

## DETERMINACIÓN DE LA GERMINACIÓN EN LA SEMILLA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) EN DIFERENTES SUSTRATOS ARENA, PAPEL, HUMUS Y SUELO AGRÍCOLA

### DETERMINATION OF GERMINATION IN QUINOA SEEDS (*Chenopodium quinoa Willd*) ON DIFFERENT SUBSTRATES SAND, PAPER, HUMUS AND AGRICULTURAL SOIL

Ing. Moisés Alejandro Flores Cruz <sup>1 \* §</sup>

Recibido: Abril 02, 2023; Aceptado: Julio 17, 2023

#### RESUMEN

En los últimos años a nivel mundial se vio la necesidad de combatir algunas dificultades que perjudicaban la producción de ciertos alimentos, en este sentido en la actualidad la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es un cultivo valioso por su alto valor agronómico, el cual es tolerante a condiciones de climas adversos. Teniendo en consideración todas estas características es necesario incrementar el cultivo de la quinua en Bolivia específicamente en el Departamento de Santa Cruz, donde no se cuenta con producción de Quinua por ser un cultivo que se encuentra en etapa de investigación de su paquete tecnológico, lo que se ha venido a llamar la tropicalización de la quinua.

El Batallón de Producción y Ecología III “Cnl. E. Paccieri”, con asiento en Montero está dedicada a la producción de caña de azúcar siendo una de la Unidades que más produce en beneficio del Ejército, es así que se ha visto por conveniente realizar la siembra de la semilla de quinua y ver el comportamiento en la germinación teniendo que evaluar el vigor y poder de germinación en esta localidad.

Las pruebas de germinación realizadas en laboratorio y en campo tuvieron buenos resultados en el porcentaje de germinación, esencialmente en el sustrato papel el cual dio un resultado de 99% de germinación en relación a otros sustratos. Esta investigación realizada ira en apoyo a la recolección de datos al paquete tecnológico de tropicalización de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y apoyará en la implementación como cultivo alternativo en el Batallón de Producción y Ecología III y otras Unidades de producción del Ejército.

**Palabras claves:** Quinua, sustrato, germinación, semilla.

#### ABSTRACT

In recent years, the need to combat certain difficulties that have affected the production of certain foods has been seen in the world. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) is a valuable crop because of its high agronomic value, which is tolerant to adverse weather conditions. Taking into account all characteristics it is necessary to increase the cultivation of quinoa in Bolivia specifically in the Department of Santa Cruz, where there is no production of Quinoa as a crop that is in the research stage of its technological package, which has come to be called the tropicalization of quinoa.

The Battalion of Production and Ecology III “Cnl. E. Paccieri”, “with a seat in Montero is dedicated to the production of sugar cane being one of the Units that produces the most for the benefit of the Army, so it has been considered convenient to plant the quinoa seed and see the behavior in the germination having to evaluate the vigor and power of germination in this locality.

The germination tests performed in the laboratory and in the field had good results in the percentage of germination, essentially in the paper substrate that gave a result of 99% germination in relation to other substrates. This research will support the collection of data to the technological package of tropicalization of quinoa willd and will support the implementation as an alternative crop in the Production and Ecology III Battalion and other Production Units of the Army.

**Keywords:** Quinoa, substrate, germination, seed.

**Citación:** Flores Cruz Moisés Alejandro, **DETERMINACIÓN DE LA GERMINACIÓN EN LA SEMILLA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) EN DIFERENTES SUSTRATOS ARENA, PAPEL, HUMUS Y SUELO AGRÍCOLA.** Revista Científica EMINENTE 2023, 7-2: 47-57.

- <sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo – Carrera Ingeniería Agronómica – Unidad Académica Santa Cruz – Escuela Militar de Ingeniería.
- \* Corresponde al Autor (correo electrónico: [mfloresc@doc.emi.edu.bo](mailto:mfloresc@doc.emi.edu.bo)).
- <sup>§</sup> Dirección de contacto Investigador primer autor: Telf.: (+591) 71106506 Santa Cruz – Bolivia.

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es un cultivo originario de Los Andes y en su domesticación y desarrollo han participado grandes culturas en la antigüedad como la Tahuanacota y la Incaica. La diversidad genética de esta especie es el resultado de la variación genética, la participación de factores ambientales y la intervención del hombre. El hombre ha orientado en alguna forma la evolución de la especie favoreciendo las variantes más convenientes para la utilización por el hombre, precisamente, es en este momento que empezó el mejoramiento genético de la quinua, (Álvarez, 1993).

Según Rojas (1998), la distribución geográfica de la quinua en la región se extiende desde los 5° Latitud Norte al sur de Colombia, hasta los 43° Latitud Sur en la Décima Región de Chile, y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Perú y Bolivia, existiendo así, quinuas de costa, valles, quinuas de valles interandinos, y quinuas del altiplano. Los cuales representan un resumen de distribución de la quinua, en relación a otros países de diferentes regiones del mundo y sus zonas tradicionales de producción de este cultivo.

## SITUACIÓN ACTUAL DE LA QUINUA EN BOLIVIA.

En los últimos 20 años, la quinua ha tenido un crecimiento sostenido de su producción, principalmente en el altiplano sur del país, Específicamente en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí. La quinua es prácticamente el único cultivo de valor comercial que se adapta a las características de esta zona, una de las más secas del país, ubicada a una altura de 3750 m.s.n.m. con una precipitación promedio de 200 mm anuales y alrededor de 200 días de heladas al año, (Gandarillas, 2013).

Los trabajos de investigación en la quinua conducida en la zona andina y últimamente también fuera de esta zona, han estado orientados a la obtención de mayor rendimiento del grano. El incremento del rendimiento es posible mediante el mejoramiento genético, el mejoramiento de las condiciones de manejo agronómico y conjunción de ambos, (Chávez, 1992).

No se cuenta con información de cultivos extensivos de Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), producidos en el oriente boliviano, pero desde hace 6 años, en la HACIENDA AGRICOLA Y GANADERA DEL SEÑOR SRL. Ha mostrado interés por la introducción de quinua en la zona tropical de Bolivia. A la fecha, el Dr. Alejandro Bonifacio de PROINPA junto al Ing. Marín Condori Mamani de la empresa privada de Santa Cruz, están conduciendo las primeras evaluaciones de quinua en siembras de invierno en estas zonas, lo que se ha venido a llamar la tropicalización de la quinua. Se están evaluando principalmente variedades de valle, los primeros resultados muestran evidencias de variaciones morfológicas y genéticas debido al estrés por las altas temperaturas; sin embargo, ha sido posible obtener grano y cosechar semilla, (Bazile, 2014).

Siendo el interés de la presente investigación, apoyar el trabajo de tropicalización del cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) elaborando información, acerca del de la germinación de la semilla de quinua, en diferentes sustratos Arena, papel, humus en laboratorio, asimismo realizar la germinación en suelo agrícola del Batallón de Producción y Ecología III “Cnl. Eduardo Paccieri”. Mismos que apoyaran al paquete tecnológico de tropicalización de la quinua, en datos para la germinación para el departamento de Santa Cruz.

En este sentido poder contribuir en la región con la obtención de datos sobre el porcentaje de germinación de la semilla de quinua, en este nuevo cultivo que ira en apoyo a la seguridad alimentaria, apoyo al desarrollo nacional del país, y mejorar las alternativas de cultivo en las distintas zonas productivas como también en las diferentes Unidades de Producción del Ejército que se encuentran en esta región.

## OBJETIVO

Determinar la germinación de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en diferentes sustratos (arena, papel, humus y suelo agrícola).

Como objetivos específicos se tiene:

- Identificar las causas fisiológicas que afectan en el porcentaje de germinación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*).

- Determinar el sustrato ideal para la germinación de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*).
- Cuantificar el porcentaje mínimo de germinación para las recomendaciones de siembra comercial.
- Realizar el análisis económico del ensayo.

#### Identificación del Problema

El presente estudio de investigación busca apoyar el trabajo de tropicalización del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), evaluando el poder germinativo de la semilla en laboratorio y condiciones de campo, ya que no existen estudios en la región del oriente boliviano, referente a la calidad fisiológica de la semilla de quinua. En consecuencia, se pretende generar paquetes tecnológicos orientados al manejo del cultivo.

Mediante el análisis del diagrama causa y efecto se establece que no existe información para el manejo y cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), la misma que está condicionada por ser un cultivo nuevo y alternativo en el Departamento de Santa Cruz, lo que implica generar la mayor cantidad de información técnica para las diferentes etapas del cultivo, como ser: La germinación, desarrollo vegetativo, almacenamiento y rendimiento del grano.

#### Formulación del problema

¿Cuál será el sustrato adecuado (arena, papel, humus y suelo agrícola), para determinar la germinación de la semilla de Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)?

#### Hipótesis

La germinación de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) dependen del sustrato en ambiente controlado y en campo.

### METODOLOGÍA

#### DISEÑO EXPERIMENTAL

La evaluación del presente trabajo se realizó bajo el Diseño Experimental Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones.

#### TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1	: Arena.
T2	: Papel.
T3	: Humus
T4	: Suelo Agrícola.

#### ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO

##### En laboratorio

La germinación es el proceso de desarrollo de una semilla hasta convertirse en una planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y haciendo que la semilla se rompa. Para que sea posible la germinación son necesarios los elementos básicos para su desarrollo como la temperatura, agua, oxígeno y sales minerales.

- La preparación y la calidad de la semilla que se sembró fue fundamental para conseguir un buen establecimiento de plantas.
- Es recomendable utilizar semilla fiscalizada para tener un buen porcentaje de germinación.
- Se realizó el llenado de los recipientes con los diferentes sustratos.
- Posteriormente se sembró las semillas en el interior del suelo o el sustrato.
- Se colocó el recipiente en ambiente controlado de 20 grados y 8 horas de luz
- Se mantuvo suelo húmedo, regando todos los días teniendo en cuenta y cuidado de no utilizar demasiada agua.
- Finalmente se realizó el registro de todas las observaciones y la toma de datos de las semillas germinadas y las plántulas comienzan a brotar de las semillas, los cuales fueron a los 2, 4 y 6 días para cada sustrato.

##### A nivel de Campo

##### a. Preparación de Suelos

Subsolado o cincelado a una profundidad de 50 a 75 cm para romper capas compactadas (hard-pan).

- Arado para incorporar restos de cultivos anteriores y abonos orgánicos.
- Nivelación del terreno para darle el gradiente de pendiente adecuado para drenar los excesos de agua durante la estación lluviosa y realizar un buen trazado de surcos.
- Diseño de la plantación: construcción y formación de surcos. La profundidad de los surcos debe ser 25 cm. El fondo del surco debe quedar suelto hasta unos 10 cm.
- Se dejó canales de drenaje, de mayor profundidad que los surcos, a lo largo de los bordes del campo y también dentro del campo, espaciados a intervalos regulares. Los canales de drenaje son especialmente importantes en zonas con altas pluviometría para drenar el exceso de agua durante la estación lluviosa.

#### b. Siembra

La siembra de quinua para la producción en parcelas pequeñas se realizó en forma similar a la producción convencional, sin embargo, tuvo mucha importancia utilizar semilla seleccionada, este material debe ser siempre de una variedad definida, bastante homogéneo y el tamaño del grano grande con diámetro superior a los 2 mm.

Los ecotipos comerciales más utilizados son: Real Sajama, Real Blanca, Pandela, Kello, Utusaya, Rosa Blanca, Thimza, Achachino, Mocko, y Mañiqueña.

La siembra manual se realizó en el método por hileras y la distribución de la semilla se realizó manualmente.

#### c. Labores Culturales

El deshierbe a veces suele ser necesario, pero en general no hay mucha incidencia de malezas si hubo una preparación adecuada de suelos. Por diversos factores favorables el número de plantas por surco puede ser numerosas, para obtener buenos rendimientos es necesario realizar raleos oportunos.

Como una de las labores culturales que se incluyen para la producción de quinua podemos indicar el uso de fertilizantes en el período pos emergencia.

Las labores culturales que se realizaron son:

- Acordonamiento del sector de siembra.
- También se colocó letreros para identificar las repeticiones de la siembra.
- Se llevó un registro de todas las actividades a ejecutar.
- Se realizó un registro desde la siembra hasta la germinación del cultivo.
- Se realizó la toma de muestras del porcentaje de germinación por días.

### RESULTADOS

Identificación de las causas que afectan en el porcentaje de germinación en el cultivo de la quinua

#### a. Material Vegetal

La semilla que se utilizó para el ensayo corresponde a la variedad Real Sajama y sus características morfológicas y agronómicas se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Siembra en sustrato arena

CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS	REAL SAJAMA
Forma de la semilla	Ovalada
Color de la semilla	Amarillo
Germinación	6 Días

Fuente: Elaboración propia

#### b. Análisis de Suelo

La técnica empleada para la recolección fue el muestreo con pala, en la unidad experimental a nivel de campo, consistió en:

- Inicialmente se realizó la identificación de las unidades de suelo.
- Posteriormente se realizó un muestreo en forma de zigzag.
- Se recolectó con la ayuda de una pala, haciendo un hoyo en forma de V y
- sacando una rebanada de aproximadamente 3cm de espesor y hasta una profundidad de 20cm.

- Con la ayuda de un cuchillo se eliminó los laterales y se dejó 3 cm de ancho.
- La muestra se recolectó en un balde.
- Después de recolectar todas las muestras se mezcló por completo para poder obtener una sola muestra homogénea.
- De la muestra homogénea se retiró medio kilo y se colocó dentro de una bolsa plástica. Posteriormente se llenó la tarjeta de identificación. Y se trasladó al CIAT para su análisis.

**Figura 1.** Recolección de muestras de suelo del BPE III

Identificación de la muestra de suelo	
Nombre	
Provincia	
Municipio	
Parcela	
Cultivo	
Georreferenciación	
Dirección de propiedad	
Tipo de análisis	
Fecha de muestreo	



Fuente: Elaboración propia

### c. Interpretación de resultados BPE – III “Cnl. Eduardo Paccieri”

En esta localidad el suelo presenta una textura franco arcilloso arenoso (FYA), con bajo contenido de materia

orgánica y un pH moderadamente ácido 5,9. No presenta problema de sales y la capacidad de intercambio cationes es moderada. El contenido de nitrógeno es bajo mientras que el contenido de fósforo es alto y el tenor de potasio es moderado. El calcio se presenta elevado, el Magnesio presenta moderado mientras que el sodio se encuentra moderado.

### d. Fases de la Germinación

Durante el proceso de germinación se pudo observar, evaluar e identificar cuatro fases dentro de las diferentes actividades que se desarrollaron, los cuales se detallan a continuación:

- Fase de Preparación y siembra: En esta fase se realizó inicialmente en análisis y prueba de germinación de la semilla de quinua, posteriormente se realizó la siembra tanto en campo como en laboratorio.
- Fase de Hidratación: En esta fase se pudo observar la absorción de agua por la semilla, este es el primer paso de la germinación. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla.
- Fase de germinación: En esta fase se presentó el verdadero proceso de la germinación, ya que en ella se produjeron transformaciones metabólicas, de las semillas necesarias para el correcto desarrollo de la plántula.
- Fase de crecimiento: Es la última fase de la germinación se asocia con la emergencia de la radícula. Esta fase se caracterizó porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria.

### e. Factores Internos que Afectaron en la germinación

- Madurez de las semillas

Es muy importante conocer la madurez de la semilla se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo en este caso se utilizó una semilla que estuvo puesto a prueba de germinación antes de realizar los ensayos.

- Viabilidad de las semillas

La viabilidad de las semillas se determinó antes del período de tiempo durante el cual las semillas conservaron su capacidad para germinar. Este período puede ser variable dependiendo el tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

- Estado del desarrollo del embrión

Este es el factor más importante, un embrión poco desarrollado o mal desarrollado por más que se haga o intente no germinará, este debe alcanzar su madurez dentro de la semilla y además debe cumplir un periodo de reposo o latencia.

#### f. Factores externos que afectaron en la Germinación

- Temperatura

En este proceso se pudo observar que la germinación solo ocurre dentro de unos rangos de temperatura, aunque estos valores pueden variar según la especie a este fenómeno se denomina “termolatenencia” los rangos de temperatura controlados en Laboratorio fueron de aproximado de 20° C, con 8 horas de luz.

- Luz

Las semillas en su germinación se comportaron de manera diferente a la luz, a la semilla de quinua se les denomina fotoblásticas positivas y la gran mayoría son fotoblásticas negativas, el pigmento fotoreceptor de las semillas se denomina fitocromo.

- Humedad

Para los ensayos de germinación en laboratorio fueron necesarios algunos requisitos mínimos y uno muy importante fue la presencia de agua. Este induce la activación de las tres etapas de germinación: la absorción de agua (imbibición), reactivación enzimática (activación metabólica) y división y elongación celular.

#### g. Siembra y Germinación en sustrato Arena

Este es uno de los sustratos que más se utiliza por su facilidad de uso, granulometría y porque nos da un

buen drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato.

**Figura 2.** Siembra en sustrato arena



Fuente: Elaboración propia

#### h. Siembra y Germinación en sustrato Papel

Es uno de los métodos más utilizados a la hora de germinar semillas es el papel húmedo y todas sus variantes. En este método, dejamos las semillas en un trozo de papel absorbente o de algodón húmedo. Gracias a la capacidad de absorción de la humedad del papel, es muy fácil que la semilla reciba un suministro de humedad constante.

Figura 3. Siembra en sustrato papel



Fuente: Elaboración propia

#### i. Siembra y Germinación en sustrato Humus

Este sustrato es uno de los mejores hasta el día de hoy, su aporte en nutrientes disponibles es excepcional, además de mejorar la estructura del sustrato y su composición química.

Figura 4. Siembra en sustrato arena



Fuente: Elaboración propia

#### j. Siembra y Germinación en suelo Agrícola

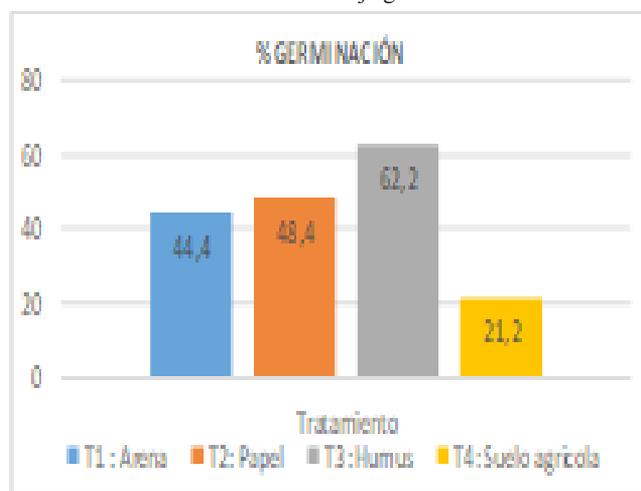
El suelo agrícola es aquel que tiene todas las condiciones y características adecuadas para el desarrollo de la actividad agrícola, es decir el suelo es propicio para el desarrollo de la vida.

La siembra se realizó de forma manual y a chorro continuo el 21-JUN-17, durante la campaña de invierno y la distribución se la realizo con una densidad de siembra 50 cm. De surco a surco y 20 semillas por metro lineal de manera que tengan el espacio suficiente para que no queden afectadas por la competencia de nutrientes y la luz.

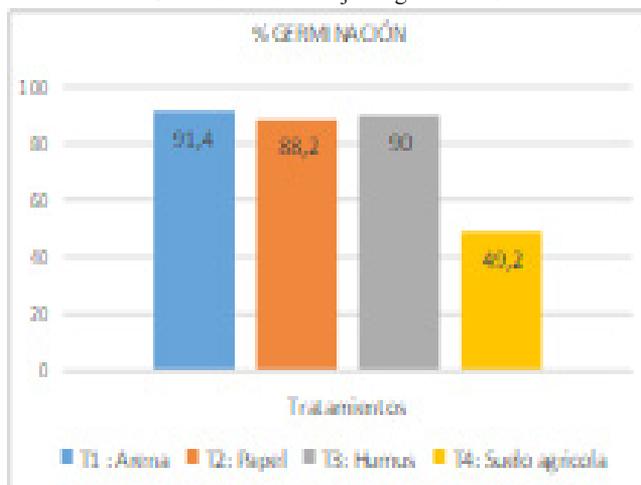
Figura 5. Siembra en sustrato humus



Fuente: Elaboración propia

**k. Porcentaje De germinación día 2****Cuadro 2.** Porcentaje germinación

Fuente: Elaboración propia

**l. Porcentaje De germinación día 4****Cuadro 3.** Porcentaje de germinación

Fuente: Elaboración propia

Los Datos tomados al cuarto día después de la siembra muestran algunas diferencias que muestran la germinación en los diferentes sustratos. El análisis de varianza se concluye a un 99% de Confiabilidad que no existe un rechazo a la hipótesis nula lo cual implica que los tratamientos no ejercieron diferencias significativas entre sí.

**m. Porcentaje De germinación día 6****Cuadro 4.** Porcentaje de germinación

Fuente: Elaboración propia

Los Datos tomados al sexto y último día muestran notablemente la diferencia de germinación entre los diferentes sustratos.

De acuerdo al análisis de varianza se concluye a un 99% de Confiabilidad que no existe un rechazo a la hipótesis nula lo cual implica que los tratamientos 1 y 2 no ejercieron diferencias significativas entre sí.

Se concluye. Que el bloque fue efectivo, en este sentido al menos uno de los tratamientos ejerció un efecto distinto a la variable respuesta.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Conforme al estudio realizado en los diferentes sustratos (Arena, Papel, humus), la semilla de quinua no presentó estas causas fisiológicas debido a que su germinación estaba superior al 90%, por lo tanto, a nivel de laboratorio cuando las condiciones son uniformes de temperatura humedad y luz, también la germinación fue uniforme y superior a lo esperado. Asimismo, en el sustrato suelo agrícola la germinación estuvo a 90%, por lo tanto, las causas que podrían afectar la calidad fisiológica de la semilla no estuvieron presentes para que se expresen de manera significativa en la mala germinación o la mala calidad fisiológica de la semilla.

El mejor sustrato encontrado para determinar la germinación en la semilla de quinua fue el sustrato papel, aparte de tener la facilidad de manipuleo, es el tratamiento que mejor expresó su potencial y la determinación en el porcentaje de germinación

Al igual que la soya, maíz y trigo el estudio debería estar como mínimo al 80 %, de germinación de acuerdo a normas de Bolivia mediante el INIAF. Pero en el caso de la semilla de quinua, de acuerdo al estudio realizado el porcentaje de germinación fue superior, lo cual indica que es viable para una siembra comercial

De acuerdo al análisis económico realizado, se puede concluir que las pruebas de germinación son ideales en laboratorio por la facilidad en la manipulación de diferentes sustratos, el costo de los materiales y la rapidez en el desplazamiento al lugar de los ensayos.

### RECOMENDACIONES

Continuar realizando diferentes ensayos a nivel de campo en diferentes localidades y regiones de departamento de Santa Cruz, teniendo en cuenta las condiciones de clima, humedad y suelo y así poder determinar el las causas fisiológicas y el comportamiento de la semilla de quinua.

Realizar las pruebas de germinación para futuras evaluaciones con otras variedades de quinua, en laboratorio y específicamente en el sustrato papel por sus características de temperatura, retención de humedad captación de la luz y manipulación ideal que tiene el sustrato papel.

Realizar la siembra de la semilla de quinua a nivel de campo en la variedad Real Sajama por el alto porcentaje de geminación reflejada y a la vez someterse a un estudio por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF.

### CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara que no tiene conflictos de interés con la presente investigación.

### AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Militar de Ingeniería. EMI.

Al Laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Acebedo, Y. (2012). La germinación. Las ciencias naturales, 2.
- [2] Álvarez, C. (1993). MEJORAMIENTO GENÉTICO, GERMOPLASMA Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA. Lima: Tesis Maestría UNAL.
- [3] Bonifacio, F. (2012). BOTÁNICA DE LA QUINUA. COCHABAMBA BOLIVIA.
- [4] Calla, I. J. (2012). Manejo Agronómico del cultivo de la Quinua. Ayacucho: Extensión y Proyección Social UNALM.
- [5] Campos, D. L. (2015). Fitomejoramiento para el cultivo de quinua. En N. Rojas, Quinua Nuclear del Perú (págs. 4-5). Puno Perú: Kubelka.
- [6] Cárdenas. (1944). Descripción preliminar de las variedades de Chenopodium quinoa de Bolivia. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba (Bol.) Vol. 2, No. 2, 13-26.
- [7] Chávez, L. (1992). Rendimiento de 15 líneas Promisorias de quinua Amarilla. Cusco: Tesis Ing. Agr. UNSAAC.
- [8] Crespo, C. (2013). SUSTRATOS EN LA HORTICULTURA. Bio-ciencias, 17-26.
- [9] Cuadra, C. d. (2002). Germinación Latencia y Dormición de las semillas. HOJAS DIVULGADORAS, 2-23.
- [10] D, B. (2013). Desarrollo Territorial de la quinua. CIRAD.
- [11] D., b. (2013). DESARROLLO TERRITORIAL.
- [12] Díaz, L. A. (2004). AGRICULTURA GENERAL. Paraguay: DEA 2004.
- [13] DISESA. (1977). Germinación. Enciclopedia tareas, 1.

- [14] ECONOMÍA AGROPECUARIA. (2014). En E. d. inversiones, Enciclopedia de las inversiones (pág. 7). Argentina.
- [15] Espinoza, A. (2003). TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HÍBRIDOS Y VARIEDADES SOBRESALIENTES DE MAÍZ DE CALIDAD. AGRONOMÍA MESOAMERICANA, 224-227.
- [16] FAO. (2011). La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria. La Paz, Bolivia: FAO.
- [17] FAO. (2011). La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Roma: Alan Bojanic Representante FAO América Latina.
- [18] Gallardo, C. (2010). Sustratos para plantas, tipos y principales características. Entre Ríos Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.
- [19] Gandarillas, A. (2013). La Quinua en Bolivia. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 410-416.
- [20] GUIA ISTA. (1992). Guía para evaluación de plántulas. En ISTA., EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN EN PLÁNTULAS (págs. 35-40). ISTA.
- [21] H.T, H. (1997). Producción de semillas. Buenos Aires: Pretince, hall ins.
- [22] Hanco, J. M. (2003). Cultivo de la Quinua en Puno-Perú. Puno: Universidad Ciencias Agrarias Puno-Perú

**Moisés Alejandro Flores Cruz.**

Ingeniero Agrónomo.

Docente Ingeniería Agronómica  
- Unidad Académica Santa Cruz -  
Escuela Militar de Ingeniería