, Bejarano, Brito, Pérez, 2016), y también tolera muy bien condiciones ambientales adversas como sequía, heladas, salinidad, así como también el ataque de plagas (Woods y Eyzaguirre, 2004). A pesar de lo antes mencionado, es una especie que no tiene mucha presencia en el mercado nacional (Apaza, 2010), ya que no tiene una gran área de cultivo, lo que provoca que disminuya su variabilidad genética (Rojas, W., Pinto, M. y Soto, J., 2004; Proyecto Regional Cultivos Andinos, 2012).

Por estas razones se decidió aclimatar a *Ch. pallidicaule* “kañiwa” a las condiciones de la costa central, por tanto teníamos que conocer las respuestas fisiológicas de kañiwa cuando es sometida a algunas condiciones estresantes de la costa de Lima, como la salinidad sódica, mayores temperaturas de las que está acostumbrada, intensidad luminosa, en condiciones de invernadero casero.

1.6 Limitaciones de la investigación

La ejecución de la presente tesis no tuvo limitaciones, debido a que el Laboratorio de Anatomía y Farmacognosia Vegetal, de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, cuenta con un pequeño invernadero de 8 m² y 3 m de alto.

Los reactivos y materiales en general fueron provistos por el laboratorio y lo que faltó fue comprado en el mercado local.

También se contó con la participación de cuatro alumnos de la Facultad de Ciencias Biológicas, quienes participaron activamente desde la siembra y las evaluaciones periódicas de las plántulas, aprendieron a hacer las mediciones de los diferentes parámetros evaluados con la debida rigurosidad científica.

1.7 Objetivos

- Objetivo General

Demostrar que la adecuación de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa” a las condiciones salino sódicas de la costa central del Perú, es una alternativa para ser usado como un alimento de gran valor nutritivo para combatir la desnutrición infantil en esta región.

1.8 Hipótesis

- Hipótesis General

La adecuación de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa”, a las condiciones salino sódicas de la costa central del Perú es una alternativa para ser usado como un alimento de gran valor nutritivo para combatir la desnutrición infantil en esta región

Marco Teórico

2.1 Bases Teóricas

En el mundo, de acuerdo a UNICEF (2011), hay alrededor de 200,000 niños menores de 5 años que padecen de desnutrición crónica y alrededor del 13% de la población de niños sufren de desnutrición aguda. En nuestro país la desnutrición crónica de niños entre los 6 y 35 meses de edad ha ido disminuyendo hasta llegar al 12.2% a nivel nacional (INEI 2018), sin embargo, en las zonas rurales el problema se agudiza (Repo-Carrasco, R.; Espinoza, C. y Jacobsen, S.E. 2003), llegando en el 2018, a un 25.7% de niños en estas zonas mientras que en la zona urbana llega a un 7.3% (INEI. 2018), esto debido a que los niños no llegan a cubrir con los requerimientos de energía, hierro y retinol, aunque sí de proteínas, debido principalmente por problemas socio-económicos (Ministerio de Salud 2015).

Como alternativa para combatir este problema

Desde hacen cientos de años se cultiva en nuestro país *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa”, especie altoandina que habita sobre los 3800 metros de altura, es de mucha importancia para la población de estas zonas debido a su alta cantidad y calidad de nutrientes, como proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales, aceites, etc. (Repo-Carrasco, 2003; Apaza, 2010, La Rosa, Anaya, Flores, Bejarano, Brito, Pérez, 2016), y también tolera muy bien condiciones ambientales adversas como sequía, heladas, salinidad, así como también el ataque de plagas (Woods y Eyzaguirre, 2004). A pesar de lo antes mencionado, es una especie que no tiene mucha presencia en el mercado nacional (Apaza, 2010), ya que no tiene una gran área de cultivo, lo que provoca que disminuya su variabilidad genética (Rojas, W., Pinto, M. y Soto, J., 2004; Proyecto Regional Cultivos Andinos, 2012), por lo que se hace necesario ampliar el área de cultivo de kañiwa, incluso

a la región de la costa. Siempre teniendo en cuenta que los suelos de la costa se pierden por la salinización (Eguren, F. 2012).

Desnutrición:

El estado nutricional de una persona es la resultante del equilibrio entre la ingesta de alimentos y sus requerimientos de nutrientes (Segura, Montes, Hilario, Asenjo y Baltazar 2002)

La desnutrición es un tipo de malnutrición que se asocia de forma directamente proporcional a la cantidad y la calidad de los nutrientes que se ingieren (CODESPA 2019).

De acuerdo a la UNICEF (2019) las causas de la desnutrición infantil se deben a la falta de alimentos, carencia de asistencia médica y carencia de servicios básicos de salubridad.

Desnutrición infantil aguda

El déficit de peso para la talla es la desnutrición aguda (DA) e implica una disminución en la masa corporal y generalmente es consecuencia de un episodio agudo de enfermedad infecciosa o de una gran disminución de la ingesta calórica (Sobrino M., Gutiérrez C., Cunha A.J., Dávila M., Alarcón J. 2014).

– Desnutrición aguda moderada: se considera que un niño presenta esta deficiencia cuando su peso es menor al de su talla (UNICEF 2011).

– Desnutrición aguda grave o severa: Es la forma de desnutrición más grave. El niño tiene un peso muy por debajo del estándar de referencia para su altura. También se puede medir el perímetro de su brazo. Esta condición de desnutrición pone al niño en un riesgo muy alto de mortalidad, llegando a ser 9 veces superior a la de un niño bien nutrido por lo que requiere atención médica inmediata (UNICEF 2011).

Desnutrición infantil crónica

El déficit de talla para la edad —desnutrición crónica (DC)— supone un menor crecimiento lineal en el tiempo (Sobrino et al. 2014).

Un niño que sufre desnutrición crónica presenta un retraso en su crecimiento. Se mide comparando la talla del niño con el estándar recomendado para su edad. El retraso en el crecimiento puede comenzar antes de nacer, cuando el niño aún está en el útero de su madre. Por lo que se tienen que tomar acciones antes que el niño cumpla dos años de edad, de lo contrario tendrá problemas el resto de su vida (UNICEF 2011).

Desnutrición global

El déficit de peso para la edad —desnutrición global— es más impreciso para estudios poblacionales y puede o no incluir la DA y/o la DC (Sobrino et al. 2014).

Anemia

La anemia se define como una reducción de la concentración de la hemoglobina por debajo de los niveles considerados normales. Es el resultado de una disminución de la producción o bien de una destrucción acelerada de hematíes, que caracteriza o acompaña a un buen número de entidades patológicas (Hernández 2012).

La anemia, cuya forma más frecuente en la niñez es la ferropénica, se ve favorecida por la progresiva desaparición de los depósitos de hierro, sobre todo entre los 4 y los 6 meses de vida, así como por dietas inadecuadas e infecciones (Sobrino et al. 2014).

Obesidad infantil

La obesidad se define como una condición en la que hay un depósito excesivo de energía en forma de tejido graso en relación al valor esperado según sexo, talla y edad, con potenciales efectos adversos en la salud. Aproximadamente 1,000 millones de personas en el mundo tienen

sobrepeso u obesidad y por lo menos 300 millones son obesos. Múltiples factores etiopatogénicos están implicados: genéticos, ambientales, socioculturales y metabólicos. Hay múltiples complicaciones secundarias a obesidad que empiezan en la niñez y progresan en la vida adulta, estas incluyen: síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, síndrome de ovarios poliquísticos, enfermedad cardiovascular, y problemas sociopsicológicos (Lizardo y Díaz 2011).

Del análisis de la tendencia del sobrepeso, obesidad y exceso de peso, se encontró que la obesidad en los niños menores de 5 años muestra una correlación directamente proporcional, es decir, el sobrepeso tiene una tendencia al incremento. El exceso de peso fue más frecuente en los varones hasta la adolescencia, posteriormente el aumento es mayor en las mujeres. Por otro lado, en la zona urbana el incremento del exceso de peso tiende a duplicarse en casi todas las etapas de vida exceptuando a los adultos jóvenes. La prevalencia del exceso de peso se mantiene elevada en Lima Metropolitana seguida por el resto de la costa; la selva mostró mayores prevalencias del exceso de peso que la sierra a partir de la etapa de vida adolescente. En el mismo sentido, el exceso de peso es mayor en los no pobres que en los pobres y éstos a su vez mayor que en la condición de extrema pobreza (Tarqui-Mamani, C.; Sánchez-Abanto, José; Alvarez-Dongo, Doris; Gómez-Guizado, Guillermo; Valdivia-Zapana, Sarai. 2013).

Objetivos de Desarrollo Sostenible

Naciones Unidas (2018) indicó:

El lento crecimiento económico mundial, las desigualdades sociales y la degradación ambiental que son característicos de nuestra realidad actual presentan desafíos sin precedentes para la comunidad internacional. En efecto, estamos frente a un cambio de época: la opción de continuar con los mismos patrones ya no es viable, lo que hace necesario transformar el paradigma de

desarrollo actual en uno que nos lleve por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo y con visión de largo plazo.

Frente a estos desafíos, los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas, junto con un gran número de actores de la sociedad civil, el mundo académico y el sector privado, entablaron un proceso de negociación abierto, democrático y participativo, que resultó en la proclamación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en septiembre de 2015.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye 17 Objetivos y 169 metas, presenta una visión ambiciosa del desarrollo sostenible e integra sus dimensiones económica, social y ambiental. Esta nueva Agenda es la expresión de los deseos, aspiraciones y prioridades de la comunidad internacional para los próximos 15 años. La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos naturales extremos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático. (p. 7, 8)

Naciones Unidas (2018) dijo:

Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible

Si se hace bien, la agricultura, la silvicultura y las piscifactorías pueden suministrar comida nutritiva para todos y generar ingresos decentes, mientras se apoya el desarrollo de las gentes del campo y la protección del medio ambiente.

Pero ahora mismo, nuestros suelos, agua, océanos, bosques y nuestra biodiversidad están siendo rápidamente degradados. El cambio climático está poniendo mayor presión sobre los recursos de los que dependemos y aumentan los riesgos asociados a desastres tales como sequías e inundaciones. Muchas campesinas y campesinos ya no pueden ganarse la vida en sus tierras, lo que les obliga a emigrar a las ciudades en busca de oportunidades.

Necesitamos una profunda reforma del sistema mundial de agricultura y alimentación si queremos nutrir a los 925 millones de hambrientos que existen actualmente y los dos mil millones adicionales de personas que vivirán en el año 2050.

El sector alimentario y el sector agrícola ofrecen soluciones claves para el desarrollo y son vitales para la eliminación del hambre y la pobreza.

Metas del Objetivo 2:

a. De aquí a 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad, incluidos los niños menores de 1 año, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año.

b. De aquí a 2030, poner fin a todas las formas de malnutrición, incluso logrando, a más tardar en 2025, las metas convenidas internacionalmente sobre el retraso del crecimiento y la emaciación de los niños menores de 5 años, y abordar las necesidades de nutrición de las adolescentes, las mujeres embarazadas y lactantes y las personas de edad.

c. De aquí a 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los ganaderos y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos e insumos de producción y a los conocimientos, los servicios financieros, los mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas.

d. De aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.

e. De aquí a 2020, mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus correspondientes especies silvestres, entre otras cosas mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales conexos y su distribución justa y equitativa, según lo convenido internacionalmente.

f. Aumentar, incluso mediante una mayor cooperación internacional, las inversiones en infraestructura rural, investigación y servicios de extensión agrícola, desarrollo tecnológico y bancos de genes de plantas y ganado a fin de mejorar la capacidad de producción agropecuaria en los países en desarrollo, particularmente en los países menos adelantados.

g) Corregir y prevenir las restricciones y distorsiones comerciales en los mercados agropecuarios mundiales, incluso mediante la eliminación paralela de todas las formas de subvención a las exportaciones agrícolas y todas las medidas de exportación con efectos equivalentes, de conformidad con el mandato de la Ronda de Doha para el Desarrollo.

h) Adoptar medidas para asegurar el buen funcionamiento de los mercados de productos básicos alimentarios y sus derivados y facilitar el acceso oportuno a la información sobre los mercados, incluso sobre las reservas de alimentos, a fin de ayudar a limitar la extrema volatilidad de los precios de los alimentos. (p. 20, 21, 22)

Inseguridad Alimentaria

MINAGRI (2013) enunció:

Seguridad alimentaria y Nutricional es el acceso físico, económico y sociocultural de todas las personas en todo momento a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos, de manera que puedan ser utilizados adecuadamente para satisfacer sus necesidades nutricionales, a fin de llevar una vida activa y sana. (p. 14).

MINAGRI (2013) indicó:

Problema central:

La población no satisface permanentemente sus requerimientos nutricionales.

Causas de este problema:

a. Disponibilidad

Limitado abastecimiento de alimentos inocuos y nutritivos

- Débil organización de los productores para la producción agropecuaria (asociatividad).
- Limitado acceso al financiamiento de los productores agrarios y pescadores artesanales.
- Limitada disponibilidad de tierras con aptitud agrícola para producción de alimentos de consumo humano directo.
- Escasa investigación y transferencia tecnológica en actividades agropecuarias y pesquera artesanal.
- Poca valoración y difusión de tecnologías y de buenas prácticas tradicionales amazónicas y andinas.

- Inadecuado uso de los recursos naturales como agua, suelo, biomasa pesquera y biodiversidad.
- Insuficiente promoción de la extracción de los recursos pesqueros para consumo humano directo.

b. Acceso

Insuficiente acceso a alimentos, inocuos y nutritivos

- Limitado acceso a los medios de producción por parte de los productores agrarios y pescadores artesanales.
- Ineficiente comercialización y acceso de la población a productos nutritivos y orgánicos.
- Escasa conectividad en zonas alejadas.
- Limitado acceso de población vulnerable a programas con objetivos nutricionales y de asistencia alimentaria.
- Escasos ingresos económicos y falta de oportunidades de empleo de la población con énfasis en los jóvenes y mujeres.

c. Utilización

Limitado conocimiento y prácticas inadecuadas del consumo de alimentos inocuos y nutritivos

- Insuficiente acceso a agua segura.
- Insuficiente infraestructura básica de agua y saneamiento.
- Limitado conocimiento y aprovechamiento de recursos alimenticios nutritivos de cada región.
- Débil provisión de los servicios de salud en zonas alejadas.

- Débil implementación del marco regulatorio sobre el control de la inocuidad de los alimentos.
- Poca difusión de los beneficios de la lactancia materna exclusiva.

d. Institucionalidad

Débil marco institucional de la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) en los tres niveles de gobierno

- Falta de ente rector
- Debilidad de las capacidades de gestión de la SAN en los tres niveles de gobierno
- Débil articulación de la política de SAN con programas presupuestales. (p. 72, 73)

Costa Central

Montenegro (2014) enunció:

La Costa es la región bañada por el Océano Pacífico y se extiende desde el nivel del mar por el oeste hasta los 1800 m.s.n.m. por el este. En esta consideración no se toman en cuenta características morfológicas, climáticas ni biológicas. Su relieve está conformado por los valles aluviales, las pampas aluviales, los tablazos y las estribaciones andinas.

La macro región de la costa se caracteriza por ser una franja estrecha, longitudinal, con una superficie que abarca aproximadamente el 12,5 % de todo el territorio nacional. Es cruzada transversalmente por 53 ríos que se convierten en pequeños oasis dentro de esta región, que se caracteriza por ser un área desértica. Se encuentra influenciada climáticamente por las corrientes marinas (peruana y El Niño). (p. 84)

Brack y Mendiola (2019) enunciaron:

El desierto y las lomas costeras: En toda la costa del Pacífico Sur, se encuentra uno de los desiertos más áridos del mundo, conocido como el desierto del Pacífico. A pesar de estas

condiciones de aridez, el desierto ofrece una variedad de ecosistemas y una variada diversidad biológica. La costa es una angosta franja, de unos 30 a 60 km de ancho, y llega hasta los 600 o 1000 msnm, limita al norte con el bosque seco ecuatorial, y al este con la serranía esteparia. El clima es semi-cálido muy seco (desértico o árido subtropical), con precipitaciones anuales inferiores a los 150 mm y temperaturas medias anuales de 18 a 19°C. Los vientos alisios húmedos son la causa de la falta de lluvias, ya que, al pasar sobre las aguas frías de la Corriente Peruana, se enfrían y producen un colchón de neblinas desde el nivel del mar hasta los 800 o 1000 msnm, con temperaturas bajas de cerca de 13°C. Encima de dicho colchón la temperatura aumenta de 13°C a 24°C, y el aire cálido absorbe la humedad, impidiendo la formación de nubes de lluvia. (p. 1)

Britto (2017) indicó:

La costa central del Perú pertenece a la ecorregión Desierto Semicálido Tropical (DST), localizado a lo largo de la franja costera al sur del valle del Chicama. Desde el nivel del mar hasta 1.00 m s.n.m. Involucra los departamentos de Ancash, Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Ica, La Libertad, Lima, Moquegua, Tacna, ocupando un área de aproximadamente 4.819.223 ha. (p. 18)

Suelos salino sódicos, son los afectados por aguas que contienen niveles elevados de sales principalmente por cloruro de sodio (Tabla 1)

FAO (2019) definió:

Suelos salinos son aquellos suelos en los que las sales interfieren con el crecimiento normal de las plantas.

Los suelos afectados por la sal se pueden dividir en salinos, salino-sódica y sódicos, según las cantidades de sal, el tipo de sales, la cantidad de sodio presente y la alcalinidad del suelo. Cada

tipo de suelo afectado por la sal tendrá diferentes características, que también determinarán la forma en que pueden manejarse.

Suelos salino sódicos

Los suelos salinos sódicos tienen un alto contenido de sales solubles, como los suelos salinos, pero las sales están compuestas predominantemente de sodio. Tienen propiedades intermedias y, si no se manejan adecuadamente, pueden volverse suelos sódicos fácilmente. (p. 1)

(Tabla 2)

Tabla 1

Clasificación de Aguas Salinas

Clase de agua	Conductividad Eléctrica dS/m	Concentración de sal mg/l	Tipo de agua
No salina	<0.7	<500	Agua para beber y riego
Ligeramente salina	0.7 - 2	500-1500	Agua de riego
Moderadamente salina	2 - 10	1500-7000	Agua de drenaje primario y agua subterránea
Altamente salina	10-25	7000-15 000	Agua de drenaje secundario y agua subterránea
Muy altamente salina	25 - 45	15 000-35 000	Agua subterránea muy salina
Salmuera	>45	>45 000	Sal

Nota. Fuente: FAO

Tabla 2*Extensión de los Suelos Afectados por la Sal en el Mundo*

Regiones	Área Total	Suelos	%	Suelos	%
	(x1000 ha)	Salinos		Sódicos	
África	1899.1	38.7	2.0	33.5	1.8
Asia y el Pacífico y Australia	3107.2	195.1	6.3	248.6	8.0
Europa	2010.8	6.7	0.3	72.7	3.6
Latino América	2038.6	60.5	3.0	50.9	2.5
Cercano Oriente	1801.9	91.5	5.1	14.1	0.8
Norte América	1923.7	4.6	0.2	14.5	0.8
Total	12781.3	397.1	3.1	434.3	3.4

Nota. Fuente: FAO

Áreas afectadas con mal drenaje y salinidad en Perú

MINAGRI (2000) explicó:

El mal manejo del agua de riego y el tipo de drenaje de los suelos son las causas directas para que este proceso sea perjudicial. En donde hayan áreas con buen drenaje, las aguas de riego o de lluvia van lavando las sales o profundizándolas haciendo que ya no son sean dañinas para los cultivos. Por el contrario, en las áreas donde existan problemas de drenaje, las sales afloran y se acumulan en la superficie.

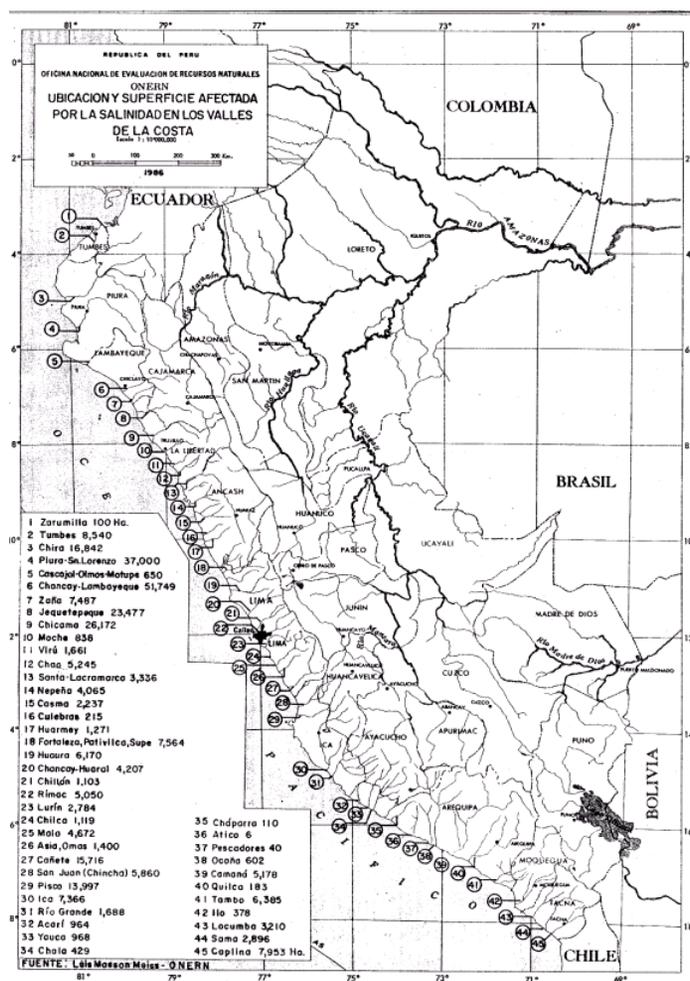
El problema más severo en la costa es la degradación de los suelos debido a la salinización. Por lo que las condiciones áridas de la región, la salinidad de algunos suelos, el deficiente e insuficiente sistema de drenaje, el mal manejo del agua y el cultivo de arroz (Costa Norte), son las principales causas de este problema llegando a afectar a más de 300,000 hectáreas. (Figura 1)

Para aliviar este problema se han construido costosas presas para aumentar la oferta de agua, en los valles norteños de Chancay-Lambayeque, Jequetepeque y Chira Piura pero han producido efectos indeseables:

- Reducción del aprovechamiento de los acuíferos subterráneos.
- Aumento del área con cultivos de alta demanda de agua.
- Baja eficiencia en el aprovechamiento del agua.
- Aumento de los problemas de drenaje y salinidad. (p. 4)

Figura 1

Áreas Afectadas por mal Drenaje y Salinidad



Nota. Reproducida de Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)

Estrés Salino

a) Concepto de estrés medioambiental: Azcón-Bieto y Talón (2008) enunciaron:

“Este concepto implica la presencia de un factor externo a la planta, provocado por un medio ambiente cambiante, que ejerce una influencia negativa sobre el desarrollo óptimo” (p. 582).

Munns y Tester (2008) definieron:

“Una circunstancia adversa que perturba o puede perturbar el funcionamiento normal de un individuo” (p. 652).

b) Tipos de estrés medioambiental: Azcón-Bieto y Talón (2008) explicaron:

Las condiciones ambientales adversas a las que están sometidas las plantas son las que provocan: i) estrés biótico, causado por la acción de otros seres vivos como herbívoros, otras plantas (alelopatía), patógenos (bacterias, virus, viroides, hongos, nematodos), por otro lado tenemos ii) estrés abiótico, causado por factores físicos (sequía, salinidad, altas y bajas temperaturas, inundaciones, altas o bajas irradiaciones, velocidad del viento), o factores químicos (exceso de sodio, SO₂, óxidos de Nitrógeno, compuestos Clorofluorocarbonados, metales pesados) (p. 582).

c) Taiz y Zeiger (2010) definieron:

“El estrés salino es provocado por la excesiva concentración de sal en la solución del suelo” (p. 761).

Este tipo de estrés presenta dos componentes: el factor osmótico y el factor iónico (Joaquín Azcón-Bieto y Manuel Talón, 2008; Lincoln Taiz y Eduardo Zeiger, 2010).

Munns y Tester (2008) indicaron:

- El factor osmótico se refiere a la dificultad que tienen las plantas de poder compensar los valores muy bajos de potencial hídrico que tiene la solución del suelo, causando deficiencia hídrica.

- El factor iónico se refiere a la toxicidad producida por los iones Cl⁻ y Na⁺, aunque otros iones (NO⁻³, SO⁻²₄, NH⁺₄) también llegan a producir toxicidad, al interactuar con las proteínas transportadoras del plasmalema causando daños en la adquisición de nutrientes.

El crecimiento de las plantas responde a la salinidad en dos fases: una fase rápida y osmótica que inhibe el crecimiento de las hojas jóvenes, y una fase iónica más lenta que acelera la senescencia de las hojas maduras. Las adaptaciones de las plantas a la salinidad son de tres tipos distintos: tolerancia al estrés osmótico, exclusión de Na^+ o Cl^- y tolerancia del tejido al Na^+ o Cl^- acumulado. (p. 654, 655)

Granos Andinos

a) ¿Qué son los granos andinos?: ¿cereales?, ¿pseudocereales?, ¿granos?

Wikipedia (2019) definió:

Los cereales (de Ceres, el nombre en latín de la diosa de la agricultura) son plantas de la familia de las poáceas cultivadas por su grano (fruto de pared delgada adherida a la semilla, característico de la familia). Incluyen cereales mayores como el trigo, el arroz, el maíz, la cebada, la avena y el centeno, y cereales menores como el sorgo, el mijo, el teff, el triticale, el alpiste o la lágrima de Job.

Se caracterizan porque la semilla y el fruto son una misma cosa (Cariópside) (Ecured, 2019).

Espores (2014) indicó:

Pseudocereales:

Pseudo = Falso, Cereal = Gramínea

Entonces un pseudocereal sería una falsa gramínea.

Por su nombre podemos pensar que son sucedáneos artificiales o alimentos de segunda generación, pero nada más lejos de la realidad. Los pseudocereales son plantas de hoja ancha que,

aunque no son de la familia de los cereales reciben este nombre por sus usos y propiedades tan similares a las de éstos. Los más conocidos y consumidos son la quinoa y el amaranto.

Los pseudocereales son semillas que pueden ser utilizadas como los cereales. Poseen un elevado índice de valor nutricional, superior al de los cereales con gluten tanto por su composición en aminoácidos, como por su digestibilidad. (p. 1)

oldways whole grain council (2019) definió:

Granos

Los granos enteros son las semillas de diferentes gramíneas (como el trigo, el maíz, el centeno, la avena, el arroz o la cebada) que conservan las tres partes que los componen. Si la semilla ha sido procesada (molida, picada, triturada y/o cocida), el producto final deberá contener aproximadamente la misma composición de nutrimentos que se encuentran en la semilla del grano original. (p. 1).

Boletín agrario.com (2019) definió grano:

Etimología: Del latín granum.

1. Semilla y fruto de los cereales.
2. Semilla pequeña de otras plantas.
3. Cada una de las semillas o frutos que con otros iguales forma un agregado. Grano de uva, de granada.
4. Porción o parte menuda de alguna cosa que tenga forma similar a la semilla de los cereales. Grano de arena, de incienso. (p. 1)

b) Natural Research Council (1989) definió:

Granos Andinos

Ejemplo de granos andinos:

“QUINUA” *Chenopodium quinoa* Willd.

La quinua es una planta anual, Amarantacea, que usualmente alcanza una altura de 1 a 3 m.

Las hojas son anchas y heterofilia (diferentes formas en la misma planta), en el tallo central presenta hojas lobuladas y quebradizas.

El tallo puede tener o no ramas, dependiendo de la variedad o densidad del sembrado.

Las flores son pequeñas y carecen de pétalos. Generalmente hermafroditas y se autofecundan. El fruto seco mide aproximadamente 2 mm de diámetro, el cual tiene el mismo color que la planta.

Da una cosecha anual. Las semillas pueden ser blancas, cafés amarillas, grises, rosadas, rojas o negras, y se clasifican según su tamaño en grandes, medianas y pequeñas.

“KAÑIWA” *Chenopodium pallidicaule* Aellen.

Planta herbácea, se ramifica desde la base, mide entre 50 a 60 cm, con un período vegetativo entre 140 a 150 días.

El color de los tallos y hojas cambia de acuerdo al ecotipo durante la fase fenológica, de verde a: anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y púrpura.

Kañiwa tiene tres tipos de crecimiento: “saiwa” de tallos erguidos, “lasta” de tallos semierguidos y “pampa lasta” de tallos tendidos sólo sus extremos son erguidos.

Tallo hueco, estriado y ramificado desde su base con ramificación secundaria, el número de ramas varía entre 11 a 16 según el ecotipo, contándose desde la base hasta el segundo tercio de la planta, durante la madurez fisiológica.

“KIWICHA” *Amaranthus caudatus* L.

El tallo central puede alcanzar de 2 a 2,5 m de altura en la madurez, a pesar de que algunas variedades son más pequeñas.

Las ramas de forma cilíndrica, pueden empezar tan abajo como la base de la planta dependiendo de la variedad de ésta. La raíz principal es corta y las secundarias se dirigen hacia abajo, dentro del suelo. Sus vistosas flores brotan del tallo principal, en algunos casos las inflorescencias llegan a medir 90 cm.

La planta se adapta fácilmente a muchos ambientes distintos, tiene un tipo eficiente de fotosíntesis (C4), crece rápidamente y no requiere mucho mantenimiento. Se desarrolla a una altitud entre los 1.400 y los 2.400 msnm.

“TARWI o CHOCHO” *Lupinus nutabilis* Sweet.

Las hojas son de forma digitada, generalmente compuesta por ocho folíolos que varían de ovalados a lanceolados. En la base del pecíolo presenta pequeñas estípulas, muchas veces rudimentarias. Se diferencia de otras especies de *Lupinus* en que las hojas tienen pubescencia menos densa.

El tarwi pertenece a la subfamilia Papilionoideas por lo cual presenta una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas.

Las legumbres varían en tamaño de 5 a 12 cm y con semillas en número variable y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), entre 0.5 a 1.5 cm. En un kilogramo de semillas se tiene entre 3500 a 5000 de ellas. El tamaño de las semillas depende de las condiciones de crecimiento, así como del ecotipo o variedad y éstas están recubiertas por un tegumento endurecido que puede constituir hasta el 10% del peso total. (pp. 129, 139, 181).

Los granos andinos presentan mejor cantidad y calidad de proteínas y otros elementos que los hacen ser considerados como alimentos funcionales en la actualidad, en comparación con los cereales tradicionalmente usados en la alimentación humana (Tabla 3).

Tabla 3

Comparación de la Composición Proximal entre los Cereales y Granos Andinos

	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos
Trigo Manitoba	16.0	2.9	2.6	1.8	74.1
Trigo Inglés	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6
Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8
Centeno	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1
Triticale	15.0	1.7	2.6	2.0	78.7
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
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	6.0	4.0	2.9	72.6
Kañiwa	18.8	7.6	6.1	4.1	63.4
Kiwicha	14.5	6.4	5.0	2.6	71.5

Nota. Cada dato está en g/100 g materia seca

Fuente: Kent 1983, Repo-Carrasco 1992

Apaza, V. (2010) sobre kañiwa indicó:

Valor Nutricional

La kañiwa presenta proteínas de alto valor biológico, aún mayor que la quinua, así como de fibra. Es considerado nutraceutico o alimento funcional, por su elevado contenido de proteínas (15.7 a 18.8 por ciento) con una buena cantidad de aminoácidos esenciales, como la lisina (7.1%), el cual es escaso en los alimentos de origen vegetal y forma parte del cerebro humano. Además, presenta carbohidratos (63.4%) y aceites vegetales (7.6%), lo que hace a esta especie altamente nutritiva. También presenta minerales como calcio, magnesio, sodio, fósforo, hierro (15.5 mg/100 mg materia seca), zinc, vitamina E, complejo vitamínico B; por lo que se compara con la leche. El grano también presenta fibra dietética y grasas no saturadas. Por lo que a la kañiwa se le considera como un de componente estratégico de la seguridad alimentaria.

Apaza, V. (2010) sobre kañiwa indicó:

Taxonomía

Reino : Vegetal

División : Angiospermophyta

Clase : Dicotyledoneae

Sub clase : Archichlamydeae

Orden : Centrospermales

Familia : Chenopodiaceae

Género : *Chenopodium*

Especie : *Chenopodium pallidicaule* Aellen

Algunos de los nombres por los cuales se le conoce son:

En Perú: “kañiwa”.

En Bolivia: “Cañahua”.

Quechua: “kañiwa”, “kañawa”, “kañahua”, “kañagua”, “quitacañigua”, “ayara”, “cuchiquinua”.

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

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

Inglés: “kaniwa”, “canihua”.

Apaza, V. (2010) sobre kañiwa indicó:

“La planta de kañiwa tiene tres tipos de crecimiento: “saiwa” de tallos erguidos; “lasta” de tallos semierguidos y “pampa lasta” de tallos tendidos sólo sus extremos son erguidos” (Figura 2)

Figura 2

Ecotipos de Kañiwa



Nota. A: Saiwa, B: Lasta. C: Pampa Lasta

Reproducido de Apaza, V. (2010)

Apaza, V. (2010) sobre kañiwa indicó:

- Raíz pivotante, de 13 a 16 cm, con escasa ramificación principal y numerosas raicillas laterales, color blanco cremoso a rosado pálido.
- Tallo hueco, aristado, ramificado desde la base, con ramas secundarias, el número varía de 11 a 16 según el ecotipo.
- Hojas trilobadas, alternas, pecíolos cortos de 10 a 12 mm, lámina foliar de diferentes formas: romboidal, triangular, ancha ovada, de 3.0 a 3.5 cm de largo y 2.5 a 2.8 cm de ancho, borde entero o dentado, tres nervaduras bien marcadas en el envés, se unen en la base de la hoja, presencia de vesículas higroscópicas con cristales de oxalato de calcio que controlan la transpiración en condiciones de sequía, los colores de las hojas varían 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 oscura.
- Inflorescencias en glomérulos poco aparentes, cimas axilares o terminales, protegidas por hojas terminales, protección contra las bajas temperaturas.
- Flores basípetas, hermafroditas, androceo con 1-3 estambres con filamentos de diferente longitud, gineceo con ovario súpero unilocular.
- Granos sin saponina, subcilíndricos, cónicos, sublenticular, subcónico y subelipsoidal de 1.0 a 1.2 mm de diámetro, embrión curvo y periforme, epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro. El fruto cubierto por el perigonio, generalmente de color gris, pericarpio muy fino y translúcido. Semillas sin dormancia, pueden germinar sobre la propia planta cuando hay suficiente humedad.

La kañiwa tiene como número cromosómico básico $x=9$ y es una especie diploide ($2n=18$).

Disminución de la superficie cultivada de kañiwa

Apaza, V. (2010) sobre kañiwa indicó:

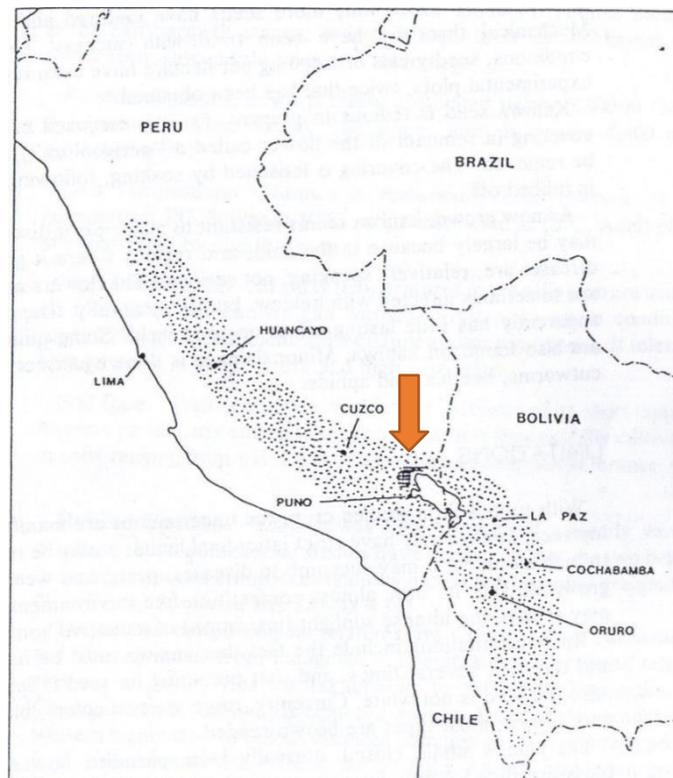
Por tratarse de un grano andino de alto valor biológico, la erosión genética y la pérdida de germoplasma de kañiwa es preocupante.

La disminución del área cultivada de kañiwa es causada por: déficit de humedad edáfica durante la época de siembra, dificultad de las labores de siega y trilla, desplazamiento por cultivos forrajeros para engorde de ganado vacuno principalmente, y cultivo de variedades puras por la exigencia del mercado a través de un mejor precio.

Otros factores son las migraciones, quedando el campo con personas de tercera edad y niños; infraestructuras de riego, para la introducción de pastos para la producción pecuaria; baja productividad de kañiwa y bajos precios en las ferias locales; tecnología muy tradicional de transformación, dedicada sólo a kañiwaco; consumo de especies foráneas, debido a que se ha modificado la cultura gastronómica de muchas comunidades, por el consumo de cultivos introducidos, de bajo valor nutricional. Sin embargo, existe un acervo genético de kañiwa muy importante en el Altiplano (Figura 3), como región de origen de esta especie, llega a ser un “depósito de germoplasma” protegida por pequeños productores y son ellos quienes conservan, seleccionan y cultivan. (pp. 4 – 27) (Tabla 4).

Figura 3

Distribución del Altiplano Peruano-Boliviano donde el Cultivo de Kañiwa es Intensivo en la Zona Norte del Lago Titicaca (Flecha)



Nota. Reproducido de J. Risi y N.W. Galwey (1984).

Tabla 4*Datos del Cultivo de Kañiwa en tres Departamentos del Perú.*

REGIONES	1999			2009			2018		
	S	P	R	S	P	R	S	P	R
PUNO	5476	3816	697	6068	4726	779	5653	4683	828
CUSCO	1024	819	800	974	709	727	1059	426	403
AREQUIPA	7	5	1364	8	12	1025	3	3	850
total/prom	6239	4215	712	7050	5447	844	6715	5112	761

Nota. S= Superficie cosechada (ha), P= Producción (t), R= Rendimiento (kg/ha)

Fuente: MINAGRI (2019)

2.2 Marco Conceptual

- Desnutrición: Es la deficiencia que se presenta en los seres humanos debido a la falta de ingesta de los nutrientes necesarios para mantener la homeostasis del cuerpo.
- Desnutrición Infantil: Es la deficiencia de nutrientes en niños entre los 0 a 36 meses de edad, que si no es revertida en esta edad tendrá efectos negativos, como retraso del crecimiento o retraso en su capacidad de aprendizaje, durante su niñez, adolescencia y adultez.
- Desnutrición Crónica: Es el indicador usado por las diferentes instituciones gubernamentales o supra gubernamentales para conocer el nivel de desnutrición de un país, porque relaciona la talla del infante con su edad.
- Desnutrición Aguda: Este tipo de desnutrición se puede dar debido a enfermedades severas pero que si son tratadas a tiempo y el infante logra curarse se llega a revertir, aquí se relaciona el peso del infante con su talla.

- Obesidad Infantil: Es una consecuencia del consumo de alimentos altamente energéticos, pero con muy bajo valor nutritivo, causado por la ingesta de alimentos procesados.
- Inseguridad Alimentaria: Es la poca disponibilidad de alimentos para consumo humano en un país, se da como consecuencia de varios factores como los ambientales, oscilaciones de precios en los mercados, malas políticas alimentarias, etc.
- Granos Andinos: Son las semillas pequeñas de especies que pertenecen a familias botánicas diferentes a las poáceas, provenientes de las zonas andinas de América y que presentan un alto valor nutritivo. Entre estas especies tenemos a *Chenopodium pallidicaule* Aellen “kañiwa” quien es rica en proteínas (hasta 18%), carbohidratos, lípidos insaturados, minerales como el hierro, carece de gluten y de saponinas, vive en alturas entre 3800 a 4200 msnm, soportando el frío, alta irradiación UV-B, sequía, salinidad, que hace que sea considerado una especie que debe de ser usada para combatir la desnutrición infantil.

2.3 Marco Filosófico

A nivel mundial, ¿Por qué hay tantos niños con desnutrición crónica y/o anemia?, ¿Hay suficiente cantidad de alimentos a nivel mundial?, ¿El cambio climático está afectando demasiado a la agricultura mundial?

En el Perú, país megadiverso, ¿qué está sucediendo?, ¿Estamos cumpliendo el Objetivo N° 2 “HAMBRE CERO” del Desarrollo Sostenible?, ¿Por qué los Departamentos, como Puno, que son centros de origen de especies vegetales nutritivas tienen problemas de desnutrición infantil?, ¿Qué podemos hacer para disminuir la desnutrición crónica y/o anemia?

El hambre es la necesidad de satisfacer nuestros requerimientos nutricionales que serán usados para nuestro crecimiento y desarrollo como persona y como miembro de una sociedad, o como Caparrós, M. (2016) en su libro “El Hambre” dijo: es “Un estado físico individual, una

realidad compartida por muchos, una sensación íntima: es difícil pensar en tres sentidos más distintos” (p. 21).

Por el hambre los primeros seres humanos salían a cazar y recolectar vegetales, lo cual los llevó a fabricar herramientas para mejorar la caza o cortar mejor los vegetales, hasta que se dieron cuenta de un hecho bien importante y que cambiaría el curso de la historia de los primeros humanos, la germinación de las semillas.

Si consigo semillas, las pongo en el suelo, les agrego humedad en la estación del año apropiada entonces tendré más plantas para comer, o construir refugios ante las inclemencias del tiempo y tendré vegetales en forma continua, por lo que se necesitará conservarlos en algún lado para que no se lo coman otros animales, entonces empieza una nueva actividad que tiene que ser desarrollada por parte de los integrantes de la comunidad, es decir, parte de la comunidad no tendrá que salir a cazar ni recolectar vegetales, se va dejando de lado el viaje continuo de toda la comunidad por el sedentarismo agrícola, y así como ya hay vegetales que se pueden consumir sin necesidad de ir a traerlos también se podrán tener animales que con los cuidados adecuados proveerán de suficiente cantidad de nutrientes, como consecuencia las comunidades empiezan a crecer en número.

La población humana ha ido creciendo de manera exponencial hasta nuestros días, que se calcula que debemos de ser aproximadamente alrededor de 8000 millones en la actualidad según datos de FAO (2019).

Por lo que conforme han ido pasando los años la necesidad de alimento también ha ido en incremento, pero el ser humano llegó a entender cómo funcionan las plantas y por eso mejoró los sistemas de cultivo para que los rendimientos sean los mejores, por eso que a partir de la revolución verde se emplean agroquímicos para cumplir esta meta (Huerta, Kleyla y Martínez, 2018). Esto

nos ha traído, por un lado, mayores divisas económicas para los países que más producen alimentos y, por otro lado, un importante daño al medioambiente por el uso de los mismos agroquímicos ya que al incorporarse al suelo, el agua y la misma planta crean condiciones muy desfavorables para la sobrevivencia de muchas especies incluyendo al humano. A pesar de esta condición la cantidad de alimentos producidos en el planeta alcanzaría para alimentar al doble de la población actual (FAOSTAT, 2019), pero también hay que tener en cuenta la cantidad de alimentos que son desperdiciados en todo el planeta y que para el 2012 llegó a 1,300 millones de toneladas (FAO, 2012).

Por otro lado, qué pasa con los países pobres que dependen de otros para poder alimentarse, debido a que en su territorio la agricultura es demasiado dificultosa, pues tendrán que seguir en esta misma dinámica de dependencia de alimentos y esperar que las beneficencias los apoyen en este sentido, lo cual hará que estos países nunca salgan de la situación en que viven.

Entonces en los países donde existe una gran biodiversidad, “no habrá hambre porque tienen de todo para alimentarse”, pues esta afirmación llega a ser inexacta porque en países como el Perú que es el centro de origen de numerosas especies vegetales comestibles de gran valor nutritivo, que han salvado varios países de la hambruna, aún presenta regiones con altos índices de desnutrición infantil, aunque si vemos las cifras en promedios nacionales los peruanos estamos disminuyendo cada vez más la desnutrición infantil de tal forma que estamos cumpliendo con el 2º objetivo del desarrollo sostenible (INEI, 2018)

Entonces a qué se debe que en Perú tengamos esta contradicción: tener alimentos de alto valor nutritivo, pero con niños desnutridos. Son varios los factores, tanto ambientales como sociales y económicos.

Dentro de los ambientales se pueden mencionar:

i) En general para todo el país, la desertificación avanza en desmedro de los bosques debido principalmente a la actividad antrópica.

ii) En la costa, el incremento de suelos salinizados por el abuso de agroquímicos; la poca cantidad de superficie arable, la escasez de agua, ya que los ríos costeros son estacionales, es decir, sólo traen agua durante el verano aprovechando las lluvias de la Sierra, pero estos ríos son represados en las alturas con la finalidad de tener reserva de agua para electricidad y agricultura, provocando como consecuencia que los ríos pierdan fuerza y el mar gane terreno, de esta manera también se incrementa la salinización de los mismos; los ríos también pierden fuerza porque en los valles costeros se ha asentado una gran cantidad de población debido a la migración buscando mejores condiciones económicas, lo que hace que se consuma más agua y se requiera de mayor energía eléctrica, y sabiendo que la costa solo tiene el 2.2% de toda el agua dulce del país y es la región donde reside el 66% de la población (MINAGRI-ANA, 2019).

iii) La geografía andina que se caracteriza por ser muy accidentada y tener poco suelo plano, tiene suelos de ladera que se deslizan fácilmente con las lluvias, tiene caídas de temperatura tan rápidas y severas que ocasiona la muerte de cultivos por congelamiento, tiene alta irradiación de longitudes de onda del ultravioleta (UV-B) lo cual daña principalmente el fotosistema II; aparte de esto se suma el cultivo de especies introducidas como son el trigo, cebada, eucalipto, el pino, etc.; también se debe tener muy en cuenta la actividad minera, tanto formal y legal como la que está al margen de la ley, que causan cambios importantes en el ambiente con desmedro de la agricultura.

iv) En el caso de la selva, tenemos que el agua no es el factor limitante, al menos por ahora, sin embargo, tenemos otras condiciones; en la selva alta encontramos la presencia de bosque secundario y en donde existe mucha repetición de especies, aunque cumple con la explotación

maderera por ejemplo; el uso de los suelos para cultivo de la hoja de coca con fines ilícitos; la presencia de empresas mineras que depositan sus relaves en las riberas de los ríos; es en esta región es donde también se localizan los famosos bosques de neblinas que condensan el agua de las nubes y llegan a formar algunos ríos. En la selva baja, si bien tiene grandes extensiones de suelo plano, estos son demasiado compactos por la presencia de arcilla, lo que hace también que su pH sea demasiado ácido y precipiten los elementos esenciales pero se quede el aluminio unido a las partículas de suelo lo que llega a ser tóxico para las plantas, en época de lluvias están inundados y esta condición hace que se “lave” la capa de materia orgánica o también llamada “hojarasca” e inclusive hasta el horizonte A del suelo, por lo que no es apta para ser usada para la agricultura, sin embargo en la actualidad cuando tratan de desarrollar esta actividad los campesinos talan el bosque, queman la madera de los árboles para agregar la ceniza al suelo con la finalidad de subir el pH o en todo caso usan cal para este fin y finalmente siembran consiguiendo buenos resultados en su primera cosecha pero en las sucesivas campañas la producción irá disminuyendo hasta desaparecer, sin embargo, esta región es la que sostiene la mayor vegetación del mundo, esta aparente contradicción se debe a la microflora del suelo, principalmente a la presencia de los hongos micorrízicos (Peña-Venegas, Cardona, Arguelles, y Arcos, 2007) los cuales descomponen la materia orgánica ni bien llega a la superficie del suelo y luego transfieren los nutrientes a las plantas y ellas a cambio le entregan a los hongos productos de la fotosíntesis; por otro lado, el cronista español Gaspar de Carvajal (Acurso, 2005), habla de los españoles que llegaron a esta región buscando el mítico “el dorado”, hicieron notar de la presencia de poblaciones humanas que se mantenían gracias a la agricultura, pero que habían podido conseguir esto gracias a que modificaron el suelo usando la técnica de corte de árbol y luego su carbonización, es decir no lo llevaron a ceniza si no a obtener carbón y luego es añadido al suelo junto con materia orgánica

tanto vegetal como animal, a este suelo en la actualidad se le conoce como “terra preta” (Erickson, 2003) y como consecuencia se desarrollaron poblaciones nativas con numerosos habitantes en la cuenca del Amazonas.

v) De todo lo dicho párrafos arriba podríamos afirmar que es muy dificultoso hacer agricultura en el territorio peruano, pero esto no es así, sí se puede desarrollar esta actividad, porque tenemos que tener en consideración la cantidad de suelos que existen, la cantidad de microclimas, tal vez si sólo consideráramos el efecto de la agricultura sobre el ambiente, o tuviéramos la cosmovisión de las culturas pre Incas e Incas, en donde se veneraban a todos los componentes del ambiente (por ejemplo Inti tayta, Quilla mama, Pacha mama, Yaku mama), sino sólo veamos como la cultura Vicus, Sipán, Sicán, Mochica, Chimú, por el norte, Caral, Ichma, Lima por el centro, los Nazcas, Paracas por el sur pudieron hacer agricultura en el desierto o aprovechando los humedales de la costa o aprovechando la alta humedad acumulada en los cerros de la costa (neblinas), por sólo mencionar algunas de las culturas de la costa. Por qué no hacer en la actualidad una agricultura que respete el ambiente, que no destruya los acuíferos, en fin, los tomadores de decisiones prefieren mantener el *status quo* de la revolución verde y favorecer además la importación de alimentos, como por ejemplo la importación de quinua desde España.

Método

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo Aplicada con un enfoque cuantitativo, que sigue el método inductivo – deductivo es decir se va a inducir una condición estresante y se evaluarán las respuestas de la especie a esa condición estresante.

3.2 Población y muestra

- Para la primera parte de la Tesis se trabajó con semillas de 6 variedades de kañiwa, 3 fueron proporcionadas por el Dr. Mario Tapia procedentes de campesinos de la zona de Ayaviri – Puno, y 3 procedentes de la estación del INIA en Puno. Se sembraron 100 semillas de cada variedad en placas Petri, tomándose como unidad muestral la placa Petri, con 4 repeticiones por cada tratamiento de concentración de ClNa (0 mM, 0.1 mM, 0.3 mM, 0.5 mM)

- Para la segunda fase se trabajó con 2 variedades de kañiwa (Illpa-INIA-INIA INIA y Cupi), provenientes del INIA Puno, se escogieron estas variedades en razón que la variedad Illpa-INIA respondió mejor a los tratamientos descrito en párrafo anterior y la variedad Cupi fue la que peor respondió a los tratamientos. Se sembraron en recipientes de plástico los cuales contenían como sustrato arena fina lavada y esterilizada, siendo la unidad muestral el recipiente, tomándose 5 plántulas de cada recipiente por evaluación, en cada una de las repeticiones y de cada uno de los tratamientos con diferentes concentraciones de ClNa.

3.3 Operacionalización de variables

a) Variable Independiente:

Adecuación de la kañiwa a condiciones de costa

Variable Dependiente:

Desnutrición infantil en la costa central del Perú

3.4 Instrumentos

Los instrumentos usados en la presente tesis fueron la inducción del estrés salino a kañiwa, durante su germinación y crecimiento, para así observar sus respuestas y decidir si es que puede adecuarse a las condiciones ambientales de la costa

3.5 Procedimientos

Este trabajo se desarrolló en dos fases, la primera fue para conocer el efecto de la salinidad sobre la germinación, y la segunda, en invernadero, para conocer el efecto de la salinidad sobre el crecimiento y metabolismo de las plántulas.

Para la fase de germinación:

1. Las semillas de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa” fueron las variedades Blanca, Roja y Amarilla, del ecotipo lasta, procedentes del distrito de Ayaviri (14°52'55"S 70°35'24"O), Melgar, Puno, Perú, las que fueron facilitadas por el Dr. Mario Tapia, quien las colectó de los agricultores un año antes de iniciar el presente trabajo. Las semillas de las variedades Illpa-INIA, Cupi y Ramis, del ecotipo saiwa, fueron obtenidas de la estación experimental “Illpa” del INIA en Puno.
2. Una muestra de semillas, de las variedades Blanca, Roja y Amarilla, fueron llevadas al Instituto Nacional de Salud para que se haga el análisis del valor nutricional, las semillas obtenidas del INIA ya tienen esta información.

3. La siembra se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Anatomía y Farmacognosia Vegetal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima.

4. Las condiciones estresantes para la germinación fueron tres tratamientos, los cuales tuvieron diferentes concentraciones de cloruro de sodio (ClNa) (0.1M, 0.3M y 0.5M) y un tratamiento control que consistió de agua destilada. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones de 100 semillas cada uno. Las semillas fueron puestas en placas Petri de plástico de 10 cm de diámetro, las cuales tuvieron papel filtro en su base el cual se humedeció con agua destilada o con solución salina dependiendo del tratamiento.

5. La distribución de los tratamientos con sus repeticiones se realizó en un diseño completamente aleatorizado, midiéndose el porcentaje de germinación y el Índice de Velocidad de Germinación (IVG).

6. Para la prueba de porcentaje de germinación bajo diferentes temperaturas se procedió de manera similar a la anterior. Los tratamientos fueron expuestos a tres condiciones de temperatura (5°C, 20°C y 30°C) y el papel en las placas Petri fue humedecido con agua destilada.

7. Para el análisis de los porcentajes de germinación se hizo una transformación arcoseno antes del análisis de varianza. Las evaluaciones se realizaron cada día durante cuatro días.

Para la fase de invernadero:

1. La siembra se realizó en las instalaciones del invernadero perteneciente al Laboratorio de Anatomía y Farmacognosia Vegetal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima, el cual tiene un área de 8 m² y una altura de 3 metros.

2. Se usaron recipientes de plástico de 1 Litro de capacidad los cuales fueron llenados, hasta las tres cuartas partes del mismo, con arena fina lavada y esterilizada en autoclave. Para conocer el volumen de riego, a uno de los recipientes con arena, se le agregó agua corriente hasta sobrecargarlo, se dejó que drene 48 horas y se pesó, luego se llevó la arena a la estufa a 100°C por 72 horas y se volvió a pesar. Para saber el volumen se aplicó la siguiente fórmula: Peso Húmedo – Peso Seco (descartando el peso del recipiente), lo que nos resultó en 100 mL como volumen de riego.

3. Los tratamientos consistieron en:

- a) solución hidropónica (Anexo 1) (T1) con una conductividad eléctrica (c.e.) de 1.9 mS/m
- b) solución hidropónica + 0.1 M de ClNa (T2) con una conductividad eléctrica de 12.2 mS/m
- c) solución hidropónica + 0.3 M de ClNa (T3) con una conductividad eléctrica de 31 mS/m
- d) solución hidropónica + 0.5 M de ClNa (T4) con una conductividad eléctrica de 47.3 mS/m

Todos los tratamientos se ajustaron a un pH de 6.8. Los riegos se realizaron 2 veces por semana porque de acuerdo al National Research Council (1989) la kañiwa tolera suelos con pH entre 4.8 y 8.5 y requiere de buena humedad en las primeras etapas de su crecimiento, además, al iniciar el experimento la humedad relativa del aire estaba en 60% y 23.2°C, recién al final de las evaluaciones el aire llegó a 80% y 16.1°C (98 días después de sembrado)

4. Cada tratamiento y el control tuvieron 4 repeticiones y su distribución se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado, de cada repetición se extrajeron 5 plántulas y se tomó el promedio de éstas para cada unidad muestral que fue cada recipiente.

5. Para cuantificar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de las plántulas se midió:

- i. longitud del tallo y raíz, colocando las plántulas sobre papel milimetrado
- ii. área foliar, se hizo uso del programa Image J que se encuentra libre en internet
- iii. pesos secos (PS) y pesos frescos (PF), después de haber obtenido los datos del peso fresco las plántulas fueron llevadas a una estufa la cual se programó a 70°C por 72h y luego se pesó nuevamente en una balanza analítica SARTORIUS.

6. Para cuantificar el efecto de los tratamientos sobre el metabolismo de las plántulas se midió:

- i. contenido relativo de agua (%CRA): se cortaron trozos de las terceras hojas con la ayuda de un bisturí; se pesaron los trozos en una balanza analítica (peso fresco), luego fueron embebidos en agua destilada por espacio de 1 hora y se registró el nuevo peso (peso fresco turgente), finalmente estos trozos fueron llevados a una estufa a 70°C por 72 horas y fueron pesados nuevamente (peso seco) y esos datos fueron aplicados a la siguiente fórmula:

$$\%CRA = \frac{Pf - Ps}{Pft - Ps} \times 100$$

Donde: %CRA = Contenido Relativo de Agua

Pf = Peso fresco; Ps = Peso Seco, Pft = Peso fresco turgente

ii. cuantificación de clorofila:

- Se trabajó por separado cada tratamiento. Se usó una muestra de 0.1 g en peso (como máximo), para ello con la ayuda de una tijera se fraccionan entre 3 a 5 hojas en trozos pequeños por cada tratamiento, luego de mezclarlos se tomó una muestra y se obtuvo el peso indicado.

- Los trozos fueron llevados luego a un mortero donde se le adicionaron 5 mL de alcohol 96°, se molió hasta llegar a obtener el alcohol de color verde y los restos de hoja de color cremoso, en ese momento se enraza a 10 mL adicionando más alcohol, se rotularon los tubos y se protegieron de la luz con la ayuda de trozos de lámina de aluminio. Luego, los extractos de clorofila fueron centrifugados a 3500 rpm por 10 minutos en una centrifuga marca Pro-Research y a 10°C, el precipitado es todo resto de hoja que pueda interferir en las lecturas en el espectrofotómetro.

- El extracto alcohólico de clorofila se llevó a un espectrofotómetro de la marca PG Instruments Ltd. - T80+ UV/VIS Spectrometer, donde se leyeron las absorbancias a 645 nm, 649 nm y 665nm y estos datos fueron puestos en las siguientes fórmulas:

$$\text{mg cl a/g} = (13.7 * A_{665} - 5.76 * A_{649}) * V / (1000 * P)$$

$$\text{mg cl b/g} = (25.8 * A_{645} - 7.6 * A_{665}) * V / (1000 * P)$$

donde:

A = absorbancia leída en nm

V = volumen final del filtrado en mL

P = peso fresco en g de muestra

7. para medir los parámetros ambientales se usó un termohigrómetro BOECO.

3.6 Análisis de datos

Para la obtención de los datos se usó la observación sistemática controlada.

Para el análisis estadístico se trabajó bajo un diseño completamente aleatorizado en un arreglo factorial: para la germinación bajo estrés salino fue 6V x 4S (6 variedades x 4 tratamientos de ClNa) y para la germinación bajo diferentes temperaturas fue 3V x 3T (3 variedades x 3 temperaturas); para el crecimiento de las plántulas fue 2V x 4S (2 variedades x 4 tratamientos de ClNa).

Los promedios fueron comparados mediante un ANOVA haciendo uso del programa libre R.

IV. Resultados

Para la fase de germinación:

En la Tabla 5 se pueden observar las diferencias, en cuanto a valores nutricionales, de las seis variedades de kañiwa usadas en el presente trabajo de investigación; las variedades roja, blanca y amarilla fueron obtenidas del distrito de Ayaviri (14°52'55"S 70°35'24"O), Melgar, Puno, Perú, mientras que las variedades cupi, ramis e illpa-INIA fueron obtenidas de la estación experimental Illpa del INIA.

Tabla 5

Valor Nutricional de las Semillas de las 6 Variedades de Kañiwa Estudiadas en el Presente Trabajo

	ROJA*	BLANCA*	AMARILLA*	CUPI**	RAMIS**	ILLPA-INIA**
Proteínas (N x 6.25%)	15.4	15.4	15.7	13.5	13.1	13.8
Grasas %	7.5	7.8	7.5	3.9	3.9	3.9
Cenizas %	3.7	3.7	3.5	4.1	4.1	4.2
Humedad %	10.7	10.7	10.7	8.5	7.7	8.4
Carbohidratos Totales%	62.7	62.5	62.5	59.8	61.2	58.7
Energía (kcal)	381.0	382.0	381.0	325.4	329.7	322.7

Nota. * Informes de Ensayo N° 0426-2013-CENAN/INS, N° 0427-2013-CENAN/INS y N°

0428-2013. CENAN/INS. **Laboratorio, EEA-Illpa, Puno.

En la Tabla 6 y Figura 4, se observa que la salinidad afecta el porcentaje de germinación en todas las variedades de kañiwa, sin embargo, los tratamientos control y 0.1 M de ClNa no muestran diferencias significativas a los 4 días después de sembradas (d.d.s.), mientras que a 0.3 M disminuye el poder germinativo y a 0.5 M se inhibe totalmente.

Tabla 6

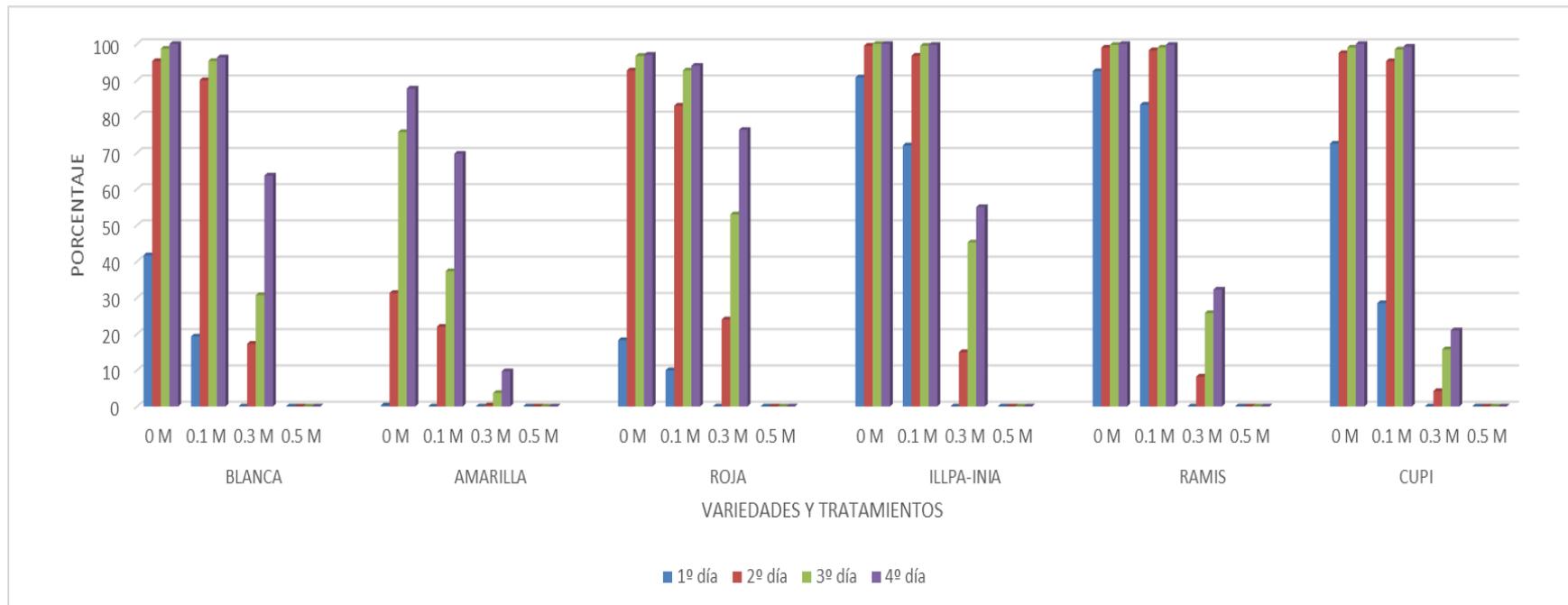
Porcentaje de Germinación de 6 Variedades de Kañiwa, Sometidas a Diferentes Concentraciones de ClNa, a los 4 Días Después de Sembradas

Variedades	[ClNa]	1° día	2° día	3° día	4° día
BLANCA	0 M	41.7 a	95.3 a	98.7 a	100 a
	0.1 M	19.3 b	90 a	95.3 a	96.3 a
	0.3 M	0 c	17.3 b	30.7 b	63.7 b
	0.5 M	0 c	0 c	0 c	0 c
AMARILLA	0 M	0.3 a	31.3 a	75.7 a	87.7 a
	0.1 M	0 a	22 a	37.3 a	69.7 a
	0.3 M	0 a	0.3 b	3.7 b	9.7 b
	0.5 M	0 a	0 b	0 c	0 c
ROJA	0 M	18.3 a	92.7 a	96.7 a	97 a
	0.1 M	0.41 b	83 a	92.7 a	94 a
	0.3 M	0 c	24 b	53 b	76.3 b
	0.5 M	0 c	0 c	0 c	0 c
ILLPA-INIA	0 M	90.75 a	99.5 a	100 a	100 a
	0.1 M	72 b	96.75 a	99.5 a	99.75 a
	0.3 M	0 c	15 b	45.25 b	55 b
	0.5 M	0 c	0 c	0 c	0 c
RAMIS	0 M	92.5 a	99 a	99.75 a	100 a
	0.1 M	83.25 a	98.25 a	99 a	a
	0.3 M	0 b	8.25 b	25.75 b	32.25 b
	0.5 M	0 b	0 c	0 c	0 c
CUPI	0 M	72.5 a	97.5 a	99 a	100 a
	0.1 M	28.5 b	95.25 a	98.5 a	99.25 a
	0.3 M	0 c	4.25 b	15.75 b	21 b
	0.5 M	0 c	0 c	0 c	0 c

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 4

*Porcentaje de Germinación de 6 Variedades de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa” Probados Bajo 3 Condiciones de Salinidad, a los 4 Días Después de Sembrado.*



Como se observa en la Tabla 7 y Figura 5 los índices de velocidad de germinación disminuyen conforme se incrementa la concentración de ClNa, por otro lado, las velocidades de las variedades Illpa-INIA, Ramis y Cupi son mayores que las de Blanca, Roja y Amarillo, esto estaría relacionado con el tiempo en que fueron cosechadas.

Tabla 7

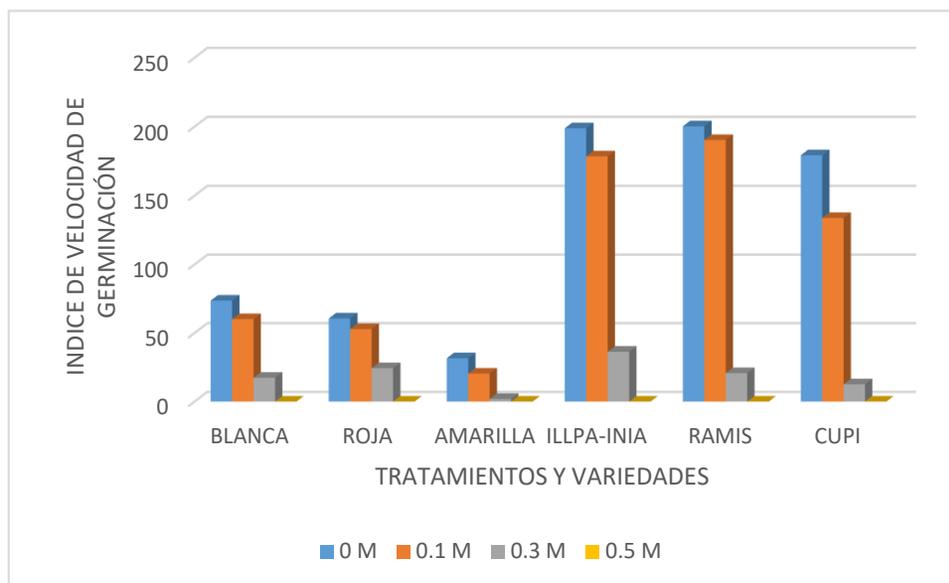
Índice de Velocidad de Germinación de 6 Variedades de Kañiwa, Sometidas a Diferentes Concentraciones de ClNa, a los 4 Días Después de Sembradas.

[ClNa]	INDICE DE VELOCIDAD DE GERMINACIÓN					
	BLANCA	ROJA	AMARILLA	ILLPA-INIA	RAMIS	CUPI
0 M	73.6 a	60.6 a	31.6 a	198.8 a	200.25 a	179.3 a
0.1 M	60.1 b	52.9 a	20.4 b	178.5 a	190.3 a	133.8 a
0.3 M	17.4 c	24.4 b	1.9 c	36.3 b	20.8 b	12.6 b
0.5 M	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 5

Índice de Velocidad de Germinación (IVG) de Chenopodium pallidicaule “Kañiwa” de Seis Variedades Probados Bajo Tres Condiciones de Salinidad, a los Cuatro Días Después de Sembrado.



Por lo observado en la Tabla 8 y Figura 6 se puede ver que la germinación mejora con el incremento de la Temperatura, siendo los 20°C en donde se consigue la mayor germinación en las 3 variedades estudiadas.

Tabla 8

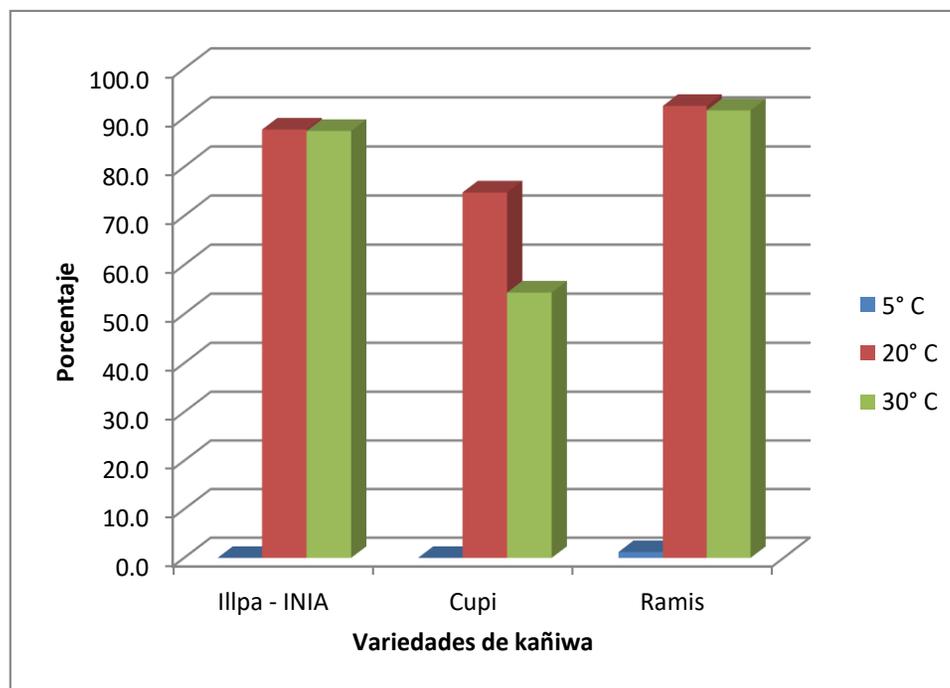
Porcentaje de Germinación de 3 Variedades de Kañiwa Sometidas a Diferentes Temperaturas, a los 4 Días Después de Sembradas

T° de Siembra	Porcentaje de Germinación		
	Illpa - INIA	Cupi	Ramis
5° C	0.00 b	0.00 b	1.20 b
20° C	87.60 a	74.78 a	92.41 a
30° C	87.31 a	54.38 a	91.50 a

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 6

Porcentaje de Germinación de 3 Variedades de Kañiwa Sometidas a Diferentes Temperaturas de Siembra, a los Cuatro Días Después de Sembrado.



A) Para la fase de crecimiento en invernadero:

En la Tabla 9 y Figura 7 podemos observar que el inicio del experimento la temperatura era de 23.2°C y la humedad relativa fue de 60.5% aunque hubieron durante el tiempo que duró el experimento (98 días) pero con la tendencia a la disminución de la temperatura y el incremento de la humedad relativa del aire

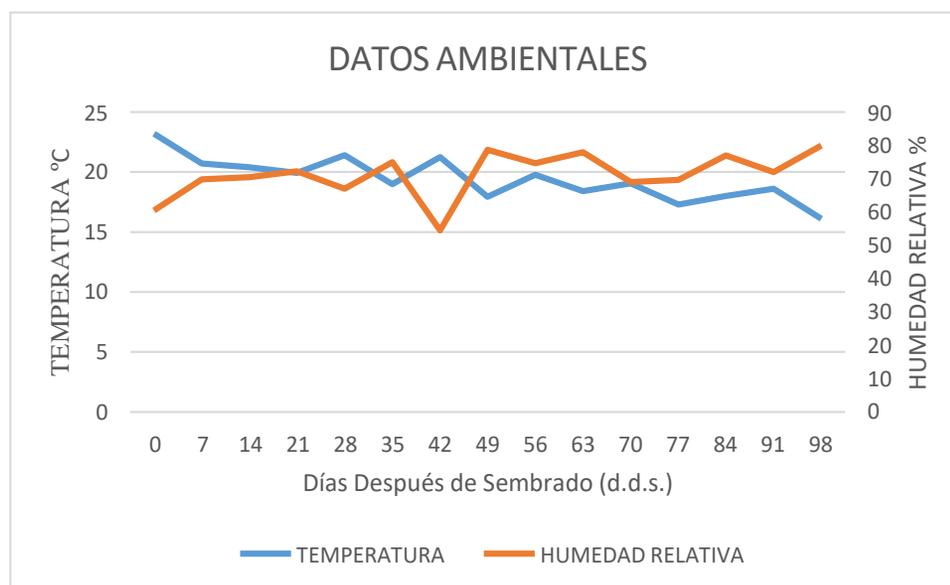
Tabla 9

Temperatura y humedad relativa del aire dentro del invernadero. El experimento se inició el 17 mayo del 2019, con la siembra, y terminó el 23 de agosto, sumando 98 días en total

DÍAS	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
Temperatura (°C)	23.2	20.7	20.4	19.9	21.4	19.0	21.3	17.9	19.8	18.4	19.1	17.3	18.0	18.6	16.1
Humedad Relativa (%)	60.5	69.8	70.4	72.3	67.0	75.0	54.5	78.7	74.7	78.0	69.0	69.7	77.0	72.0	80.0

Figura 7

Temperatura y Humedad Relativa del Aire dentro del Invernadero. El Experimento se Inició el 17 Mayo del 2019, con la Siembra, y Terminó el 23 de Agosto, Sumando 98 Días en Total.



i) efecto de la salinidad sobre el crecimiento de las plántulas

De acuerdo a la Tabla 10 y Figura 8 se puede observar que el incremento de la salinidad en el sustrato ocasiona una drástica disminución de la longitud del tallo para ambas variedades de kañiwa

Tabla 10

Variación de la Longitud de los Tallos de Plántulas Crecidas Bajo Diferentes Concentraciones de ClNa.

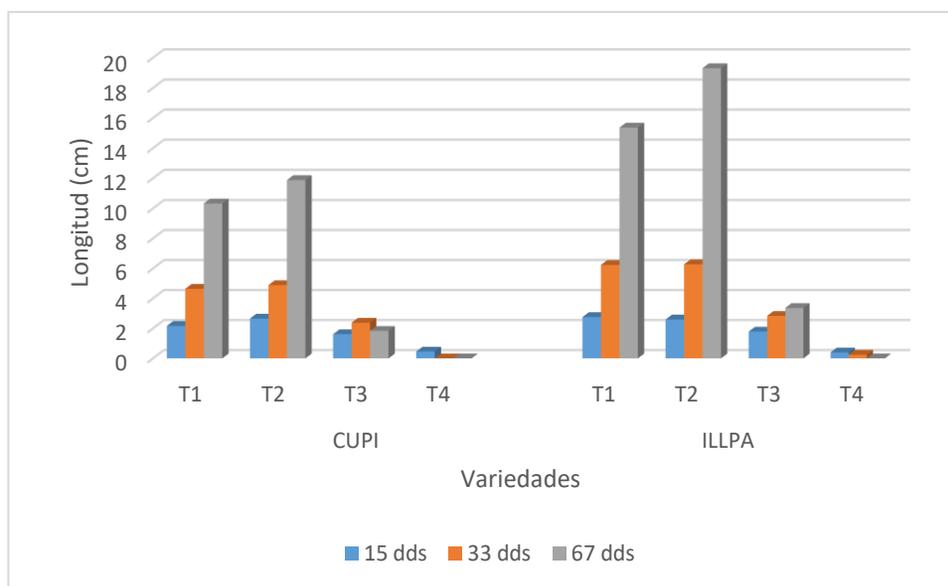
VARIEDAD	LONGITUD TALLO (cm)			
	Tratamiento	15 dds	33 dds	67 dds
CUPI	0.0 M ClNa	2.2 a	4.6 a	10.3 a
	0.1 M Cl Na	2.7 a	4.9 a	11.9 a
	0.3 M ClNa	1.6 a, b	2.4 b	1.8 b
	0.5 M ClNa	0.5 b	0.0 c	0.0 b
ILLPA	0.0 M ClNa	2.8 a	6.2 a	15.4 a
	0.1 M Cl Na	2.6 a	6.3 a	19.3 a
	0.3 M ClNa	1.8 a, b	2.8 b	3.4 b
	0.5 M ClNa	0.4 b	0.2c	0.0 b

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes

significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 8

Variación de la Longitud del Tallo de Plántulas de Kañiwa, Sometidas a Diferentes Concentraciones de ClNa.



De acuerdo a la Tabla 11 y Figura 9 se observa que a mayor concentración de cloruro de sodio en el sustrato el crecimiento de la raíz es afectado dramáticamente en las dos variedades de kañiwa.

Tabla 11

Variación de la Longitud de la Raíz de Plántulas Crecidas Bajo Diferentes Concentraciones de ClNa.

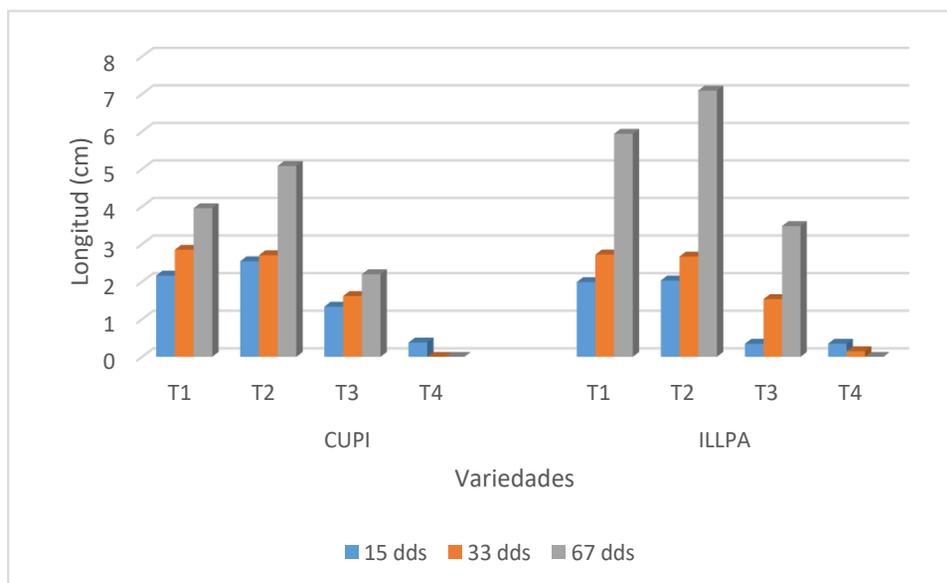
VARIEDAD	Tratamiento	LONGITUD RAIZ (cm)		
		15 dds	33 dds	67 dds
CUPI	0.0 M ClNa	2.2 a	2.8 a	4.0 a
	0.1 M ClNa	2.5 a	2.7 a	5.1 a
	0.3 M ClNa	1.3 a,b	1.6 b	2.2 a, b
	0.5 M ClNa	0.4 b	0 c	0 b
ILLPA	0.0 M ClNa	2.0 a	2.7 a	5.9 a
	0.1 M ClNa	2.0 a	2.7 a	7.1 a
	0.3 M ClNa	0.4 a, b	1.5 b	3.5 b
	0.5 M ClNa	0.3 b	0.2 c	0 c

Nota, Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes

significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 9

Variación de la Longitud de la Raíz de Plántulas de Kañiwa, Sometidas a Diferentes Concentraciones de ClNa.



La Tabla 12 y la Figura 10 confirman lo encontrado anteriormente en cuanto a la disminución del tamaño de las plántulas debido a las altas concentraciones de cloruro de sodio presente en la solución nutritiva agregada al sustrato.

Tabla 12

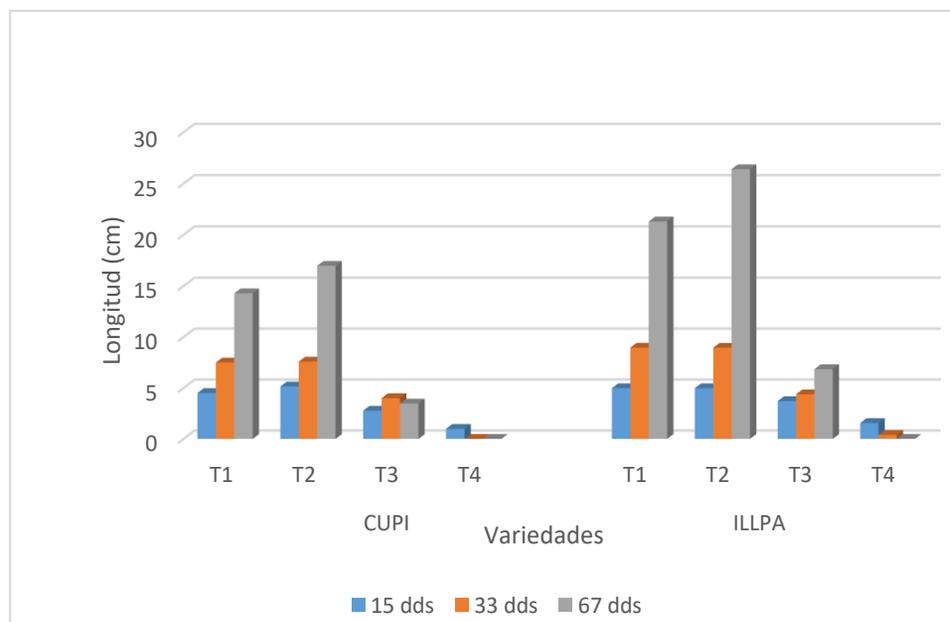
Variación de la Longitud Total de Plántulas Crecidas Bajo Diferentes Concentraciones de ClNa.

VARIEDAD	Tratamiento	LONGITUD TOTAL (cm)		
		15 dds	33 dds	67 dds
CUPI	0.0 M ClNa	4.5 a	7.5 a	14.3 a
	0.1 M Cl Na	5.2 a	7.6 a	17.0 a
	0.3 M ClNa	2.8 b	4.0 b	3.5 a, b
	0.5 M ClNa	1.0 c	0 c	0 b
ILLPA	0.0 M ClNa	5.0 a	9.0 a	21.3 a
	0.1 M Cl Na	5.0 a	8.9 a	26.4 a
	0.3 M ClNa	3.7 a, b	4.34 b	6.8 b
	0.5 M ClNa	1.6 b	0.4 c	0 c

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 10

Variación de la Longitud Total de Plántulas de las Variedades de Kañiwa, Sometidas a Diferentes Concentraciones de ClNa.



En la Tabla 13 y Figura 11 podemos observar que si bien las altas concentraciones de ClNa (0.3M y 0.5M) impiden que las hojas crezcan, estas sí pueden crecer a la concentración de 0.1M, por eso no hay diferencias significativas entre el control y esta concentración salina.

Tabla 13

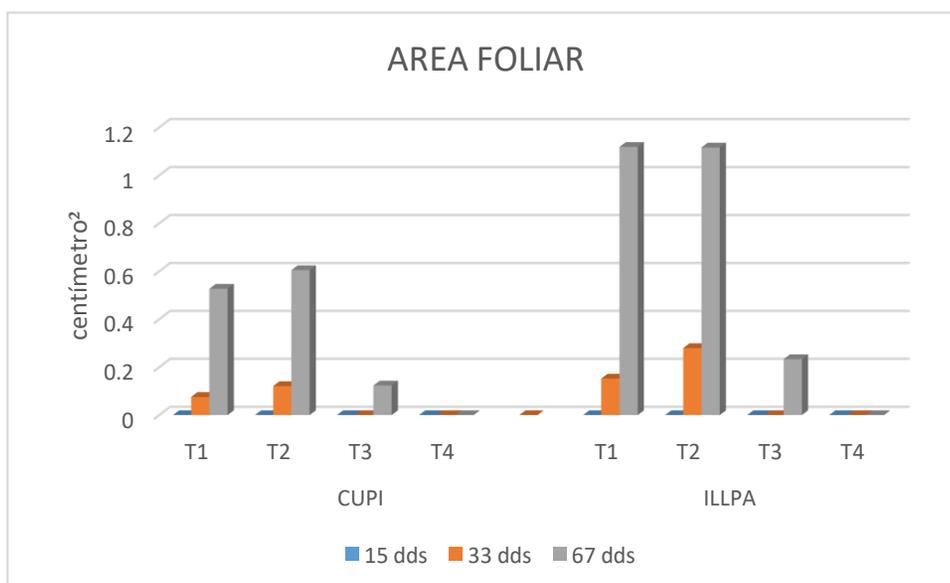
Variación del Área Foliar de las Plántulas Crecidas Bajo Diferentes Concentraciones de ClNa.

VARIEDAD	Tratamiento	AREA FOLIAR (cm ²)		
		15 dds	33 dds	67 dds
CUPI	0.0 M ClNa	0	0.08 a, b	0.53 a
	0.1 M ClNa	0	0.12 a	0.61 a
	0.3 M ClNa	0	0 b	0.12 a, b
	0.5 M ClNa	0	0 b	0 b
ILLPA	0.0 M ClNa	0	0.15 a, b	1.12 a
	0.1 M ClNa	0	0.28 a	1.12 a
	0.3 M ClNa	0	0 b	0.23 b
	0.5 M ClNa	0	0 b	0 b

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 11

Variación del Área Foliar de Plántulas de Kañiwa, Sometidas a Diferentes Concentraciones de ClNa.



De acuerdo a la Tabla 14 y Figura 12 vemos nuevamente que como consecuencia del incremento de la salinidad en la solución nutritiva disminuye el peso fresco de las plántulas, sin embargo, también observamos que el tratamiento con 0.1M de ClNa muestra una tendencia a ser mejor que el control para ambas variedades de kañiwa.

Tabla 14

Variación del Peso Fresco de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa.

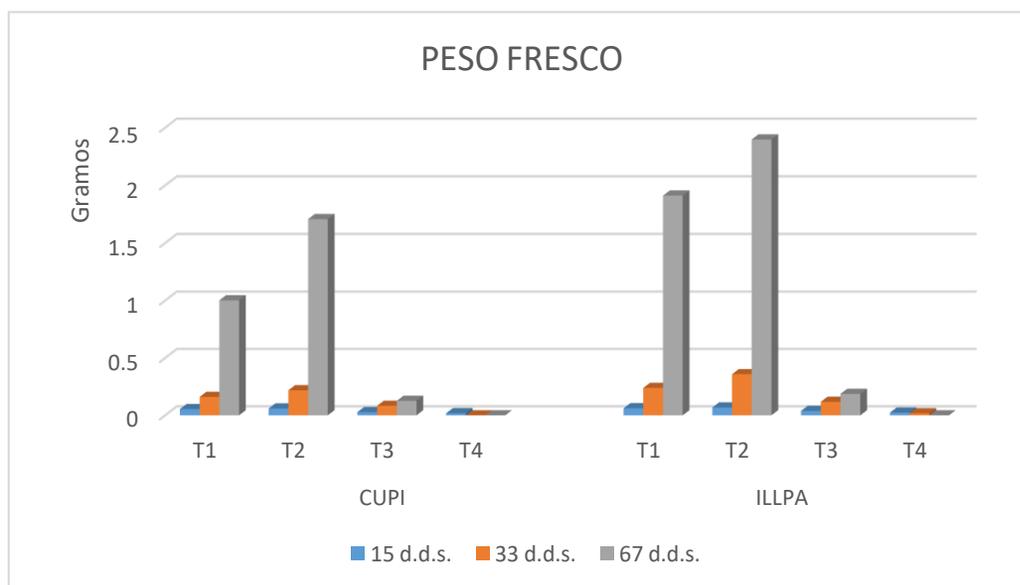
VARIEDAD	Tratamiento	PESO FRESCO (gramos)		
		15 d.d.s.	33 d.d.s.	67 d.d.s.
CUPI	0.0 M ClNa	0.05 a	0.16 a	1.00 a
	0.1 M ClNa	0.06 a	0.22 a	1.71 a, b
	0.3 M ClNa	0.03 a, b	0.08 a, b	0.13 a, b
	0.5 M ClNa	0.02 b	0.00 b	0.00 b
ILLPA	0.0 M ClNa	0.06 a	0.24 a	1.91 a, b
	0.1 M ClNa	0.07 a	0.36 a	2.40 a
	0.3 M ClNa	0.04 a, b	0.12 a, b	0.19 a, b
	0.5 M ClNa	0.02 b	0.02 b	0.00 b

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes

significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 12

Variación del Peso Fresco de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa.



En la Tabla 15 y Figura 13 se observa una respuesta similar a lo obtenido en los pesos frescos, observándose una disminución de peso seco en las mayores concentraciones de ClNa pero con una tendencia a ser mejor la concentración 0.1M comparada con el control.

Tabla 15

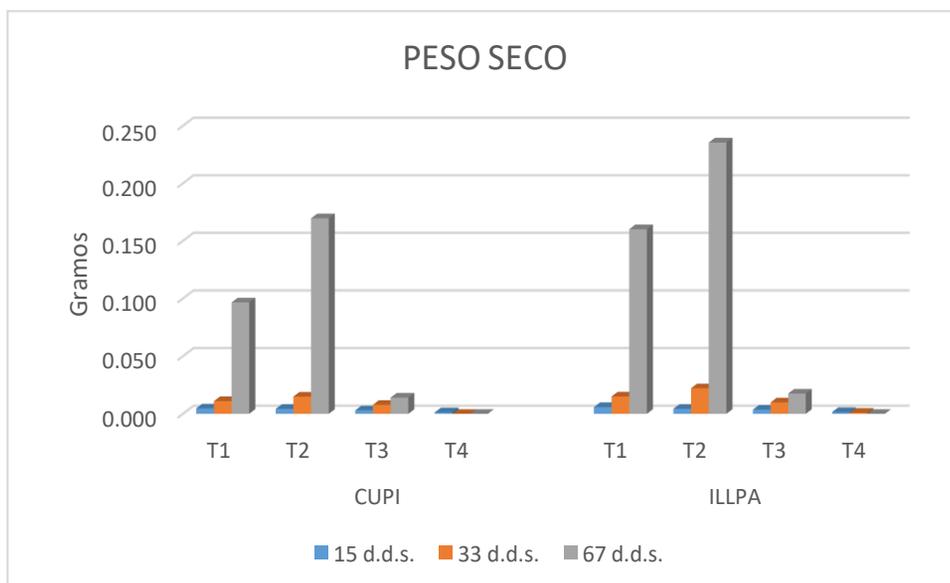
Variación del Peso Seco de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa.

VARIEDAD	Tratamiento	PESO SECO (gramos)		
		15 d.d.s.	33 d.d.s.	67 d.d.s.
CUPI	0.0 M ClNa	0.005 a	0.011 a	0.097 a, b
	0.1 M ClNa	0.004 a, b	0.015 a	0.170 a
	0.3 M ClNa	0.003 a, b	0.008 a, b	0.014 a, b
	0.5 M ClNa	0.001 b	0.000 b	0.000 a, b
ILLPA	0.0 M ClNa	0.006 a	0.015 a	0.160 a, b
	0.1 M ClNa	0.004 a, b	0.022 a	0.235 a
	0.3 M ClNa	0.004 a, b	0.010 a, b	0.018 a, b
	0.5 M ClNa	0.002 b	0.001 b	0.000 a, b

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 13

Variación del Peso Seco de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa.



ii) Efecto sobre el metabolismo de la plántula

De acuerdo a la Tabla 16 y Figura 14 podemos observar que la absorción de agua se realiza a pesar que las concentraciones de ClNa puedan llegar a 0.3M en ambas variedades e inclusive en la máxima concentración salina (0.5M), esto significaría que la disminución del potencial hídrico de la solución nutritiva no es impedimento para seguir absorbiendo agua.

Tabla 16

Variación del Contenido Relativo de Agua de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa.

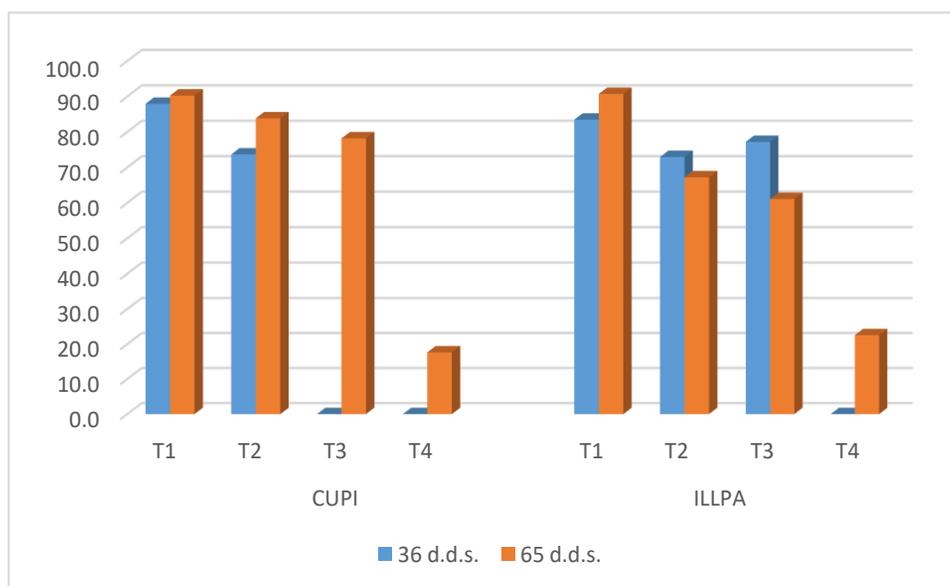
VARIEDAD	CONTENIDO RELATIVO DE AGUA		
	Tratamiento	36 d.d.s.	65 d.d.s.
CUPI	0.0 M ClNa	87.9 a	90.3 a
	0.1 M ClNa	73.7 a	83.8 a
	0.3 M ClNa	0.0 b	78.2 a, b
	0.5 M ClNa	0.0 b	17.6 b
ILLPA	0.0 M ClNa	83.5 a	90.7 a
	0.1 M ClNa	72.9 a	67.2 a
	0.3 M ClNa	77.2 a	61.1 a
	0.5 M ClNa	0.0 b	22.6 b

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras

diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 14

Variación del Contenido Relativo de Agua (CRA) de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de cañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa.



Por los resultados mostrados tanto en la Tabla 17 como en la Figura 15 vemos el daño de la salinidad en la capacidad de la planta de poder sintetizar clorofila, aunque a la concentración de 0.1M de ClNa no se observan diferencias significativas con el control. Por otro lado, la relación entre ambas clorofilas (Tabla 16) nos dice que la clorofila b está muy elevada llegando incluso a igualar a la clorofila a.

Tabla 17

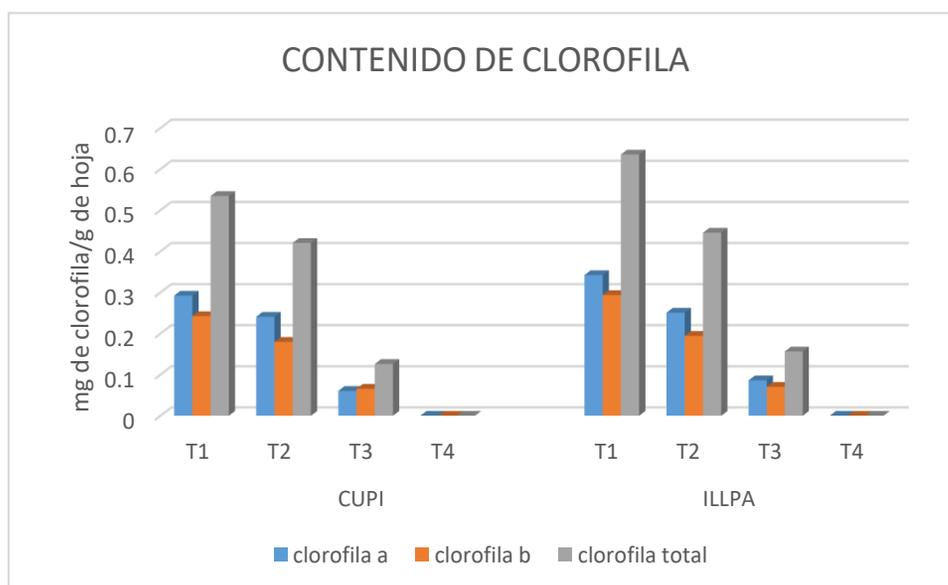
Variación del Contenido de Clorofila de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa. A los 78 d.d.s.

Variedad	CONTENIDO DE CLOROFILA				
	Tratamiento	cl a (mg/g)	cl b (mg/g)	cl total (mg/g)	cl a/cl b
CUPI	0.0 M ClNa	0.3 a	0.2 a	0.5 a	1.2
	0.1 M ClNa	0.2 a	0.2 a	0.4 a	1.3
	0.3 M ClNa	0.1 b	0.1 b	0.1 b	0.9
	0.5 M ClNa	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0
ILLPA	0.0 M ClNa	0.3 a	0.3 a	0.6 a	1.2
	0.1 M ClNa	0.3 a, b	0.2 a, b	0.4 a	1.3
	0.3 M ClNa	0.1 b	0.1 b	0.2 a	1.2
	0.5 M ClNa	0.0 b	0.0 b	0.0 a	0.0

Nota. Letras iguales significan no hay diferencias significativas, letras diferentes significa que las diferencias son significativas a $p \leq 0.05$

Figura 15

Variación Contenido de Clorofila total en las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa, a los 78 d.d.s.



La Tabla 18 y la Figura 16 muestran que el crecimiento se puede dar inclusive hasta la concentración de 0.3M de ClNa, llegando a mostrar una tendencia a ser mejor en la concentración de 0.1M de ClNa.

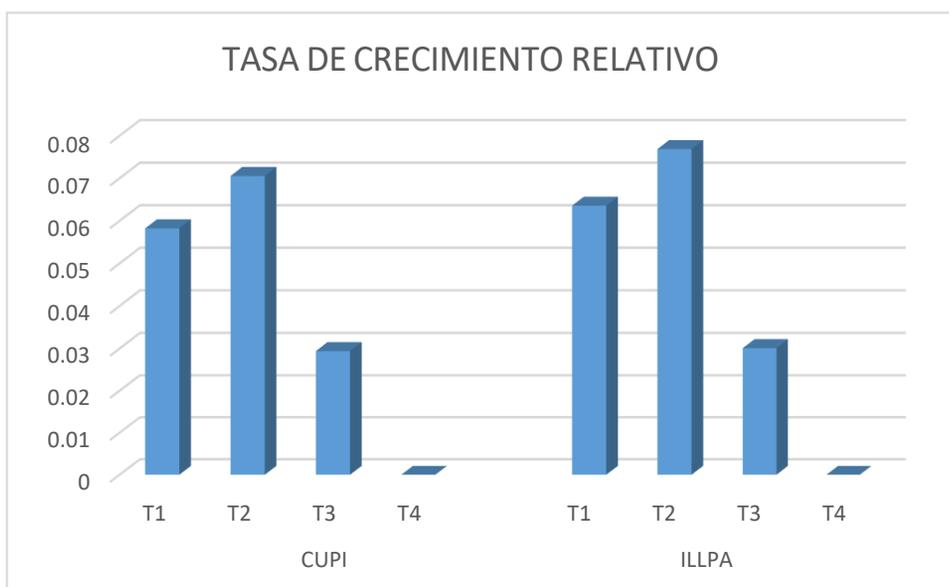
Tabla 18

Variación la Tasa de Crecimiento Relativo de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa. A los 67 d.d.s.

VARIEDAD	Tratamiento	TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO
CUPI	0.0 M ClNa	0.06
	0.1 M ClNa	0.07
	0.3 M ClNa	0.03
	0.5 M ClNa	0
ILLPA	0.0 M ClNa	0.06
	0.1 M ClNa	0.08
	0.3 M ClNa	0.03
	0.5 M ClNa	0

Figura 16

Variación de la Tasa de Crecimiento Relativo de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa, a los 67 d.d.s.



La Tabla 19 y Figura 17 muestran que la mejor asimilación de nutrientes que favorece el crecimiento es la concentración de 0.1M de ClNa, mientras que a la concentración de 0.3M los valores son negativos debido a que lo poco que pudo generar la planta lo consume en el tiempo.

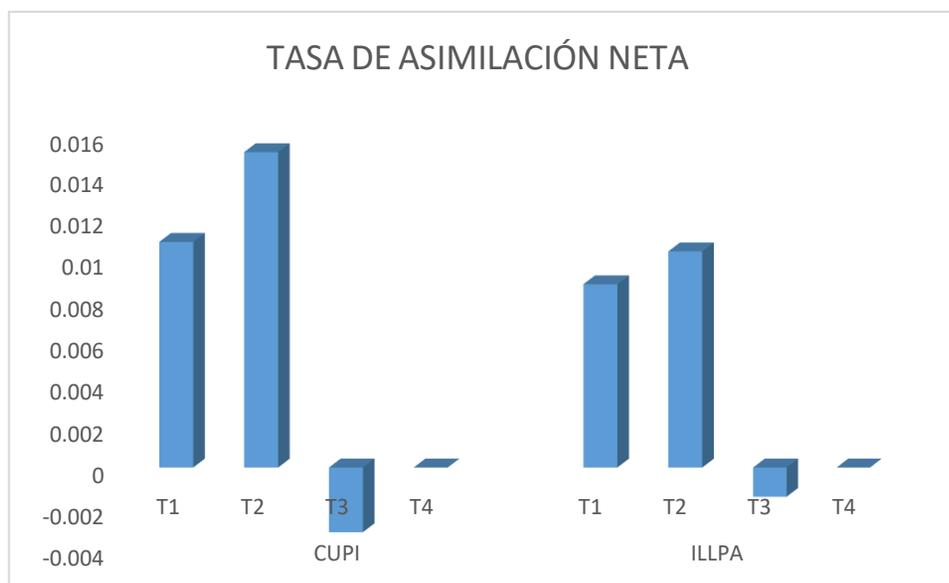
Tabla 19

Variación la Tasa de Asimilación Neta de plántulas crecidas bajo diferentes concentraciones de ClNa. A los 67 d.d.s.

VARIEDAD	Tratamiento	TASA DE ASIMILACION NETA
CUPI	0.0 M ClNa	0.0108
	0.1 M ClNa	0.0151
	0.3 M ClNa	-0.0031
	0.5 M ClNa	0.0000
ILLPA	0.0 M ClNa	0.0088
	0.1 M ClNa	0.0104
	0.3 M ClNa	-0.0014
	0.5 M ClNa	0.0000

Figura 17

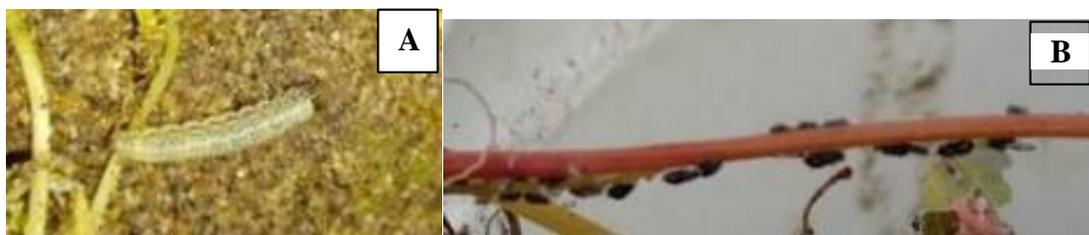
Variación de Tasa de Asimilación Neta de las plántulas de las variedades Cupi e Illpa-INIA de kañiwa, sometidas a diferentes concentraciones de ClNa, a los 67 d.d.s.



Durante la ejecución del experimento se tuvo la presencia de larvas de lepidópteros (Figura 18 A) y hacia el final llegaron áfidos (Figura 18 B) negros probablemente haya sido *Aphis fabae* que también ataca a las Chenopodaceae, este no ocurre en el altiplano puneño porque a la altura en que se cultiva kañiwa no sobreviven los insectos (Apaza, 2010).

Figura 18

Ataque de plagas al cultivo de kañiwa. A: larva de lepidóptero. B: áfidos



V. Discusión de Resultados

Si bien el gobierno central está trabajando en la erradicación de la desnutrición infantil y ha conseguido que el promedio a nivel de país disminuya (INEI, 2018), este problema continua y especialmente en las zonas rurales del país debido entre otras cosas a las condiciones de pobreza extrema, analfabetismo, insuficientes recursos destinados por el sector salud a estas zonas, persistencia de una agricultura de subsistencia, cambio de uso de la tierra ya sea por el avance del urbanismo o por la instalación de un proyecto minero, cambios en el cultivo de especies nativas ricas en nutrientes por especies con un mayor valor energético, provocando la erosión genética de las especies nativas.

Por esta razón se trató de adecuar a *Chenopodium pallidicaule* Aellen “kañiwa” a las condiciones salino sódicas de muchos de los suelos de la costa, esto en razón de que kañiwa tiene tolerancia a la salinidad, sequia, heladas, plagas en la región altoandina de Puno (Apaza, 2010).

De la Tabla 5 se puede ver que las semillas de las variedades blanca, roja y amarilla tienen mayor cantidad de proteínas que los reportados por Repo et al (2009), añadiendo que para las variedades (Cupi y Ramis) los valores son de 14.41 y 14.88%, respectivamente, siendo mayor a los valores reportados por el laboratorio de la estación experimental del INIA en Puno (Apaza, 2010), en general, Repo et al (2003) menciona que la cantidad de proteína en las semillas de kañiwa puede llegar hasta 18,88%. Además, concluye que los valores de proteínas dependen la variedad con que se trabaja. Los demás valores de biomoléculas se encuentran muy cercanos a lo reportado por Repo (2003 y 2009) y por Yamile, Villa, Russo, Kerbab, Landi y Rastrelli (2014).

Por otro lado, se tienen evidencias del uso de kañiwa en el tratamiento de anemia ferropénica, reportándose incrementos de los niveles de hemoglobina en infantes con anemia leve y anemia moderada, de 6 a 36 meses de edad (Quispe, 2014; Lipa 2017; Quispe, 2018) variando

la forma de presentación entre caramelos, galletas o kañiwaco, pero en todas las formas se adicionó vitamina C; también se tiene evidencia del incremento de peso y de nitrógeno en músculo de ratas después del consumo de quinua, kañiwa y tarwi comparado a trigo (Apaza, 2019) debido a la cantidad y calidad de proteína de estos granos andinos.

Las más alta concentración de ClNa (0,5 M) inhibe totalmente la germinación de las seis variedades de kañiwa mientras que en las concentraciones menores (0,1 y 0,3 M) sí se da la germinación pero en mayor tiempo, es decir disminuye la velocidad de germinación (Tablas 6, 7 y Figuras 4, 5), esto sucede debido a que el incremento de las concentraciones de ClNa provocan el descenso del potencial hídrico de la solución circundante a la semilla y por tanto las semillas no podrían hidratarse para que el embrión germine (Azcón-Bieto y Talón, 2008; Barceló et al. 2005), por esta razón cuando se agregó agua destilada a las semillas que estuvieron sometidas a ClNa 0.5M éstas germinaron; por otro lado, estos resultados difieren grandemente de lo que sucede con *Chenopodium quinoa* donde se consigue germinación hasta en la concentración de 0.7 M de ClNa (Jacobsen, Mujica, y Stlen, 1997), por lo que se puede afirmar que *Ch. quinoa* es una planta halófila (Chilo, Vacca, Carabajal, y Ochoa, 2009), por tanto, kañiwa presenta una buena tolerancia a la salinidad sódica pero sin llegar a ser halófila.

Además, el tiempo de cosecha de los granos y la forma de mantenimiento de las semillas tienen un efecto sobre la germinación, es decir, conforme se incrementa el tiempo después de la cosecha, la velocidad de germinación va disminuyendo, que es lo que sucedió con las variedades Blanca, Roja y Amarilla que nos las hicieron llegar 1 año después de haber sido cosechadas y guardadas en bolsas plásticas en una refrigeradora, cuando empezamos los tratamientos de salinidad, por el contrario las semillas de las variedades Cupi, Ramis e Illpa-INIA, que las obtuvimos de la misma estación experimental del INIA en Puno, mantenidas en bolsas de papel y

a 4°C con baja humedad relativa disminuyeron su poder germinativo recién después de 30 meses, por lo que podríamos afirmar que las semillas de kañiwa se comportan como semillas recalcitrantes según Berjak y Pammenter (2010).

La germinación también está influenciada por la temperatura (Tabla 8 y Figura 6), la germinación es favorecida con la temperatura (20°C y 30°C) mientras que a 5° C no se registra germinación, esto debido a que la temperatura influye directamente sobre las reacciones químicas catalizadas por enzimas (Azcón-Bieto y Talón, 2008), existiendo por tanto rangos óptimos para cada especie (Barceló et al, 2005), para kañiwa se comprueba que puede germinar inclusive a 30° C lo que nos hizo creer que podría ser adaptada a condiciones de la costa central.

Para el trabajo en invernadero, de acuerdo a la Figura 7 el experimento inició con una temperatura de 23.2°C y una humedad relativa 60.5% por lo que se decidió que la frecuencia de riego fuera 2 veces por semana, ya que tanto la germinación como los primeros días de las plántulas requieren de suficiente cantidad de agua (National Research Council, 1989; Apaza, 2010).

De acuerdo a los resultados presentados en las Tablas de la 8 a la 14 y Figuras de la 9 a la 13, se puede observar que el incremento de la salinidad en el sustrato ocasiona una drástica disminución del crecimiento como longitud del tallo, longitud de la raíz, longitud total, área foliar, pesos frescos y secos, para ambas variedades de kañiwa, debido principalmente a que el bajo potencial hídrico de la solución nutritiva (la c.e. de la concentración 0.3M es 31 mS/m y de la concentración de 0.5M es 47.3 mS/m) causa una disminución de la turgidez celular provocando que las células no crezcan (Coca, Carranza, Miranda y Rodríguez, 2012) y además el incremento de la fitohormona ácido abscísico (ABA) que funciona como un inhibidor de la fitohormona del crecimiento conocida como ácido indol acético (AIA) (Azcón-Bieto y Talón, 2008; Taiz y Zeiger, 2010), sin embargo, en todos estos indicadores también se observa que las plántulas sí pueden

crecer a la concentración de 0.1M de ClNa con una c.e. de 12.2 mS/m, por eso no hay diferencias significativas entre el control y esta concentración salina, este hecho nos estaría mostrando que esta especie tiene un sistema que hace que pueda tolerar la salinidad del sustrato.

Sin embargo, en el Contenido Relativo de agua se ve que las plántulas consiguen absorber agua a pesar de los bajos potenciales hídricos de las soluciones nutritivas, tal como se puede observar en la Tabla 15 y figura 14, esto nos indica que las raíces de estas dos variedades consiguen permeabilizar las membranas celulares tanto de la rizodermis como del parénquima cortical de éste órgano, así como también estarían realizando un proceso de osmoregulación para conseguir que el agua ingrese a la planta (Carillo, Annunziata, Pontecorvo, Fuggi y Woodrow, 2011).

El contenido de Clorofila nos muestra un fuerte efecto del incremento de la salinidad sobre la síntesis de este pigmento, este hecho nos estaría indicando además que el exceso de Na^+ en el interior de los tejidos de ambas variedades estaría dañando los componentes importantes de la síntesis como las enzimas de síntesis de clorofila (Carillo et al, 2011). Otro hecho importante que hay que recalcar es la relación entre clorofila a y b es alrededor de 1, lo cual nos está indicando que la concentración de ambas es muy similar, esta es una respuesta que se observa en hojas que han estado bajo sombra (Taiz y Zeiger, 2010) ya que se sabe que las hojas que están expuestas a luz directa presentan una relación de clorofila a/clorofila b entre 4 a 5 y las hojas sombreadas la reducen por incremento de la clorofila b (Azcón-Bieto y Talón, 2008), esto es debido a que, durante los meses que duró el experimento, Lima se mantuvo con una fuerte nubosidad producto del proceso de inversión térmica disminuyendo la irradiación solar, por tanto kañiwa es una especie que requiere de alta irradiación solar.

Como se sabe la Tasa de Crecimiento Relativo nos indica “la eficiencia de producción de materia seca” y la Tasa de Asimilación Neta nos indica “la eficiencia fotosintética promedio, ya

que mide la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo” (Santos, Segura y Nústez, 2010), y viendo nuestros resultados vemos una mejor eficiencia de acumulación de materia seca en las plántulas crecidas con 0.1 M de ClNa (Tabla 16 y Figura 15), de la misma forma que sucede con plantas de tomate del tipo chonto (Saldaña, Bejarano y Guaqueta, 2017) y según Coca et al (2012) concluyó: “este hecho se debería a una rápida acumulación de materia seca durante los primeros días de vida de las plántulas” (p. 210).

De acuerdo a la Tabla 18 y Figura 17 vemos que los valores de la Tasa de Asimilación Neta pueden llegar a ser negativos (0.3 M de ClNa) y está en relación con la pérdida de materia seca en las plántulas (Tabla 14 y Figura 13), lo cual indica que conforme aumenta la concentración de ClNa tanto el crecimiento como el metabolismo de las plántulas son fuertemente afectados.

VI. Conclusiones

- Por los altos valores nutricionales de los granos de *Chenopodium pallidicaule* Aellen y por la evidencia presentada del mejoramiento en el caso de anemia y niveles de nitrógeno, es una especie que debe de ser usada en los programas de erradicación de la desnutrición infantil.
- Las semillas de *Ch. pallidicaule* pueden tolerar la salinidad sódica hasta una concentración de 0.3 M (31 mS/m), después de eso es inhibida totalmente y también puede tolerar la temperatura de su entorno llegando a hacerlo hasta en 30°C, debido principalmente a su rusticidad.
- De acuerdo a los resultados de crecimiento (longitud, peso, área foliar) y metabolismo de las plántulas (contenido relativo de agua, contenido de clorofila, tasa de crecimiento relativo, tasa de asimilación neta) podemos afirmar que el incremento de la salinidad sódica afecta negativamente a kañiwa, porque las condiciones ambientales de la costa no favorecen su aclimatación y tampoco su adaptación.
- La adecuación de “kañiwa” *Ch. pallidicaule* no es posible, a pesar que es una alternativa para ser usado como un alimento de gran valor nutritivo y puede contribuir a combatir la desnutrición infantil en la costa de Lima - Perú.

VII. Recomendaciones

- Estudiar los aspectos genéticos de *Ch. pallidicaule* con el objetivo de promover su mejoramiento, especialmente en lo referente a completar su domesticación.
- Promover el consumo de *Ch. pallidicaule*, no sólo por su alto valor nutritivo si no porque también es rico en antioxidantes, como flavonoides, los cuales son requeridos en el mercado internacional.
- Mediante propuestas a las autoridades competentes, incentivar y promover el cultivo de *Ch. pallidicaule*, no sólo en la meseta del Collao si no también en la meseta de Bombón u otras zonas altoandinas con condiciones agroclimáticas similares a la región del altiplano puneño.
- Difundir a través de los diferentes medios de comunicación las bondades alimenticias de *Ch. pallicaule*.

VIII. Referencias

- Accurso, R. (2003-2005). *Las amazonas de Fray Gaspar de Carvajal*. Revista de Aula de Letras (Universidad de Rosario). ISSN 1579-6884. Pp 1-14.
- Apaza, V. (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.
- Apaza, M. G. (2019). Efecto del consumo de cultivos andinos quinua, cañihua y tarwi sobre el incremento de peso y nitrógeno retenido en ratas Wistar. *Journal of High Andean Research*, 21(3): 194 – 204. DOI: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.477>
- Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Mc Graw-Hill - Interamericana de España. 2º ed. Barcelona. 651 p.
- Barceló, J., Rodrigo, G., Sabater, B. y Sánchez, R. (2005). *Fisiología Vegetal*. Ediciones Pirámide. Madrid. 566 p.
- Berjak, P. y Pammenter, N. (2010). Semillas ortodoxas y recalcitrantes. En: Manual de semillas de árboles tropicales. Vozzo, J. (ed.). Departamento de Agricultura de los Estado Unidos. 894 pp.
- Beltrán, A. y Seinfeld, J. (2009). Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: Un problema persistente. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. 55 pp.
- Boletín Agrario (2019). Grano. Recuperado de <https://boletinagrario.com/ap-6,grano,446.html>

Brack, A. y Mendiola, C. Desiertos y lomas costeras. En: Enciclopedia Ecología del Perú.

Recuperado de https://www.peruecologico.com.pe/lib_c8_t01.htm

Britto, B. (2017). Actualización de las Ecorregiones Terrestres de Perú propuestas en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú. *Gayana Bot.*, 74(1): 15-29

Caparrós, M. (2016). *El Hambre*. Editorial Anagrama. 1ra edición. España. 696 pp.

Carillo, P., Annunziata, M. G., Pontecorvo, G., Fuggi, A, y Woodrow P. (2011). *Salinity Stress and Salt Tolerance*. In: *Abiotic stress in plants – mechanisms and adaptations*. A. Kumar Shanker y B. Venkateswarlu editores. Published by InTech. 428 pp.

Coca C., A., Carranza, C. E., Miranda, D. y Rodríguez, M.H. (2012). Efecto del NaCl sobre los parámetros de crecimiento, rendimiento y calidad de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) bajo condiciones controladas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6 (2). pp. 196-212

CODESPA (2019). Desnutrición vs Malnutrición. Recuperado de <https://www.codespa.org/blog/2015/05/20/desnutricion-vs-malnutricion/>

Chilo, G.; Vacca, M.; Carabajal, R. y Ochoa, M. (2009). Efecto de la temperatura y salinidad sobre la germinación y crecimiento de plántulas de dos variedades de *Chenopodium quinoa*. *Agriscientia*, 26: 15-22.

Ecu Red. (2019). Cereales. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Cereales>

Eguren, F. (2012). Perú: País de pocas tierras. *La Revista Agraria*, 145: 4-5.

- Erickson, C. (2003). *Historical ecology and future explorations*. En: Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management. J. Lehmann, et al. (eds.). Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 47 pp.
- Espores, la veu del Botànic (2014). ¿Qué son los pseudocereales?. Recuperado de <http://espores.org/es/agricultura/que-son-els-pseudocereals.html>
- FAO (2011). *Las Buenas Prácticas*. En: Programas de Información, Comunicación y Educación en Alimentación y Nutrición (ICEAN). FAO y la Iniciativa América Latina y Caribe Sin Hambre 2025. 69 pp.
- FAO (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo*. Alcance, causas y prevención. Roma. 42 pp.
- FAO (2019). Salt-affected soils. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-anagement/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-afectados-por-salinidad/more-information-on-salt-affected-soils/es/>
- FAOSTAT (2019). Comparer datos. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- FAO y OPS (2017). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 118 pp.
- FAO, OPS, WFP y UNICEF (2018). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2018. Santiago. 133 pp.
- Gallego, D. Y., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M. y Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa*

(quinoa) seeds. Emir. J. Food Agric. 26(7): 609-615. Doi:

<https://dx.doi.org.10.9755/ejfa.v26i7.18187>

Hariadi, Y.; Marandon, K.; Tian, Y.; Jacobsen, S. y Shabala, S. (2011). Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. Journal of Experimental Botany, 62: 185-193.

Hernández, A. (2012). Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. Pediatría Integral; XVI (5): 357-365

Horton, S. y Hoddinott, J. (2014). Benefits and Costs of the Food and Nutrition Targets for the Post-2015 development Agenda. Working Paper. Copenhagen Consensus Center 2014. 14 pp. Recuperado de <https://www.ifpri.org/publication/benefits-and-costs-food-and-nutrition-targets-post-2015-development-agenda>

Huerta S., Karina, K. y Martínez, A. L. (2018). La revolución verde. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático. Rev. iberoam. bioecon. cambio clim. 4(8): 1040-1052. DOI: <http://dx.doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6717>

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2013). Perú: Indicadores de Resultados de los Programas Estratégicos, 2012. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES (Resultados Preliminares). 119 p. recuperado de <https://proyectos.inei.gob.pe/endes/ppr.asp>

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2018). Encuestas demográficas y de salud familiar – 2018. Series anuales de indicadores principales de la ENDES 1986 – 2018. 116 pp. Recuperado de

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1656/index1.html

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2021). Encuestas demográficas y de salud familiar – 2020. Bicentenario del Perú. 380 pp. Recuperado de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1795/

Jacobsen, S., Mujica, A. y Stlen, O. (1997). Tolerancia de la quinua a la sal durante la germinación. *Agronomía Tropical*, 48:359-366.

Kent, N.L. y A.d. Evers. (1994). *Kent's Technology of Cereals*. 4th Edition. Woodhead Publishing. Oxford, New York.

La Rosa, R., Anaya, E., Flores, Z., Bejarano, M., Brito, L. y Pérez, E. (2016). Germinación de *Chenopodium pallidicaule* Aelle “kañiwa” bajo diferentes condiciones de salinidad y temperatura. *The Biologist* (Lima), 14(1): 5-10. DOI: <https://doi.org/10.24039/rb201614180>

Lipa, O. (2017). Efecto del consumo de suplementos nutricionales y galletas de cañihua en el nivel de hemoglobina en niños de 6 a 36 meses con anemia ferropénica, del establecimiento de salud coata puno 2016. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10056>

Lizardo, A. E. y Díaz, A. (2011). Sobrepeso y obesidad infantil. *REV MED HONDUR*, 79(4), 208 - 213

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2002). Cuencas y Drenaje - Estadísticas. Recuperado de <http://minagri.gov.pe/portal/56-sector-agrario/cuencas-y-drenaje/384-estadisticas?start=3>

MINAGRI (2013). Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2013-2021.

Recuperado de <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/seguridad-alimentaria/estrategia-nacional-2013-2021.pdf>

MINAGRI (2000). Áreas afectadas con mal drenaje y salinidad. Recuperado de <http://minagri.gob.pe/portal/56-sector-agrario/cuencas-y-drenaje/384-estadisticas?start=3>

MINAGRI-ANA (2019). El agua en cifras. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>

Ministerio de Salud (2014). Plan Nacional para la Reducción de la Desnutrición Crónica Infantil y la Prevención de la Anemia en el País, Periodo 2014 – 2016. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fvs.minsa.gob.pe%2Flocal%2FMINSA%2F3514.pdf&cflen=7205336&chunk=true

Ministerio de Salud (2015). Consumo de alimentos en niños peruanos de 6 a 35 meses; 2013-2014. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fweb.ins.gob.pe%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FArchivos%2Fcenan%2Fvan%2Fvigilancia_poblacion%2FCONSUMO%2520DE%2520ALIMENTOS%2520EN%2520NINOS%2520PERUANOS%2520DE%25206%2520A%252035%2520MESES%25202013-2014.pdf&cflen=2250930&chunk=true

Montenegro, S. M. (2014). *Geografía del Perú*. Fondo Editorial de la Universidad Alas Peruanas. 1ª edición. 197 pp.

Munns, R. y Tester, M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:651–81. Doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911

Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3). Recuperado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepository.cepal.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F11362%2F40155%2F24%2FS1801141_es.pdf&cliclen=2977568](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepository.cepal.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F11362%2F40155%2F24%2FS1801141_es.pdf&cliclen=2977568)

Natural Research Council (1989). *Lost crops of the Incas: Little-Know plants of the Andes with promise of worldwide cultivation*. National Academy Press, Washington, D.C. 415 pp.

Oldways Whole Grain Council (2019). ¿Qué son los granos enteros?. Recuperado de <https://wholegrainscouncil.org/resources/recursos-en-espa%C3%B1ol/%C2%BFqu%C3%A9-son-los-granos-enteros>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2014). El Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de América Latina y el Caribe. Recuperado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2Fi4018s%2Fi4018s.pdf&cliclen=6077378](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2Fi4018s%2Fi4018s.pdf&cliclen=6077378)

Peña-Venegas, C. P., Cardona, G. I., Arguelles, J. H. y Arcos, A. L. (2007). Micorrizas Arbusculares del Sur de la Amazonia Colombiana y su Relación con Algunos Factores Fisicoquímicos y Biológicos del Suelo. *Acta Amazónica*, 37(3), 327 – 326.

Proyecto Regional Cultivos Andinos (2011). Folleto Producción de kañiwa. 1º Edición. Recuperado de <https://es.slideshare.net/cultivosandinos/caihua>

- Quispe, L. (2014). Efecto de la suplementación de hierro proveniente de cañihua en forma de caramelo sobre los niveles de hemoglobina en niños anémicos menores de 3 años del centro de salud 4 de noviembre, Puno Febrero – Abril 2013. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7346>
- Quispe, A F. (2018). Efectos del complemento dietético con cañihua y concentrado de alfalfa en los niveles de hemoglobina en niños de 3 a 5 años de edad del distrito de Coata – Puno 2016. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9162>
- Repo-Carrasco, R. (1992). Andean Crops and Infant Nourishment. University of Helsinki. Institute of Development Studies. Report B 25. Finland. ISSN : 0359-9493
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. y Jacobsen, S.E. (2003). Nutritional value and use of the andean crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International, 19: 179-189. DOI: <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Repo-Carrasco, R.; Acevedo A.; Icochea, J. y Kallio, H. (2009). Chemical and functional characterizatrion of kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. Plant Foods for Human Nutrition, 64:94–101. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-009-0109-0>
- Risi, J. y Galwey, N.W. (1984). The *Chenopodium* Grains of the Andes: Inca Crops for Modern Agriculture. Advanced in Applied Biology, 10: 145-216.
- Rojas, W., Pinto, M. y Soto, J. (2004). Genetic erosion of cañahua. Leisa Magazine, 13. <https://edepot.wur.nl/90025>
- 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. La Paz, Bolivia

- Saldaña, T. M., Bejarano, C. A. y Guaqueta, S. (2017). Efecto de la salinidad en el crecimiento de plantas de tomate tipo chonto. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11 (2): 329-342. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.7347>
- Santos, M., Segura, M. y Núñez, C. E. (2010). Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 63(1): 5253-5266.
- Segura J. L., Montes C., Hilario M., Asenjo P., Baltazar G. (2002). Pobreza y Desnutrición Infantil. PRISMA ONGD. Editorial Supergráfica EIRL. 117 pp.
- Sobrino M., Gutiérrez C., Cunha A.J., Dávila, M. y Alarcón, J. (2014). Desnutrición infantil en menores de cinco años en Perú: tendencias y factores determinantes. *Rev Panam Salud Publica*. 35(2): 104–112. Recuperado de http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892014000200004
- Tarqui-Mamani, C., Sánchez-Abanto, J., Alvarez-Dongo, D., Gómez-Guizado, G., Valdivia-Zapana, S. (2013). Tendencia del sobrepeso, obesidad y exceso de peso en el Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, 17 (3):1-7.
- Taiz, L. y Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc. 5ta ed. USA. 782 pp.
- UNICEF - Oficina Regional para América Latina y el Caribe (2006). Desnutrición infantil en América Latina y el Caribe. Desafíos - Boletín de la infancia y adolescencia sobre el avance de los objetivos de desarrollo del Milenio. Número 2. 12 pp.
- UNICEF (2011). La desnutrición infantil: causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento. Editado por UNICEF España. 32 p.

UNICEF (2011). La desnutrición infantil: Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento. 21 pp.

UNICEF (2018). Informe Anual - Para cada niño, todos los derechos. 74 pp.

UNICEF (30 noviembre 2019). Desnutrición infantil, una lacra que podemos evitar

<https://www.unicef.es/desnutricion-infantil>

United Nations System Standing Committee on Nutrition (UNSCN) (2017). Antes de 2030, acabar con todas las formas de malnutrición y no dejar a nadie atrás. Documento de debate. 32 pp.

Wikipedia (13 noviembre 2019). Cereal. <https://es.wikipedia.org/wiki/Cereal>

Woods, A. y Eyzaguirre, P. (2004). Cañahua deserves to come back. Leisa Magazine, 11-13.

<https://edepot.wur.nl/90025>

Zúñiga, L. (2019). Desnutrición crónica en niños menores a 5 años en las zonas rurales del Perú (Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de Economista). Universidad de Piura. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Programa Académico de Economía. Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/11042/3892>

IX. Anexos

Anexo A:

La solución hidropónica fue obtenida en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, cuya composición es la que se muestra

COMPOSICIÓN DE LA SOLUCIÓN SAN MARCOS	
elemento	ppm
N	200
P	40
K	250
Mg	35
S	46
Ca	116
Fe	1.5
Mn	0.5
Zn	0.2
Cu	0.1
B	0.4
Mo	0.01

Nota. Nutrientes presentes en una solución preparada según indicaciones de la etiqueta, es decir 5mL de la solución A y 5 mL de B por cada litro de agua