



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LAS TRES ESPECIES DE GRANOS ANDINOS
(chocho, quinua y amaranto), CON EL POLÍMERO NEWGEL,
HIDRATADO Y SIN HIDRATAR, EN PILONERA SALACHE.
LATACUNGA. COTOPAXI 2017”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:

Tomalo Guanoluisa Luis Rolando

Tutora:

Ing. Guadalupe López Castillo Mg.

Latacunga – Ecuador

Julio – 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo Tomalo Guanoluisa Luis Rolando declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017”, siendo la Ing. Guadalupe López Castillo Mg. tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Tomalo Guanoluisa Luis Rolando
C.I. 0503384836

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Tomalo Guanoluisa Luis Rolando, identificada/o con C.C. N° 0503384836 de estado civil soltero y con domicilio en el barrio Chantillín, Parroquia Chantillín, Cantón Saquisilí, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - Octubre 2009 – Agosto 2016.

Aprobación HCA. - 29 de Junio 2016

Tutora: Ing. Guadalupe López Castillo Mg.

Tema: “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga...., a los.... días del mes de.... del 2016.

Tomalo Guanoluisa Luis Rolando
EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera. Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017”, de Tomalo Guanoluisa Luis Rolando, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio 2017

La Directora

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el o los postulantes: Tomalo Guanoluisa Luis Rolando, con el título de Proyecto de Investigación “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera. Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. Francisco Chancusig Mg.
CC: 0501883920

Lector 2 (Opositor)
Nombre: Ing. David Carrera Mg.
CC: 0502663180

Lector 3 (Secretario)
Ing. Fabián Troya Mg.
CC: 0501645568

AGRADECIMIENTO

En primer lugar un agradecimiento profundo a Dios quien me ha fortalecido moral y espiritualmente por el camino del bien y a continuar luchando hasta lograr mis metas.

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por permitirme formarme como un profesional.

Mi gratitud a la Ingeniera Guadalupe López tutora, quien me brindó su apoyo en la planificación, desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres y esposa, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

TOMALO GUANOLUISA LUIS ROLANDO

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado:

A mi madre, María Flor Guanoluisa por ser la persona quien ha velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional.

A mi padre, Ángel María Tomalo por haber confiado en mí, frente a toda adversidad, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis hermanos, Miguel, Paulina, Anita, Juan, Patricio, Wilma, Verónica y Rosita, por ser mis fieles compañeros y amigos, porque al compartir dificultades y alegrías me enseñaron que en la vida hay grandezas pero la mayor de ellas está en el corazón.

A mi amada esposa Mercedes Lema por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles de mi vida y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

A mis pequeñas saltamontes Emily y Génesis por ser los motores e inspiración principales de mi vida.

TOMALO GUANOLUISA LUIS ROLANDO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera. Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017”

Autor: Tomalo Guanoluisa Luis Rolando

RESUMEN

Este proyecto se realizó en el Barrio Salache bajo, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi ubicado a una altura de 2725 msnm, Latitud de 00°59'47,68" S y Longitud de 78°37'19,16" E.

La investigación se basó en la “Evaluación de las tres especies de granos andino (chocho, quinua y amaranto), con el polímero new gel, hidratado y sin hidratar, en pilonera. Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017”, los métodos de investigación fueron los polímeros hidratado y sin hidratar aplicadas a tres especies de granos andinos (chocho, quinua, amaranto), el número de parcelas fue de 27, las mismas que se repartieron en 9 tratamientos con 3 repeticiones. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar. La eficiencia de los tratamientos se midió con base al índice de germinación en pilonera y la adaptabilidad en campo durante un mes. El polímero hidratado fue el método más eficiente para la altura de la planta a los 32 días, obteniendo mayores resultados en la pilonera debido a su capacidad de retención de agua. El polímero sin hidratar resulto el segundo método con índices de germinación en pilonera y adaptabilidad en campo durante un mes. Mediante los resultados obtenidos se revela que los polímeros hidratados y sin hidratar cumplen funciones muy amigables e importante en la agricultura. El porcentaje de germinación en las tres especies de granos andinos presentó un porcentaje mayor al 90% en el manejo de la pilonera, sabiendo que cada bandeja de germinación tenía el polímero tanto hidratado como sin hidratar. En la altura de la planta tampoco hubo influencia del polímero, debido a que cada una de las especies de granos andinos presentó promedios acordes a cada etapa fenológica en la que se encontraban tanto a los 8 días como a los 32 días. Para la variable aparición de las hojas verdaderas, se concluye que el promedio de días para cada especie de grano andino fue de 14 días para quinua, 12 para amaranto y 10 días para chocho. El diámetro de tallo a los 8 días y a los 32 días presentó al chocho como la especie con mayor promedio con 2,1 y 3,03 respectivamente. En longitud de raíz se pudo observar que el chocho obtuvo los mejores promedios a los 8 días y 32 días que las otras especies de granos andinos con 6,52 y 10,74 cm, respectivamente. No existieron diferencias significativas para ninguna especie de grano andino en el prendimiento en campo luego del trasplante, indicando que no existió mortalidad de plántulas. Para la altura de las plantas luego del trasplante se observó que el chocho presentó el mejor promedio con 27,9 cm a los 32 días, mientras que la quinua y el amaranto obtuvieron promedios cercanos con 17,2 y 16,29 cm respectivamente. Para el diámetro de tallos luego del trasplante se observa que el mejor promedio fue para el amaranto con 6,8 mm y el polímero hidratado con 6,67 mm.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa*, *Amaranthus caudatus*, *Lupinus mutabilis*, polímero

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES DEPARTMENT

TOPIC: "EVALUATION OF THE THREE SPECIES OF ANDEAN GRAINS (CHOCHO, QUINOA AND AMARANTA), WITH NEWGEL POLYMER, HYDRATED AND NO HYDRATED, IN PILONERA. SALACHE. LATACUNGA. COTOPAXI 2017"

Author: Tomalo Guanoluisa Luis Rolando

ABSTRACT

This project was done in Salache neighbor, Eloy Alfaro Parish, Latacunga Canton, Cotopaxi Province located at a height of 2725 meters, Latitude $00^{\circ} 59' 47.68''$ S and Longitude $78^{\circ} 37' 19.16''$ E. The research methods were hydrated and no hydrated polymers applied to three species of Andean grains (chocho, quinoa, amaranth), the number of plots was 27, which were distributed in 9 treatments with 3 replicates. A completely random block design was applied. The efficiency of the treatments was measured based on the index of germination in pilonera and the adaptability in the field during one month. The hydrated polymer was the most efficient method for the height of the plant at 32 days, obtaining greater results in the pilonera due to its capacity of retention of water. The non-hydrated polymer resulted in the second method with germination indexes in pilonera and field adaptability during one month. By means of the obtained results it is revealed that the hydrated and no hydrated polymers fulfill very receptive functions and important in agriculture. The percentage of germination in the three species of Andean grains presented a percentage greater than 90% in the handling of the pilonera, knowing that each germination dish had two polymers. At the height of the plant there was also no influence of the polymer, because each of the species of Andean grains presented averages according to each phenological stage in which they were between 8 and 32 days. For the variable appearance of true leaves, it is concluded the average days for each species of Andean grain was 14 days for quinoa, 12 for amaranth and 10 days for chocho. The stalk diameter at 8 days and at 32 days presented for chocho, as the species with the highest average with 2.1 and 3.03 respectively. At root length in chocho was obtained the best averages at 8 days and 32 days of the other species of Andean grains with 6.52 and 10.74 cm, respectively. There were no significant differences for any species of Andean grain in the field after transplant, indicating that there was no mortality of seedlings. For the height of the plants after the transplant, it was observed that the chocho presented the best average with 27.9 cm at 32 days, while the quinoa and amaranta obtained close averages with 17.2 and 16.29 cm respectively. For the stem diameter after the transplant, it is observed that the best average was for amaranth with 6.8 mm and the polymer hydrated with 6.67 mm.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, *Amaranthus caudatus*, *Lupinus mutabilis*, polímero

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	V
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE.....	XI
INDICE DE GRÁFICOS	XIII
INDICE TABLAS.....	XIV
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	5
6. OBJETIVOS:.....	7
6.1 GENERAL.....	7
6.2 ESPECÍFICOS	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	9
8.1 ESPECIES DE GRANOS ANDINOS	9
8.1.1. <i>Chocho</i>	9
8.1.2. <i>Amaranto</i>	10
8.1.3. <i>Quinoa</i>	12
8.2 POLÍMEROS ABSORBENTES.....	14
8.2.1. <i>Polímeros superabsorbentes (SAP)</i>	14
8.2.2. <i>Ventajas y desventajas</i>	14
8.2.3. <i>Polímero NEWGEL</i>	15
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	16
9.1. HIPÓTESIS NULA.....	16
9.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA	16

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:	17
10.1. MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN	17
10.1.1. <i>De Campo</i>	17
10.1.2. <i>Bibliográfica Documental</i>	17
10.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	17
10.2.1. <i>Experimental</i>	17
10.2.2. <i>Cuantitativa</i>	17
10.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	17
10.4. FACTORES EN ESTUDIO	18
10.5. TRATAMIENTOS	18
10.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	19
10.7. DISEÑO DEL ENSAYO EN CAMPO	20
10.8. UBICACIÓN DE LAS PLANTAS POR PARCELA / TRATAMIENTO	20
10.9. MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO	21
10.10. INDICADORES EN ESTUDIO	23
10.10.1. <i>Fase Pilonera</i>	23
10.10.2. <i>Fase Campo</i>	23
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	24
11.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	24
11.2. ALTURA DE PLANTA	25
11.3. DÍAS A LA APARICIÓN DE HOJAS VERDADERAS	28
11.4. DIÁMETRO DE TALLO	29
11.5. LONGITUD DE RAÍZ	31
11.6. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO EN CAMPO	33
11.7. ALTURA DE PLANTA A LOS 32 DÍAS DEL TRASPLANTE	34
11.8. DIÁMETRO DE TALLO A LOS 32 DÍAS DEL TRASPLANTE	35
12. PRESUPUESTO	38
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
13.1. CONCLUSIONES	39
13.2. RECOMENDACIONES	40
14. BIBLIOGRAFÍA	41
15. ANEXOS	43

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de germinación para granos andinos	25
Gráfico 2. Altura de plantas a los 8 y 32 días.....	27
Gráfico 3. Días a la aparición de hojas verdaderas.....	29
Gráfico 4. Diámetro de tallo a los 8 y 32 días	31
Gráfico 5. Longitud de la raíz en 8 y 32 días	33
Gráfico 6. Altura de planta a los 32 días del trasplante.....	35
Gráfico 7. Diámetro de tallos a los 32 días del trasplante para el factor granos andinos.....	36
Gráfico 8. Diámetro de tallo a los 32 días del trasplante para el factor polímero	37

INDICE TABLAS

Tabla 1 Esquema del ADEVA	18
Tabla 2. Tratamientos en estudio.....	18
Tabla 3. Unidad experimental	19
Tabla 4. ADEVA para la variable porcentaje de germinación de granos andinos	24
Tabla 5. Promedios del porcentaje de germinación de granos andinos.....	24
Tabla 6. ADEVA para la variable altura de planta.....	25
Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable Altura de Planta a los 8 días	26
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable Altura de Planta a los 32 días	26
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable Altura de Planta a los 32 días	27
Tabla 10. ADEVA para la variable Días a la aparición de hojas verdaderas	28
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable días a la aparición de hojas verdaderas.....	28
Tabla 12. ADEVA para la variable diámetro de tallo	29
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable diámetro de tallo a los 8 días	30
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable diámetro de tallo a los 32 días	30
Tabla 15. ADEVA para la variable longitud de la raíz.	31
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable longitud de la raíz a los 8 días.	32
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable longitud de la raíz a los 32 días.	32
Tabla 18. ADEVA para la variable porcentaje de prendimiento en campo	33
Tabla 19. ADEVA para la variable altura de planta a los 32 días después del trasplante.....	34
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable altura de planta a los 32 días del trasplante.....	34
Tabla 21. ADEVA para la variable diámetro de tallo a los 32 días del trasplante	35
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable diámetro de tallo a los 32 días del trasplante.....	36
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el Factor B en la variable diámetro de tallo a los 32 días del trasplante.....	37

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera. Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017.

Fecha de inicio:

Junio 2016

Fecha de finalización:

Julio 2017

Lugar de ejecución:

Barrio Salache Bajo, parroquia Eloy Alfaro – Cantón Latacunga – Provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto de investigación de la carrera de Ingeniería Agronómica vinculado al Proyecto de investigación de Granos Andinos.

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto: Tomalo Guanoluisa Luis Rolando

Tutora: Ing. Guadalupe López Mg.

Lector 1: Ing. Francisco Chancusig Mg.

Lector 2: Ing. David Carrera Mg.

Lector 3: Ing. Fabián Troya Mg.

Coordinador del Proyecto

Nombre: Tomalo Guanoluisa Luis Rolando

Teléfonos: 0983178302

Correo electrónico: luis.tomalo6@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura- Agricultura, silvicultura y pesca- Agronomía

Línea de investigación:

Línea 2: Desarrollo y seguridad alimentaria

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea será la investigación sobre productos, factores y procesos que faciliten el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

a.- Producción agrícola

2. RESUMEN DEL PROYECTO

La investigación se basó en la “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero new gel, hidratado y sin hidratar, en pilonera Salache. Latacunga. Cotopaxi 2016” con los siguientes métodos: polímeros hidratado y sin hidratar; aplicadas a tres especies de granos andinos (chocho, quinua, amaranto) el número de parcelas fue de 27 las mismas que se repartieron en 9 tratamientos con 3 repeticiones. Se aplicó para este el diseño de bloques completamente al azar. La eficiencia de los tratamientos se midió con base al índice de germinación en pilonera y la adaptabilidad en campo durante un mes.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La escasez de agua es un problema a nivel mundial. En los últimos años se ha vuelto un tema de contingencia en nuestro país, a ser una necesidad que busquemos resolver con urgencia.

En Ecuador, los granos andinos forman parte de los sistemas de producción, principalmente en la región Sierra, ya que son cultivados en: asociación, intercalados, en monocultivos o en rotación con otros cultivos.

El desarrollo agrícola moderno concede mucha importancia al estudio del clima y el tiempo en relación con los procesos de la producción agrícola. Se tienen en cuenta y se valora, siempre que sea posible, la influencia de las condiciones meteorológicas y humedad del suelo en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, labores, empleo de máquinas agrícolas, (Elías y Gómez-Arnau, 2001).

En el país no se han desarrollado la evaluación de tres especies de Granos Andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar en pilonera por lo cual se desconoce su efectividad en la germinación de plántulas, por esta razón se pretende evaluar diferentes métodos y poder determinar el mejor tratamiento para la germinación de la semilla de los granos andinos y poder ser utilizado en pilonera. Con esta investigación se amplió la información sobre la influencia que ejerce el polímero hidratado y sin hidratar en la etapa de germinación de granos andinos y propuso una alternativa sustentable en las localidades donde el agua de riego es nula o casi nula

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El conocimiento de las nuevas tecnologías en la agricultura es una herramienta que pueden aprovechar los agricultores, la comunidad para alcanzar la producción deseada, mejorando su actividad económica siendo los beneficiarios directos.

Por otro lado, la Universidad Técnica de Cotopaxi, y los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica a través del proyecto de Granos Andinos se verán beneficiados, con la práctica y realización de trabajos similares para ser aprovechados desde el punto de vista académico y/o investigativo.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

De toda el agua que existe en el mundo, tan solo el 3% es dulce y de esta, la agricultura consume cerca del 70%, lo cual sumado a la influencia del cambio climático, que, en ciertas áreas, modifica el régimen de lluvias, ya sea aumentándolo o disminuyéndolo, y a la gran presión que ejerce nuestra creciente población mundial, hace que sea necesario buscar métodos para disminuir el consumo de agua de la agricultura, pero siempre manteniendo o aumentando la producción por área de cultivo y además permitiendo obtener productos que logren satisfacer la demanda en cuanto a calidad que el consumidor le ha impuesto al mercado. (Sánchez, 2013)

El desigual acceso al agua por desigual distribución de la riqueza en el mundo, también tiene un impacto fuerte en la calidad de vida de la humanidad. En 2009, según la FAO, UNICEF y el Programa Conjunto de Monitoreo del Agua y Saneamiento, no tienen acceso al agua 894 millones de personas en el mundo y 2.5 mil millones no cuentan con saneamiento. 1.5 millones de niños mueren cada año por malas condiciones de drenaje y saneamiento. Esta problemática afecta sobre todo a las poblaciones más pobres del planeta. (Ministerio de Agricultura, 2011)

En cuanto al riego, es el uso que a nivel mundial bordea el 80% en cuanto a los demás usos, contribuyendo al 40% de la producción total de alimentos, incluso cuando solo el 17% de las tierras cultivadas tienen acceso a este recurso. (Ministerio de Agricultura, 2011)

La disponibilidad de agua en Ecuador puede variar de 4320.000 hm³ en la estación lluviosa hasta sólo 146.000 hm³ en la estación seca. El promedio anual de la precipitación es 2.274 mm, pero la distribución espacial y temporal es muy diversa, y más ahora, que ya hay evidencias de los efectos del cambio climático. (Ministerio de Agricultura, 2011)

El stress por sequía afecta todos los años a muchos productores del mundo entero. Cerca de la mitad de los países del mundo sufren de sequía, y los países en desarrollo son los más gravemente afectados. Al menos el 50% del área total sembrada de granos básicos sufrió daños por causa de la sequía; y en las regiones más afectadas la pérdida de las cosechas fue total. Los efectos de la sequía, que retrasa las siembras, reducen las superficies sembradas y frenan el desarrollo de los cultivos (FAO, El Niño provoca cuantiosas pérdidas en las cosechas de América Central, 2016)

En el Ecuador la sequía, es una de las limitaciones más importantes de la producción de quinua en los Andes, que está asociado a zonas que reciben insuficiente precipitación pluvial inadecuada y errática distribución. Esto causa efectos drásticos en las plantas, trayendo como consecuencia escases de alimentos y migración de personas (Mujica, Granos y leguminosas andinas, 1992).

Según el SICA (2002) y datos del III Censo Agropecuario Nacional, en el país se siembran dos granos andinos de importancia como son el chocho y la quinua. Con chocho se siembran 5974 ha y se cosechan 3921 ha, con una pérdida de 2053 ha (34%); probablemente debido a problemas bióticos (enfermedades y plagas) y abióticos (sequía, exceso de lluvias, etc.).

Con quinua se reportan 867 ha sembradas y una superficie cosechada de 594 ha, con una pérdida de 245 ha, debido posiblemente a las mismas causas.

En 2013, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) informó que se consideraba que cerca de 128 millones de hectáreas en el país están siendo afectadas por sequías, donde la región noroeste es la más afectada. Además, el cambio climático ha afectado duramente al norte de México y se espera que las próximas décadas se volverá más caluroso.

El apareamiento de nuevas tecnologías para la agricultura han beneficiado a muchos agricultores a nivel mundial, los productos que se usan para aprovechar el máximo nivel de humedad en el suelo han proporcionado una solución en los campos con sequía excesiva, y en el caso del Ecuador, los polímeros que aumentan la capacidad de retención de agua en los suelos y almácigos se han utilizado con mayor frecuencia.

El cambio climático es uno de los problemas que enfrenta la agricultura actual y la escasez de agua se ha venido manifestando en países latinoamericanos, en el punto que para poder cumplir con las expectativas de producción y a la vez ahorrar agua se emplean estos polímeros, conociendo que en un promedio de 1 kg puede absorber hasta 250 litros de agua y empleando nuevas tecnologías los han hecho amigables con el medio ambiente, de esta manera se podría incluso hablar de una agricultura sustentable.

6. OBJETIVOS:

6.1 General

- Evaluar tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera. Salache. Latacunga.

6.2 Específicos

- Identificar cuál de los métodos de utilización de NEWGEL responde adecuadamente al proceso de germinación en las tres especies de granos andinos.
- Determinar cuál especie de granos andino responden mejor frente al proceso del polímero hidratado y sin hidratar en pilonera.
- Analizar la respuesta del polímero aplicado en campo.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Identificar cuál de los métodos de utilización de NEW GEL responde adecuadamente al proceso de germinación en las tres especies de granos andinos.	Se preparó las bandejas Se aplicó el NEWGEL en el sustrato Se sembró las semillas Se tomó datos	Las bandejas fueron desinfectadas Se aplicó el gel hidratado y sin hidratar Se usó semillas de granos andinos Se tomó datos en el libro de campo	Se fotografió el proceso de desinfección de bandejas Se tomó fotografías de la mezcla del sustrato con el polímero Se tomó fotografías de la siembra de las especies de granos andinos Se registró en el libro de campo con el registro de cada una de las actividades
Determinar cuál especie de grano andino responde mejor frente al proceso del polímero hidratado y sin hidratar en pilonera.	Se registro los datos de germinación de las semillas Se cálculo el porcentaje de germinación Se aplicó un análisis estadístico para tabulación de los datos	Se registró los datos de germinación de semillas de granos andinos Se obtuvo los porcentajes de germinación de cada uno de los tratamientos Se generó ADEVAS para cada una de las variables	Se obtuvieron fotografías y se registró en el libro de campo el proceso de germinación de las semillas de granos andinos. Se anotó en el libro de campo los cálculos matemáticos del porcentaje de germinación. Se realizaron cuadros estadísticos con los análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas.
Analizar la respuesta del polímero aplicado en campo	Se registro los datos del crecimiento y desarrollo de cada especie de grano andino Se realizaron comparaciones estadísticas entre tratamientos	Se registraron datos de las variables para su análisis estadístico se efectuaron las pruebas de hipótesis para contrastar las mismas.	Se realizaron cuadros estadísticos con los análisis de varianza para cada una de las variables a evaluar. Se observó la adaptación que tiene las especies de granos andinos en campo.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Especies de Granos Andinos

8.1.1. Chocho

El chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es originario de la zona andina de Sudamérica. Es la única especie americana del género *Lupinus* domesticada y cultivada como una leguminosa (Suquilanda, s.f.)

8.1.1.1. Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del chocho

Reino:	Plantae
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Fabales</i>
Familia:	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia:	<i>Faboideae</i>
Tribu:	<i>Genisteae</i>
Género:	<i>Lupinus</i>
Subgénero:	<i>Platycarpos</i>
Especie:	<i>L. mutabilis</i> SWEET

Fuente: (Caicedo & Peralta, 2001)

Debido a su alto contenido de proteínas y grasa, el chocho es conocido como la soya andina. En relación con otras leguminosas, el chocho contiene mayor porcentaje de proteínas y es particularmente rico en lisina. (Jacobsen & Sherwood, 2002)

8.1.1.2. Descripción Botánica

Como leguminosa, el chocho tiene una raíz pivotante vigorosa y profunda con presencia de nódulos bacterianos (*Rhizobium* sp.) que puede extenderse hasta 3 m de profundidad. (Basantes E. , 2015)

El tallo es cilíndrico pudiendo llegar a 1,50 m de altura, sus hojas palmilobuladas de color verde, su inflorescencia en papillón de color blanco morado, las semillas de color blanco presentes en vainas. (Basantes E. , 2015)

La vaina de forma elíptica a oblonga. El tamaño varía de acuerdo a la variedad (número de semillas) entre 5 a 10 cm de longitud y de 1 a 2 cm de ancho a la madurez de cosecha, con extremos agudos. (Peralta, Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de Granos Andinos Chocho, Quinua, Amranto., 2010)

8.1.1.3. *Requerimientos Agroecológicos*

Por lo general sus zonas de cultivo de preferencia en la Sierra ecuatoriana, a una altitud a partir de los 2800 a 3500 msnm, con una precipitación de 300 mm y una temperatura promedio de 7 a 14°C. Prefiere el suelo franco arenoso o arenoso, con buen drenaje y un pH que oscile de 5.5 a 7.0. (Peralta, y otros, 2012)

8.1.1.4. *Manejo de Cultivo*

Según Basantes (2015), manifiesta que para su siembra se debe preparar el suelo (arada y rastrada), distancia entre surcos de 70 a 90 cm y entre plantas de 50 cm, se colocan de 3 a 4 semillas por golpe (50 – 80 kg ha^{-1}), la semilla se desinfecta con Vitavax y Benlate.

Se deshierba y aporca al inicio de la floración, es decir cuando tenga de 40 a 60 cm de altura. Los riegos por lo general se los realiza con aguas lluvia y muy poco con riego. (Suquilanda, s.f.)

8.1.2. **Amaranto**

El amaranto (*Amaranthus* sp.) ha constituido un alimento importante en el continente Americano, y actualmente ha logrado captar un creciente interés debido a su potencial como alimento y su calidad nutritiva (Jacobsen & Sherwood, 2002).

El amaranto se distribuye ampliamente en América, donde presenta gran variabilidad genética, que se aprecia en la diversidad de características de la planta, tipo de inflorescencia, color de la semilla, precocidad, contenido proteico de semilla y resistencia a plagas y enfermedades (Jacobsen & Sherwood, 2002)

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del Amaranto

Reino:	Plantae
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Caryophyllales</i>
Familia:	<i>Amaranthaceae</i>
Subfamilia:	<i>Amaranthoideae</i>
Género:	<i>Amaranthus</i>
Especie:	<i>A. caudatus</i> L.

Fuente: <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/861/1/029.pdf> (Constante & Solís, 2011)

El valor nutritivo de amaranto es parecido al de la quinua, con un alto contenido de aminoácidos esenciales. Mas no tiene la misma resistencia al frío, por lo que se lo encuentra sembrado en los valles interandinos. (Jacobsen & Sherwood, 2002)

8.1.2.1. Descripción Botánica

El ataco o sangorache es una planta anual de tipo arbustivo, erecto, herbáceo y poco ramificada de color verde al inicio del crecimiento y de color púrpura o morado a la madurez (Peralta, Villacrés, Mazón, Rivera, & Subía, 2008)

Según Peralta et. al. (2008), aclara que la raíz es pivotante con abundantes raíces secundarias y terciarias, pudiendo llegar a medir hasta 40 cm de profundidad; el tallo es cilíndrico de color morado o púrpura con 4 cm de diámetro y hasta 2 m de longitud. Las hojas son simples, alternar u opuestas, pecioladas y bordes ondulados, con un tamaño que oscila entre 3 y 15 cm de longitud. La inflorescencia puede ser terminal o axilar de tipo glomerular, erectas o decumbentes, de color mirado o púrpura intenso, pudiendo medir 50 cm. Las flores son unisexuales, pequeñas, estaminadas o pistiladas. El fruto es una cápsula (pixidio unilocular), la semilla es muy pequeña, lisa, brillante de color negro o púrpura, el número de semillas por gramo es de 1800.

8.1.2.2. Requerimientos Agroecológicos

Por lo general sus zonas de cultivo de preferencia en los valles de la Sierra ecuatoriana, a una altitud a partir de los 2000 a 2800 msnm, con una precipitación de 300 a 600 mm y una temperatura promedio de 15°C. Prefiere el suelo franco con buen drenaje y contenido de materia orgánica y un pH que oscile de 6.0 a 7.5. (Peralta, y otros, 2012)

8.1.2.3. Manejo de Cultivo

Los suelos aptos para quinua lo son también para el amaranto. Para preparar el suelo es necesario pasar el arado, luego la rastra y por último nivelamos el terreno debido al tamaño de la semilla. Los surcos para la siembra se deben distanciar entre 60 y 80 cm entre sí, generalmente se usa de 4 a 6 kg ha⁻¹ obteniendo así alrededor de 100000 a 150000 plantas por ha. La siembra puede realizarse bajo el sistema de monocultivo o en cultivos asociados (Suquilanda, s.f.)

La deshierba se realiza dos veces en el ciclo de cultivo, la primera a los 40 – 45 días después de la siembra y la segunda a los 60 – 70 días. El aporque se realiza cuando la planta tiene alrededor de 40 – 50 cm o a los 80 – 100 días después de la siembra. (Suquilanda, s.f.)

8.1.3. Quinua

Por alrededor de 7000 años la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) ha sido cultivada en la región andina, donde ha sido apreciada por su valor nutritivo y durabilidad frente a condiciones ambientales difíciles, en el Ecuador su cultivo ha sido considerado secundario, no solamente por la escasa superficie cultivada sino también por su bajo consumo. (Jacobsen & Sherwood, 2002)

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la quinua

Reino:	Plantae
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Subdivisión:	<i>Angiospermae</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Centropermales</i>
Familia:	<i>Chenopodiaceae</i>
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>Ch. quinoa</i> Willd

Fuente: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2560/1/T-UCE-0004-78.pdf>

8.1.3.1. Descripción Botánica

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 2 a 3 m. las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos. El tallo principal puede ser ramificado o no; dependiendo del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y las hojas. (Mina, 2014)

Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. Contienen además gránulos en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla- Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea a la hoja y consecuentemente, disminuye la transpiración. (Mujica, Granos y leguminosas andinas, 1992)

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan los ejes secundarios y en algunos casos terciarios. Fue Cárdenas 1944; citado por FAO (2011) quien agrupó por primera vez a la quinua por su forma de panoja, en

amarantiforme, glomerulada e intermedia, y designó el nombre amarantiforme por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus*. (Tapia, *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*, 1990)

Las flores son muy pequeñas y densas, lo cual hacen difícil la emasculación, se ubican en grupos formando glomérulos sésiles, de la misma coloración que los sépalos y, pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. (Tapia, *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*, 1990)

El fruto es un aquenio indehiscente que contiene un grano que puede alcanzar hasta 2.66 mm de diámetro de acuerdo a la variedad. (Tapia, *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*, 1990)

8.1.3.2. *Requerimientos Agroecológicos*

Por lo general sus zonas de cultivo es en la Sierra ecuatoriana, a una altitud a partir de los 2400 a 3400 msnm para INIAP Tunkahuan y de 3000 a 3800 msnm para INIAP Pata de Venado, requiere una precipitación de 500 a 800 mm en el ciclo y una temperatura de 7 a 17°C. Prefiere el suelo franco, franco – arenoso, negro andino con buen drenaje y un pH que oscile de 5.5 a 8.0. (Peralta, y otros, 2012)

8.1.3.3. *Manejo de Cultivo*

Los suelos deben ser sueltos por lo general francos o franco – arenosos. Para preparar el suelo es necesario pasar el arado, luego la rastra y por último nivelamos el terreno debido al tamaño de la semilla. (Suquilanda, s.f.)

La siembra se puede realizar en los meses de noviembre a febrero utilizando de 12 a 16 kg ha^{-1} , si la siembra es manual la distancia entre surcos es de 60 cm para Tunkahuan y 40 cm para Pata de Venado, a chorro continuo o por golpes cada 20 cm. (Peralta, y otros, 2012)

La deshierba se realiza a los 30 – 40 días después de la siembra y el aporque se realiza cuando la planta tiene 60 días después de la siembra. (Basantes E. , 2015)

8.2 Polímeros Absorbentes.

8.2.1. Polímeros súper absorbentes (SAP)

Los polímeros sintéticos son sustancias que se encuentran presentes en diversos artículos que usamos a diario, como el nylon, los pañales y los geles cosméticos. Sin embargo, también son utilizados para otros fines industriales como el tratamiento de residuos mineros y aguas sanitarias, entre otros. (Fernández, 2017)

Entre ellos existe un subgrupo que se denomina polímeros súper absorbentes o SAP (Super Absorbent Polymers), usualmente conocidos como hidrogeles, los cuales son capaces de absorber y retener enormes cantidades de agua. Pese a que no son nuevos, hace poco que en el sector agrícola han comenzado a ser utilizados, con el fin de hacer más eficiente el uso del agua, especialmente hoy, cuando el cambio climático ha hecho que los episodios de sequía sean cada vez más comunes en el país. (Fernández, 2017)

Los polímeros son macromoléculas cuyo elevado tamaño se ha conseguido por la unión de moléculas más pequeñas, llamadas monómeros. El polímero se consigue uniendo estas pequeñas moléculas una a continuación de otra, a modo de eslabones de una cadena. El número de eslabones o unidades de monómero se denomina grado de polimerización y proceso por el que se realiza esta unión. (Díaz, y otros, 2001)

8.2.2. Ventajas y desventajas

Según Cabildo et. al. (2010) menciona las siguientes ventajas:

- Tienen una gran inercia química y, en consecuencia, no son atacados ni por los ácidos ni por las bases ni por los agentes atmosféricos.
- Son muy resistentes a la rotura y al desgaste.
- Tienen una gran elasticidad.
- Se tiñen fácilmente en todos los colores.
- Son poco densos.
- Se obtienen fácilmente y son relativamente baratos.
- Pueden fundirse y usarse para fabricar otros productos.

Así mismo, Pérez y otros (2013) señala algunas de sus desventajas como son:

- Si bien es una ventaja es que puedan fundirse. También el plástico ardiendo puede liberar gases tóxicos.
- El reciclado es una ventaja pero hacerlo es muy caro.
- Algunos polímeros pueden tardar 100 años en degradarse.

8.2.3. Polímero NEWGEL

Es un polímero de alta capacidad de absorción (300 veces su peso en agua) que maneja eficientemente la humedad del suelo durante épocas de sequía.

Cuando NewGel es añadido al suelo, sus polímeros se inflan de agua sobre los cuales las raíces crecen directamente y de donde obtienen la cantidad de agua que necesitan. El 95% de agua absorbida por NewGel está disponible para la planta. (Ecuauquímica, 2017)

8.2.3.1. Composición

Polímero, acrilamina de potasio 99,9%

Potasio (K₂O)

8.2.3.2. Beneficios de NewGel

Mejora la capacidad de retención del agua e incrementa la asimilación de los nutrientes tales como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio y otros elementos menores. Contienen potasio en su formulación, el cual ayuda al crecimiento y desarrollo de las plantas, así como la floración y fructificación, obteniendo mayor rendimiento en sus cosechas.

Evita el “Stress” por trasplante y protege las plantas antes de que estas alcancen el punto de marchitez permanente.

Producto amigable al ambiente, aprobado en cultivos orgánicos.

Se puede mezclar con todo tipo de compost, sustratos u otros medios de germinación de semilla y/o enraizamiento de todo tipo de plantas como hortalizas, café, frutales, ornamentales, forestales.

Es un producto formulado especialmente para cultivos hortícolas, ornamentales y de campo abierto.

8.2.3.3. Compatibilidad

Es compatible con la mayoría de agroquímicos y fertilizantes de uso común a excepción de los productos de reacción alcalina.

8.2.3.4. Instrucciones de uso

Para realizar la mezcla NewGel se recomienda:

- Calcular la cantidad recomendada según el tipo de cultivo.
- Mezclar NewGel con el suelo o sustrato e incorporar la mezcla directamente al surco o a la cama del cultivo y proceder a la siembra o trasplante de cultivo.
- Cuando se aplica en un agujero o recipiente, se recomienda dejar un 20% de los mismos sin llenar y luego aplicar el agua.
- Aplicar NewGel en el suelo en períodos de sequía directamente al surco de siembra.

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

9.1. Hipótesis Nula

Ho₁: Las semillas de granos andinos de chocho, quinua y amaranto germinarán adecuadamente con el polímero hidratado.

Ho₂: Las semillas de granos andinos de chocho, quinua y amaranto germinarán adecuadamente con el polímero sin hidratar.

9.2. Hipótesis Alternativa

Ha₁: Las semillas de granos andinos de chocho, quinua y amaranto no germinarán adecuadamente con el polímero hidratado.

Ha₂: Las semillas de granos andinos de chocho, quinua y amaranto no germinarán adecuadamente con el polímero sin hidratar.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:

10.1. Modalidad básica de investigación

10.1.1. De Campo

La investigación fue de campo, ya que la recolección de datos se realizó directamente en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache donde se utilizaron las semillas de los granos andinos en la investigación, nos permitió aplicar el polímero hidratado y sin hidratar en su dosis adecuada en las bandejas de germinación para su posterior traslado al campo.

10.1.2. Bibliográfica Documental

La investigación se respaldó en la revisión de bibliografía y documentos online de investigaciones realizadas anteriormente que sirvió de base para el contexto del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos.

10.2. Tipo de Investigación

10.2.1. Experimental

La investigación es de tipo experimental porque se basa en los principios del método científico, donde se manipulará una variable no comprobada en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o un acontecimiento en particular. (Arquero, Berzosa, García, & Monje, 2009)

10.2.2. Cuantitativa

La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada. Por lo tanto la investigación propuesta recae en el contraste de los datos tomados durante el proceso de germinación, trasplante y evaluación en campo.

10.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completas al azar (DBCA) con arreglo factorial 3x3, con 3 repeticiones. El análisis funcional se aplicó la prueba de Tukey al 5% para las fuentes con significación estadística.

Tabla 1 Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Total	$(t \cdot r) - 1$	26
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	8
Factor a	$(a - 1)$	2
Factor b	$(b - 1)$	2
Factor a x b	$(a - 1) \cdot (b - 1)$	4
Testigo vs resto	1	1
Error	$(t - 1) \cdot (r - 1)$	16

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

10.4. Factores en estudio

Factor A: Granos Andinos

Ch: Chocho

A: Amaranto

Q: Quinoa

Factor B: Polímero NewGel

H: Hidratado

Sh: Sin Hidratar

T: Testigo

10.5. Tratamientos

Tabla 2. Tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Chh	Chocho + polímero hidratado
2	Chsh	Chocho + polímero sin hidratar
3	Cht	Chocho + testigo
4	Qh	Quinoa + polímero hidratado
5	Qsh	Quinoa + polímero sin hidratar
6	Qt	Quinoa + testigo
7	Ah	Amaranto + polímero hidratado
8	Ash	Amaranto + polímero sin hidratar
9	At	Amaranto + testigo

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

10.6. Unidad Experimental

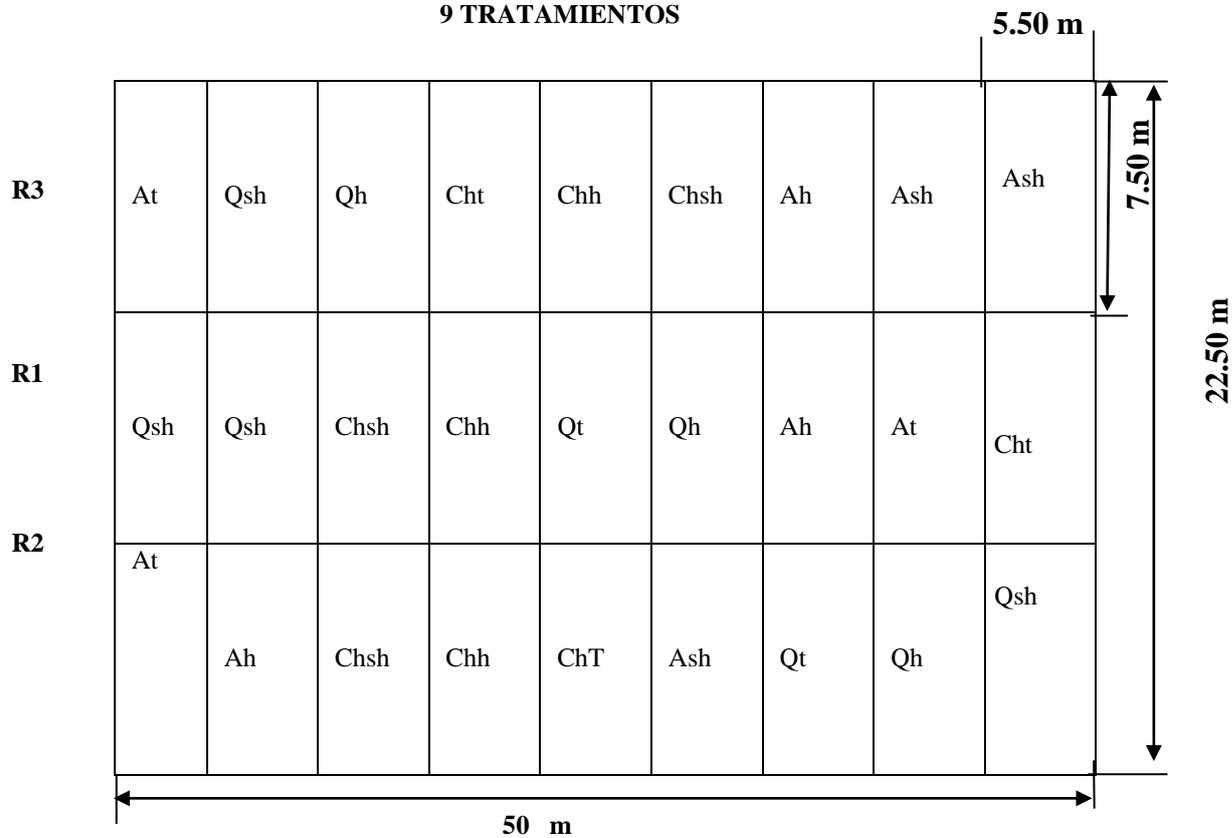
Tabla 3. Unidad experimental

Número de plantas	7776
Distancia entre hileras (cm)	0,60
Distancia entre plantas (cm)	0,15
Número de hileras	24
Número de plantas por hilera	36
Número de plantas por parcela total	288
Número de plantas por parcela neta	10
Área por tratamiento (m ²)	41,25
Área total (m ²)	1125

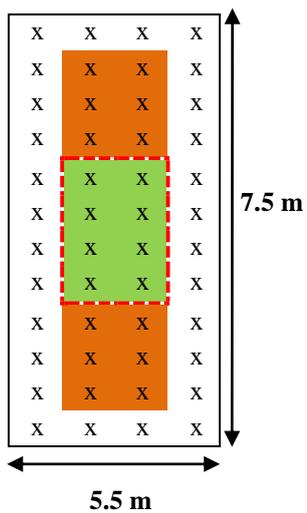
Elaborado por: Tomalo L. (2017)

10.7. Diseño del ensayo en campo

9 TRATAMIENTOS



10.8. Ubicación de las plantas por parcela / tratamiento



10.9. Manejo específico del ensayo

Desinfección de las bandejas

Se realizó la desinfección de las 27 bandejas las mismas que fueron utilizadas para el ensayo, donde se utilizó hipoclorito de sodio en una dosis de 5cc por litro de agua.

Pesaje del polímero (NewGel)

Se pesó de 125 gr de polímero hidratado y 125 gr sin hidratar, en total se utilizó 250 gramos de polímero para todo el ensayo.

Pesaje del sustrato

Se realizó el pesaje del sustrato para 27 bandejas, se utilizó 1100 gr por cada bandeja, en total se utilizó 29700 gr para el ensayo.

Selección de semillas

Se utilizó las semillas de los granos andinos a utilizar en la investigación con las cantidades siguientes:

Chocho 3045 semillas

Quinoa 12168 semillas

Amaranto 12168 semillas

Fortiraíz

Se utilizó 13 gr de fortiraíz que fue mezclado con el sustrato, polímero hidratado y sin hidratar, para favorecer el enraizamiento y obtener mayor masa radicular.

Siembra

Se realizó la siembra de las tres especies de granos andinos en las bandejas llenas de sustratos, considerando la separación de las bandejas por cada uno de los granos andinos sembrados.

Riego

Se realizó el riego con una bomba de mochila, se utilizó 20 litros de agua cada 2 días durante un mes ocho días para todas las bandejas utilizadas en la investigación.

Aplicación de Fungicida

Se realizó la aplicación de carbendazin + cimoxanil para el control del danping-off, se aplicó 30gr en 10 litros de agua cada 8 días para todos los tratamientos.

Manejo de la investigación en campo

El ensayo se llevó a cabo en campo una vez establecido las tres especies de granos andinos (chocho quinua amaranto) luego el trasplante durante un mes para la respectiva toma de datos.

Preparación del terreno

Se procedió a medir el terreno donde se implementó la investigación y se señaló los bloques para cada una de las especies de granos andinos, de acuerdo a la distribución que se esquematizó anteriormente.

Trazado de parcelas

Se procedió a trazar las mismas con la ayuda de estacas, piola y un flexómetro para su respectiva delimitación, además se colocaron letreros en cada parcela para su identificación.

Riego

El riego se realizó por inundación antes del trasplante, luego se realizó cada ocho días utilizando la motobomba.

Rascadillo

Se realizó un rascadillo de manera manual, estas se realizaron con la ayuda de un azadón esta labor se realizó a los quince días después del trasplante en campo.

Aplicación de Fungicida

Se realizó la aplicación de carbendazin + cimoxanil para el control del danping-off, se aplicó 60gr en 20 litros de agua cada 8 días para todos los tratamientos en campo.

10.10. Indicadores en estudio

10.10.1. Fase Pilonera

a. Porcentaje de germinación

Se contó luego de 8 días de la siembra en las bandejas de germinación el total de semillas que habían emergido de cada una de las especies para determinar el porcentaje de germinación de cada una de ellas.

b. Altura de la planta

Se midió la altura de la planta desde el cuello hasta el ápice de la planta, con la ayuda de una regla en diez plantas tomadas al azar de la parcela neta, los datos fueron tomados cada ocho días hasta que la planta tenga las características adecuadas para resistir campo (chocho aproximadamente 21 días, quinua y amaranto 38 días).

c. Días a la aparición de las hojas verdaderas

Se contabilizaron los días transcurridos desde la germinación cuando estas alcanzaron sus primeras hojas verdaderas tomadas de la parcela neta.

d. Diámetro del tallo

Con la ayuda de un calibrador, se midió el diámetro del tallo en las plantas de la parcela neta, se evaluó cada ocho días, hasta su trasplante a campo.

e. Longitud de las raíces

Se midió desde el cuello hasta el ápice terminal de la raíz con la ayuda de una regla, se evaluó en cuatro plántulas de cada especie desprendiéndolas de cada cavidad de la bandeja de germinación, se procedió a colocar en la mesa de trabajo y se midió la longitud de cada una de las raíces de las muestras de cada especie de grano andino.

10.10.2. Fase Campo

a. Porcentaje de especies de granos andinos prendidas en campo

A los ocho días de trasplante a campo se contabilizaron las plántulas que se prendieron en el suelo, este parámetro se lo realizó mediante la observación en las parcelas netas en campo.

b. Altura de planta en campo

Se midió la altura de la planta desde el cuello hasta el ápice de la planta, con la ayuda de una regla en diez plantas tomadas al azar en campo, se evaluó cada ocho días hasta un mes.

c. Diámetro del tallo en el campo

Con la ayuda de un calibrador, se procedió a medir el diámetro del tallo de diez plantas de la parcela neta en campo, este proceso se evaluó cada ocho días hasta un mes.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Porcentaje de germinación

Tabla 4. ADEVA para la variable porcentaje de germinación de granos andinos

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
A	34,30	2	17,15	0,52	0,6025 ns
B	343,63	2	171,81	5,24	0,0178 ns
A*B	141,04	4	35,26	1,08	0,4011 ns
BLOQUES	1,41	2	0,70	0,02	0,98 ns
Error	524,59	16	32,79		
Total	1044,96	26			
CV %	6,15				

En la tabla 4 podemos observar que no existen diferencias significativas para ninguna fuente de variación. Se obtuvo un coeficiente de variación del 6,15 %.

Tabla 5. Promedios del porcentaje de germinación de granos andinos.

Granos andinos	Medias (%)
Quinoa	93,89
Amaranto	93,78
Chocho	91,44

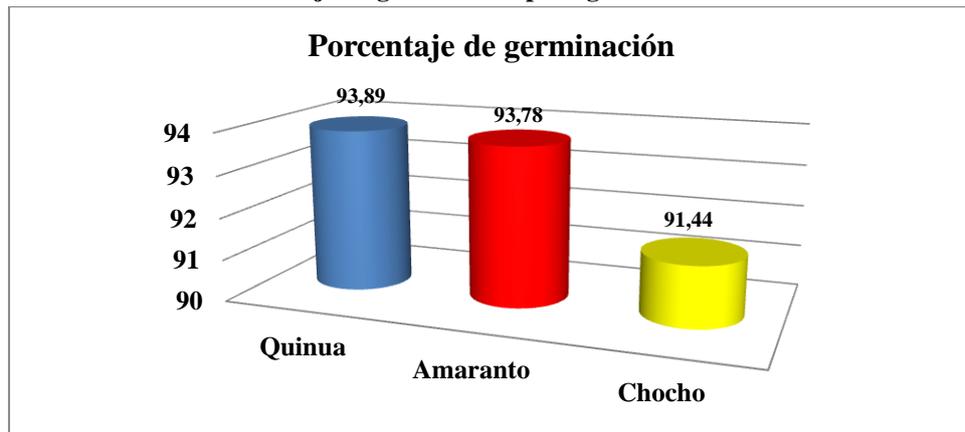
Elaborado por: Tomalo L. (2017)

En la tabla 5 se observa que los porcentajes de germinación para cada una de las especies de granos andinos se encuentra por encima del 90%, estipulado por Bravo (2013) y Basantes (2008).

Fuera de la buena calidad de la semilla, la velocidad de germinación está influenciada por la temperatura óptima y la humedad del suelo, el cual debe estar a capacidad de campo. La temperatura óptima para la germinación está entre 16 y 28° C con una precipitación de 30 a 45 mm. El agua es esencial para la iniciación del proceso y el mantenimiento de un metabolismo apropiado. Las temperaturas del suelo son igualmente importantes para la iniciación del proceso. La primera estructura en emerger es la radícula la cual se alarga hacia abajo dentro del suelo y da inicio a la formación del sistema radicular. (Gómez & Aguilar, 2016)

La razón se basa en que la obtención de plántulas sanas y vigorosas proviene de un almácigo donde encuentran las condiciones necesarias para su desarrollo, que garantiza la obtención de una producción significativa, por lo que la generación de tecnología para su elaboración es un requerimiento necesario. (Ortega-Martínez, Sánchez-Olarte, Díaz-Ruíz, & Ocampo-Mendoza, 2010).

Gráfico 1. Porcentaje de germinación para granos andinos



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

11.2. Altura de planta

Tabla 6. ADEVA para la variable altura de planta.

F.V.	Gl	8 días		32 días	
		CM	p-valor	CM	p-valor
A	2	47,03	0,0001 *	202,19	0,0001 *
B	2	1,76	0,0042 ns	4,36	0,0001 *
A*B	4	0,18	0,5363 ns	0,21	0,4028 ns
BLOQUES	2	0,2	0,4252 ns	0,11	0,5842 ns
Error	16	0,22		0,19	
Total	26				
CV %		12,14		3,66	

En la tabla 6 se observa para la variable altura de plantas a los 8 días, alta significación para el factor A, además un coeficiente de variación del 12,14%. También podemos observar significancia para la variable altura de plantas a los 32 días para las fuentes de variación factor A y factor B con un coeficiente de variación de 3,66%.

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable Altura de Planta a los 8 días

Tratamientos	Medias (cm)	Rango
Chocho	6,15	A
Quinoa	3,94	B
Amaranto	1,57	C

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

En la tabla 7 podemos observar las medias obtenidas a los 8 días para la variable altura de plantas para cada una de las especies de granos andinos. El chocho alcanzó una altura de 6,15 cm ocupando el primer rango, los demás factores se ubicaron en rangos inferiores, encontrándose en el último rango el amaranto el cual alcanzó un promedio de 1,57cm y por lo tanto se ubicó en el último lugar.

Porque el chocho es una especie leguminosa y una variedad de ciclo de cultivo de 180 a 240 días hace que su desarrollo sea rápido en sus primeras etapas ya que tiene que alcanzar una altura de 1,8 a 2 m. Mientras que la quinua y el amaranto por poseer el mismo ciclo de cultivo de 150 a 180 días hace que su desarrollo sea lento en sus primeras etapas ya que tienen que alcanzar una altura de 2m. (Peralta, y otros, 2012)

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable Altura de Planta a los 32 días

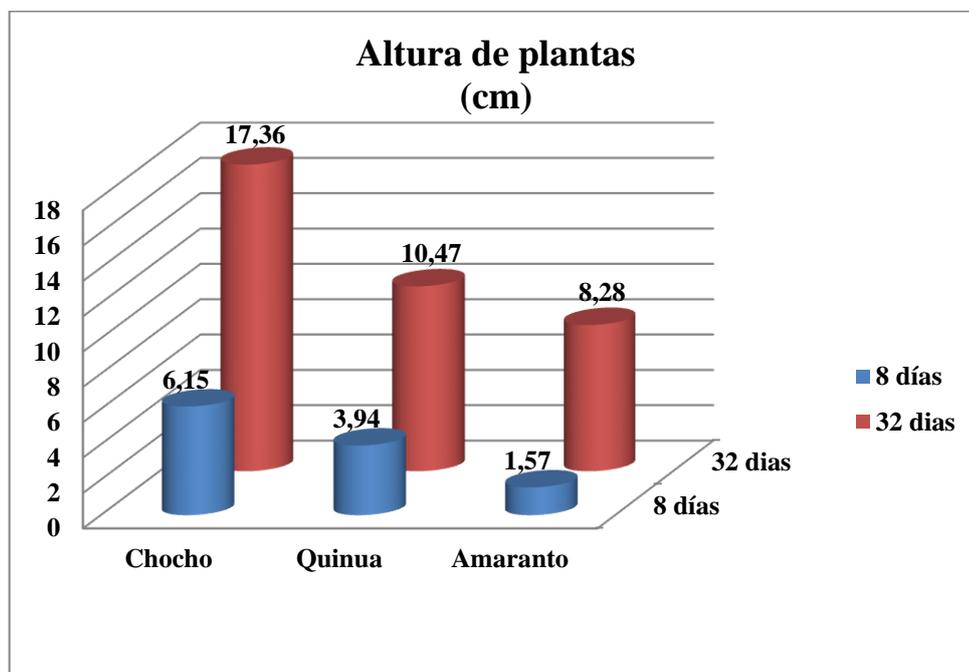
Tratamientos	Medias (cm)	Rango
Chocho	17,36	A
Quinoa	10,47	B
Amaranto	8,28	C

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

En la tabla 8 podemos observar las medias obtenidas a los 32 días para la variable altura de plantas para cada una de las especies de granos andinos. Del factor granos andinos en la variable altura de planta a los 32 días, se puede observar tres rangos de significación donde la especie chocho ocupó el primer rango con un promedio de 17,36 (cm) de altura, debido que es una planta de la familia Fabaceae, cuyas características de crecimiento dependen del medio donde se encuentren, considerando su crecimiento a su relación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno presentes en el suelo (Tapia & Fries, Guía de Campo de los Cultivos Andinos, 2007). En el segundo rango se ubicó la quinua con un promedio de 10,47 (cm) de altura, mientras que el amaranto alcanzó un promedio de 8,28 (cm) de altura, y por lo tanto se ubicó en el último rango. En el caso del Amaranto y la Quinoa, los promedios alcanzados hacen referencia a que se encuentran en el estado fenológico de fase vegetativa que inicia a

los 20 días luego de la siembra y finaliza a los 50 – 70 días después de la siembra cuando inicia la fase reproductiva, caracterizada por el apareamiento de hojas y los respectivos nudos en el tallo. (Mora, 2008)

Gráfico 2. Altura de plantas a los 8 y 32 días



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para el Factor B en la variable Altura de Planta a los 32 días

B	Medias (cm)	RANGO
Hidratado	12,65	A
Sin hidratar	12,18	A
Testigo	11,28	B

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Examinando la tabla 9, del factor B (polímero hidratado y sin hidratar) en la variable altura de planta a los 32 días se puede observar dos rangos de significación donde la altura de planta con mayor promedio se manifestó con el polímero hidratado, obteniendo un 12,65 cm, los otros tratamientos se ubicaron en rangos inferiores, encontrándose en el último rango el testigo alcanzando un promedio de 11,28 cm. Según Peralta y otros (2012), afirma que los granos andinos requieren de una precipitación, chocho (300 a 600 mm), quinua (500 a 800 mm), amaranto (300 a 600 mm), durante el ciclo de cultivo constatando que el polímero nos ofrece 300 veces su peso en agua, entonces los polímeros nos ofrecen la humedad del 95% de agua que es aprovechado por las raíces, siendo necesaria para la primera fase. (Ecuaquímica, 2017)

11.3. Días a la aparición de hojas verdaderas

Tabla 10. ADEVA para la variable Días a la aparición de las hojas verdaderas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
A	74,67	2	37,33	28,00	0,0001 *
B	2,67	2	1,33	1,00	0,3897 ns
A*B	5,33	4	1,33	1,00	0,4362 ns
BLOQUES	2,67	2	1,33	1,00	0,3897 ns
Error	21,33	16	1,33		
Total	106,67	26			
CV %	9,45				

En la tabla 10 se observa que existe significancia para el factor A y ninguna significancia para los otros factores de variación. El coeficiente de variación fue de 9,45%.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable días a la aparición de hojas verdaderas

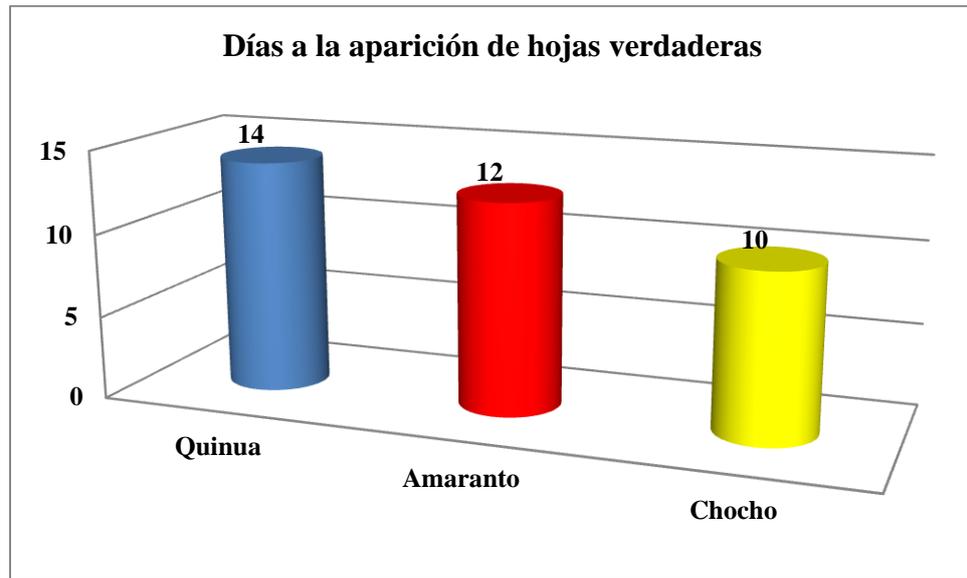
Tratamientos	Medias (días)	Rango
Quinoa	14	A
Amaranto	12	A
Chocho	10	B

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

En la tabla 11 se puede observar que hay dos rangos de significancia donde la quinua ocupa el primer rango con un promedio de 14 días mientras que el amaranto tiene 12 días y en último rango está el chocho con 10 días.

Los resultados fueron reportados de acuerdo a las fenologías de cada cultivo, por ejemplo Mujica (2014) indica que fuera de las dos hojas cotiledonales, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15-20 días de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular. (Mujica, y otros, 2017)

Gráfico 3. Días a la aparición de hojas verdaderas



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

11.4. Diámetro de Tallo

Tabla 12. ADEVA para la variable diámetro de tallo

F.V.	Gl	8 días		32 días	
		CM	p-valor	CM	p-valor
A	2	3,19	0,0001 *	4,68	0,0001 *
B	2	0,01	0,0018 ns	0,42	0,0053 ns
A*B	4	7,3	0,7066 ns	0,03	0,676 ns
BLOQUES	2	3,7	0,7616 ns	0,31	0,0156ns
Error	16	1,3		0,06	
Total	26				
CV %		2,59		10,65	

En la tabla 12 observamos que existe significancia para el factor A en la variable diámetro del tallo, tanto para los 8 días como para 32 días después de la siembra. Las otras fuentes de significación no presentan significancia. El coeficiente de variación es 2,59 y 10,65 respectivamente.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable diámetro de tallo a los 8 días

Tratamientos	Medias (mm)	Rango
Chocho	2,10	A
Quinoa	1,07	B
Amaranto	1,07	B

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Evaluando la tabla 13, del factor granos andinos en la variable diámetro de tallo 8 días, se puede observar dos rangos de significación donde la especie (Ch) chocho ocupó el primer rango con un promedio de 2,10 (mm) de diámetro, mientras que las especies de quinua y amaranto alcanzaron el mismo promedio de 1,07 (mm) de diámetro, y por lo tanto se ubicaron en el último rango.

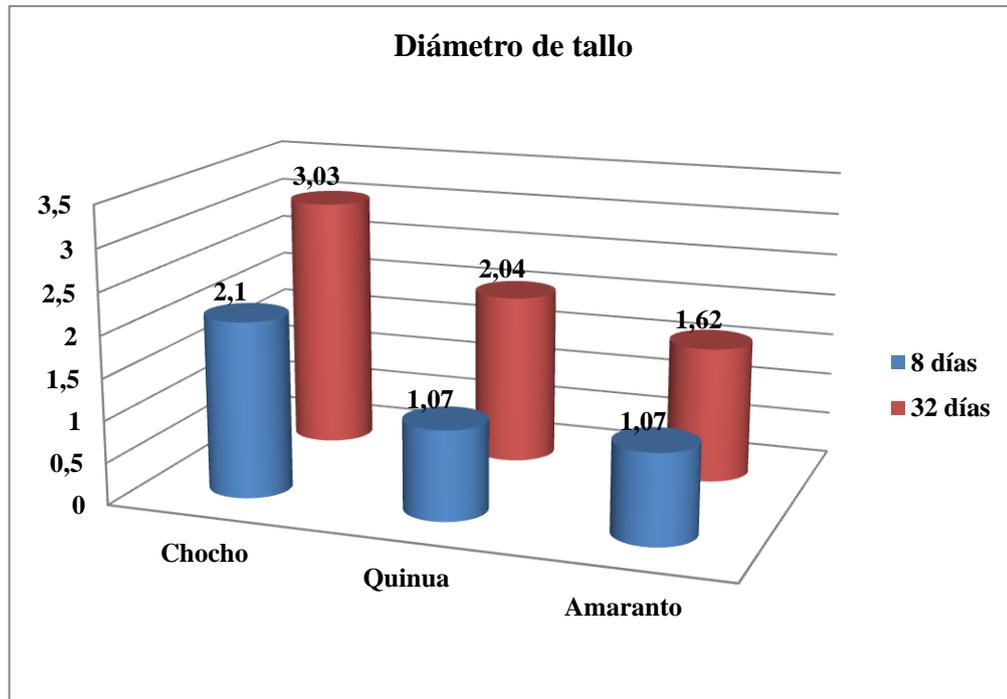
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable diámetro de tallo a los 32 días

Tratamientos	Medias (mm)	Rango
A	Medias(mm)	RANGO
Chocho	3,03	A
Quinoa	2,04	B
Amaranto	1,62	C

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Evaluando la tabla 14, del factor granos andinos en la variable diámetro de tallo 32 días, se puede observar tres rangos de significación donde la especie (Ch) chocho ocupó el primer rango con un promedio de 3,03 (mm) de diámetro, en el segundo rango se ubicó la quinua con un promedio de 2,04 (mm), mientras que el amaranto alcanzó un promedio de 1,62 (mm) de diámetro, y por lo tanto se ubicó en el último rango.

Gráfico 4. Diámetro de tallo a los 8 y 32 días



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

11.5. Longitud de raíz

Tabla 15. ADEVA para la variable longitud de la raíz.

F.V.	gl	8 días		32 días	
		CM	p-valor	CM	p-valor
A	2	55,33	0,0001 *	75,84	0,0001 *
B	2	0,36	0,0004 ns	0,91	0,0031 ns
A*B	4	0,26	0,0003 ns	0,04	0,8389 ns
BLOQUES	2	0,09	0,0519 ns	0,32	0,0770 ns
Error	16	0,03		0,11	
Total	26				
CV %		4,45		4,43	

En la tabla 15 observamos alta significación para el factor A tanto para 8 y 32 días con un coeficiente de variación de 4,45% y 4,43% respectivamente. Las otras fuentes de variación no presentaron ninguna significación estadística.

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable longitud de la raíz a los 8 días.

Tratamientos	Medias (cm)	Rango
Chocho	6,52	A
Quinoa	2,25	B
Amaranto	2,21	B

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

En la tabla 16 se observa que el factor granos andinos en la variable longitud de la raíz a los 8 días, existen dos rangos de significación donde la especie (Ch) chocho ocupa el primer rango con un promedio de 6,52 (cm) de longitud, por ser una especie leguminosa desarrolla más rápido y el embrión de la semilla también es grande genera una radícula consistente que posteriormente dará lugar a la raíz pivotante y de bastante grosor (Tapia & Fries, Guía de Campo de los Cultivos Andinos, 2007), un promedio de 2,25(cm) para la quinua y con un promedio de 2,21 (cm) para el amaranto. La quinua y el amaranto al poseer una semilla más pequeña, genera una raíz pivotante y con numerosas raíces laterales y muy ramificadas variando su longitud desde 0,8 hasta 1,5 m. (Gómez & Aguilar, 2016)

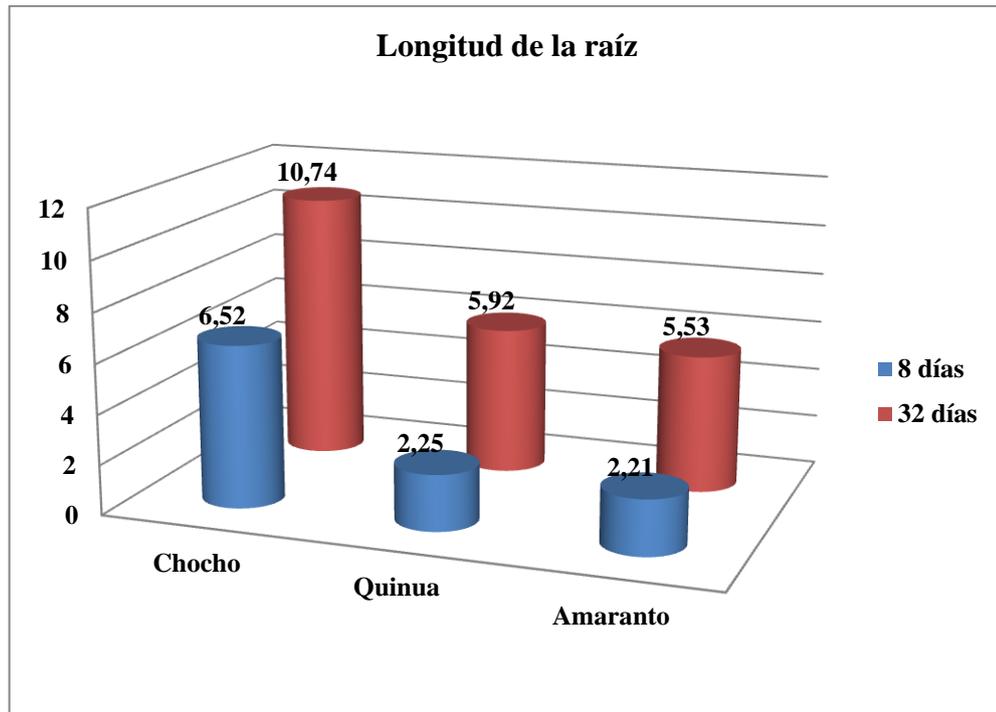
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable longitud de la raíz a los 32 días.

Tratamientos	Medias (cm)	Rango
Chocho	10,74	A
Quinoa	5,92	B
Amaranto	5,53	B

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Evaluando la tabla 17, del factor granos andinos en la variable longitud de la raíz a los 32 días, se puede observar dos rangos de significación, donde la especie (Ch) chocho ocupa el primer rango con un promedio de 10,74 (cm) de longitud,. Por ser una especie leguminosa desarrolla más rápido y su embrión también es más grande que las otras especies, mientras que la quinua y el amaranto por ser de la misma familia hace que tenga el mismo rango, con un promedio de 5,92(cm) para la quinua y con un promedio de 5,53 (cm) para el amaranto ocupando el ultimo rango.

Gráfico 5. Longitud de la raíz en 8 y 32 días



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

11.6. Porcentaje de Prendimiento en Campo

Tabla 18. ADEVA para la variable porcentaje de prendimiento en campo

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
A	852,67	2	426,33	10,98	0,0010 ns
B	603,56	2	301,78	7,77	0,0044 ns
A*B	152,44	4	38,11	0,98	0,4451 ns
BLOQUES	86,22	2	43,11	1,11	0,3535 ns
Error	621,11	16	38,82		
Total	2316	26			
CV %	20,32				

En la tabla 18 se puede observar que no existe significación estadística en ninguna de las fuentes de variación, el coeficiente de variación fue de 20,32%.

No existió significancia debido a que las especies se encontraban en una pilonera donde las condiciones de temperatura y humedad estaban controladas, evitando que exista al momento del trasplante un shock que estrese a las plántulas.

11.7. Altura de planta a los 32 días del trasplante.

Tabla 19. ADEVA para la variable altura de planta a los 32 días después del trasplante.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
A	750,21	2	375,11	2727,91	0,0001 *
B	4,07	2	2,03	14,79	0,0002 ns
A*B	1,17	4	0,29	2,13	0,1236 ns
BLOQUES	0,48	2	0,24	1,73	0,2081 ns
Error	2,20	16	0,14		
Total	758,13	26			
CV %	1,81				

En la tabla 19 se puede observar que existe significación estadística para la fuente de variación Factor A, en las restantes fuentes de variación mp existe ninguna significación estadística, el coeficiente de variación fue de 1,81%.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable altura de planta a los 32 días del trasplante

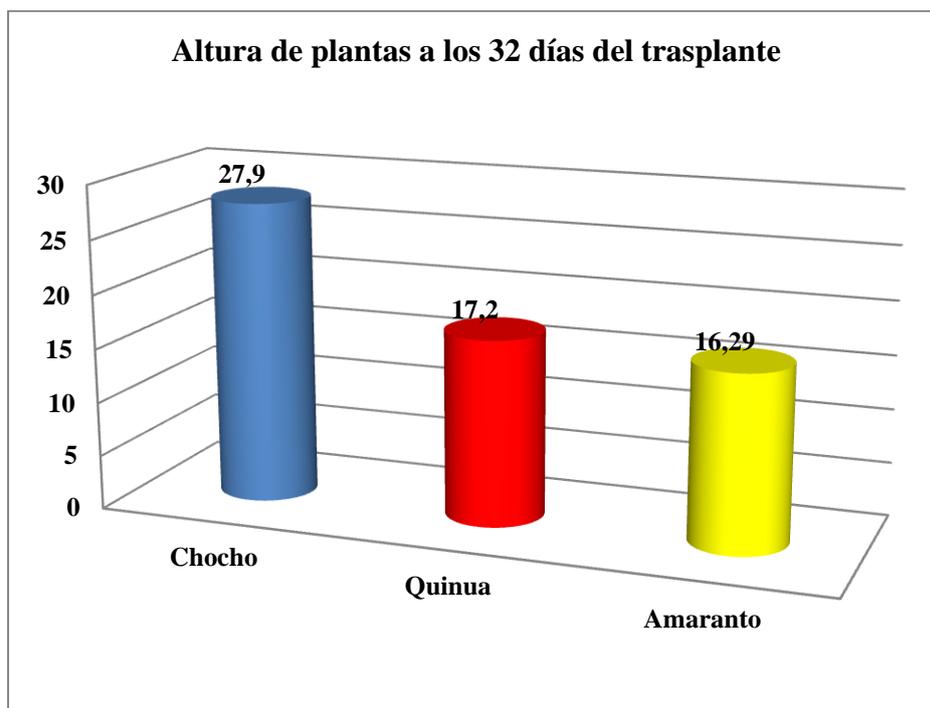
Tratamientos	Medias (cm)	Rango
Chocho	27,90	A
Quinua	17,20	B
Amaranto	16,29	C

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Evaluando la tabla 20, del factor granos andinos en la variable altura de planta a los 32 días, se puede observar tres rangos de significación donde la especie (Ch) chocho ocupó el primer rango con un promedio de 27,90 (cm) de altura, en el segundo rango se ubicó la quinua con un promedio de 17,20 (cm) de altura, mientras que el amaranto alcanzó un promedio de 16,29 (cm) de altura, y por lo tanto se ubicó en el último rango.

Porque el chocho es una especie leguminosa y una variedad de ciclo de cultivo de 180 a 240 días hace que su desarrollo se muy rápidamente en sus primeras etapas ya que tiene que alcanzar una altura de 1,8 a 2 m. Mientras que la quinua y el amaranto por poseer el mismo ciclo de cultivo de 150 a 180 días hace que su desarrollo sea lenta en sus primeras etapas ya que tienen que alcanzar una altura de 2m (Peralta, y otros, 2012)

Gráfico 6. Altura de planta a los 32 días del trasplante



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

11.8. Diámetro de tallo a los 32 días del trasplante

Tabla 21. ADEVA para la variable diámetro de tallo a los 32 días del trasplante

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
A	1,85	2	0,92	61,03	0,0001 *
B	0,73	2	0,36	23,97	0,0001 *
A*B	0,16	4	0,04	2,72	0,0665 ns
BLOQUES	0,07	2	0,03	2,25	0,138 ns
Error	0,24	16	0,02		
Total	3,05	26			
CV %	1,91				

En la tabla 21 se puede observar que existe significancia estadística para el factor A y el factor B, el coeficiente de variación fue de 1,91%.

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable diámetro de tallo a los 32 días del trasplante.

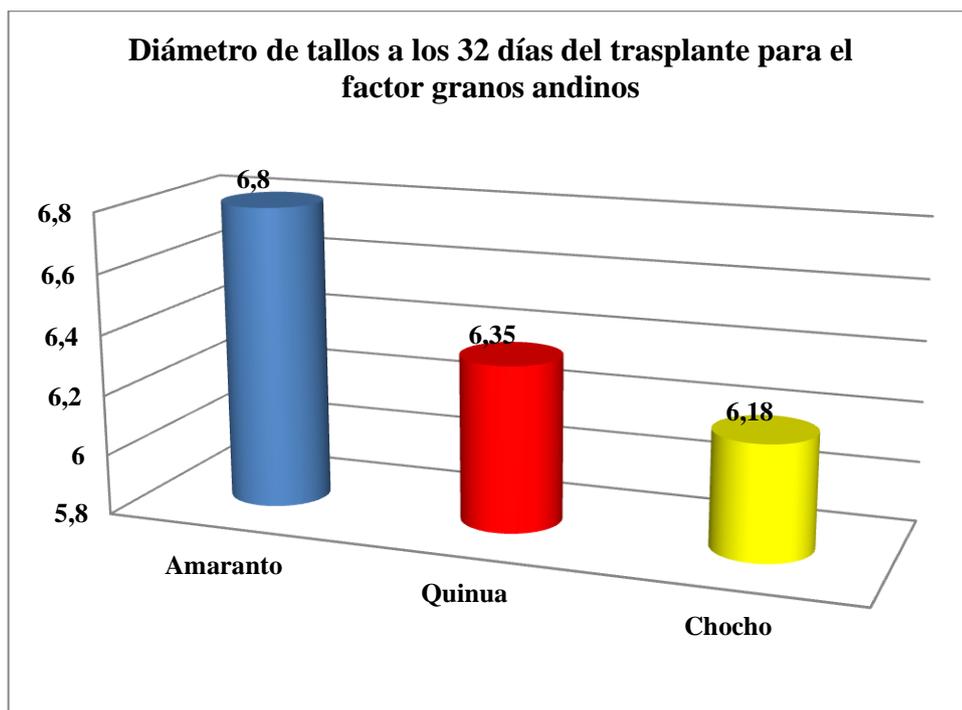
Tratamientos	Medias (mm)	Rango
Amaranto	6,8	A
Quinoa	6,35	B
Chocho	6,18	C

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Examinando la tabla 22, del factor granos andinos en la variable diámetro de tallo 32 días, se puede observar tres rangos de significación donde la especie amaranto ocupó el primer rango con un promedio de 6,8 (mm) de diámetro, en el segundo rango se ubicó la quinoa con un promedio de 6,35 (mm), mientras que el chocho alcanzó un promedio de 6,18 (mm) de diámetro, y por lo tanto se ubicó en el último rango.

Estos cambios se dieron debido a que el amaranto al estar en un suelo franco arenoso hizo que su diámetro sea más grueso ya que tiene que alcanzar 4 cm de diámetro durante su ciclo. (Peralta et. al. 2008)

Gráfico 7. Diámetro de tallos a los 32 días del trasplante para el factor granos andinos.



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el Factor B en la variable diámetro de tallo a los 32 días del trasplante.

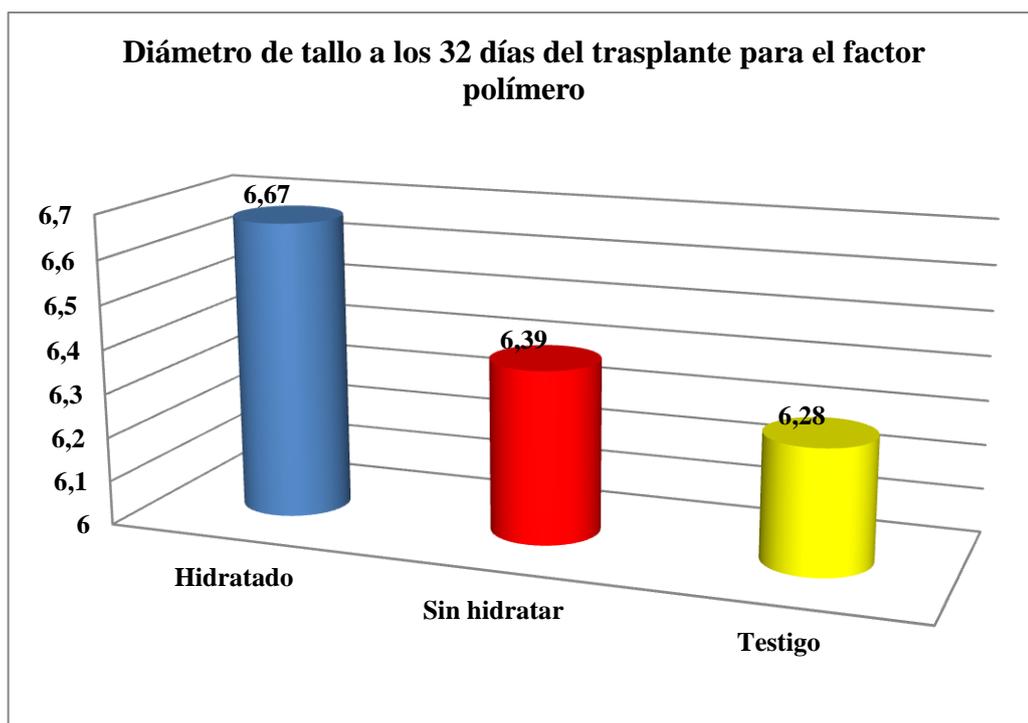
Tratamientos	Medias(mm)	RANGO
Hidratado	6,67	A
Sin hidratar	6,39	B
Testigo	6,28	B

Elaborado por: Tomalo L. (2017)

Analizando la tabla 23, del factor polímero (hidratado y sin hidratar) en la variable diámetro de tallo 32 días se puede observar dos rangos de significación donde el diámetro del tallo más grueso se manifestó con el polímero hidratado, con un promedio de 6,67 (mm) ubicándose en el primer rango, encontrándose en el segundo rango el polímero sin hidratar y el testigo alcanzando promedios de 6,39 y 6,28 (mm) respectivamente.

Esto quiere decir que tanto el polímero hidratado, sin hidratar si cumplen el efecto esperado tomando en cuenta que los granos andinos reaccionaron de acuerdo a la humedad a mayor humedad mejor efecto y a menor humedad menor efecto, ya que los granos andinos actúan ante la aplicación de dicho producto, observando así mayor grosor de los tallos. (Ecuaquímica, 2017)

Gráfico 8. Diámetro de tallo a los 32 días del trasplante para el factor polímero



Elaborado por: Tomalo L. (2017)

12. PRESUPUESTO

1. MOVILIZACIÓN	Unidad	Cantidad	V. Unitario	V. Total
Transporte	Unidad	70	2,00	140,00
Alimentación	Unidad	70	1,75	122,50
SUBTOTAL 1				262,5
2. INSUMOS				
Semilla de amaranto	Kg	1	1,30	1,30
Semilla de quinua	Kg	1	1,30	1,30
Semilla de chocho	Kg	1	1,00	1,00
Sustrato	50 kg	1	50,00	50,00
Bandejas	Unidad	27	4,80	129,60
Bomba de Mochila	Unidad	1	95,00	95,00
Polímero New Gel	Kg	1	20,00	20,00
Forti raíz	100 gr	1	4,50	4,50
SUBTOTAL 2				302,70
3. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Arada.	Hora	1	15,00	15,00
Rastrada.	Hora	3	15,00	45,00
Surcada	Hora	1	10,00	10,00
SUBTOTAL 3				70,00
4. MANO DE OBRA				
Implementación.	Jornal	5	15,00	75,00
Siembra.	Jornal	5	16,00	80,00
SUBTOTAL 4				155,00
5. CONTROL FITOSANITARIO				
Carbendazin + cimoxanil	200 Gr	1	8,50	8,50
SUBTOTAL 5				8,50
6. MATERIALES				
Balanza.	Unidad	1	30,00	30,00
Botas de caucho.	Unidad	1	15,00	15,00
Bomba de Agua	Hp	1	280,00	280,00
Manguera	Rollo	1	150,00	150,00
Azadas	Unidad	5	10,00	50,00
Rotulo	Unidad	1	25,00	25,00
Palillo de Helados	Unidad	5	2,50	12,50
Marcador Permanente	Unidad	1	0,75	0,75
Piola.	Unidad	2	4,00	8,00
SUBTOTAL 6				571,25
TOTAL:				1369,95
Imprevistos (10%).				136,99
TOTAL GENERAL:				1506,94

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

Al término del trabajo de investigación “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero NEWGEL, hidratado y sin hidratar, en pilonera. Salache. Latacunga. Cotopaxi 2017”, se llega a las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de germinación en las tres especies de granos andinos presentó un porcentaje mayor al 90% en el manejo de la pilonera, sabiendo que cada bandeja de germinación tenía el polímero tanto hidratado como sin hidratar.
- En la altura de la planta tampoco hubo influencia del polímero, debido a que cada una de las especies de granos andinos presentaron promedios acordes a cada etapa fenológica en la que se encontraban tanto a los 8 días como a los 32 días.
- Para la variable aparición de las hojas verdaderas, se concluye que el promedio de días para cada especie de grano andino fue de 14 días para quinua, 12 para amaranto y 10 días para chocho.
- El diámetro de tallo a los 8 días y a los 32 días presentó al chocho como la especie con mayor promedio con 2,1 y 3,03 respectivamente.
- En longitud de raíz se pudo observar que el chocho obtuvo los mejores promedios a los 8 días y 32 días que las otras especies de granos andinos con 6,52 y 10,74 cm, respectivamente.
- No existió diferencias significativas para ninguna especie de grano andino en el prendimiento en campo luego del trasplante, indicando que no existió mortalidad de plántulas.
- Para la altura de las plantas luego del trasplante se observó que el chocho presentó el mejor promedio con 27,9 cm a los 32 días, mientras que la quinua y el amaranto obtuvieron promedios cercanos con 17,2 y 16,29 cm respectivamente.
- Para el diámetro de tallos luego del trasplante se observa que el mejor promedio fue para el amaranto con 6,8 mm y el polímero hidratado con 6,67 mm.

13.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar al polímero como mejorador de la retención de humedad del medio, a una dosis de 125 gr de polímero/13 litros de agua.
- Se debe aplicar los polímeros new gel para contrarrestar la sequía, y por lo tanto disminuir la frecuencia de riego.
- A los agricultores se recomienda incorporar los polímeros en sus cultivos, para evitar pérdidas de producción.
- Se recomienda mantener una supervisión constante para evitar problemas fitosanitarios.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Arquero, B., Berzosa, A., García, N., & Monje, M. (10 de Noviembre de 2009). <http://uam.es>. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de http://uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Experimental_doc.pdf
- Basantes, E. (2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Basantes, F. (2008). *Influencia de los tratamientos químico y biológico sobre la germinación, producción y vigor en semillas de arveja (Pisum sativum L.) y chocho (Lupinus mutabilis Sweet) INIAP-Pichincha*. Quito: Tesis previo a la obtención de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi. Carrera de Ciencias Agropecuarias, Ambientales y Veterinarias.
- Bazile, D., & otros. (2013). *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013*. Santiago de Chile: FAO - CIRAD.
- Bravo, M., Reyna, J., Gómez, I., & Huapaya, M. (2013). Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Kichiwa (*Amaranthus caudatus*). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 54 - 60.
- Cabildo, M., Claramunt, R., Cornago, M., Escolástico, C., Esteban, S., Farrán, M., . . . Sanz, D. (2010). *Reciclado y tratamiento de residuos*. Madrid: UNED.
- Caicedo, C., & Peralta, E. (2001). *El cultivo de chocho Lupinus mutabilis Sweet: Fitonutrición, enfermedades y plagas en el Ecuador*. Quito: INIAP.
- Constante, J., & Solís, M. (2011). *Elaboración de pan especial Enriquecido con tres niveles de harina de quinua (Chenopodium quinoa Will) y amaranto (Amaranthus caudatus L.), utilizando pulpa de zapallo (Cucurbita maxima) como colorante natural en el cantón Ambato, provincia Tungurahua*. Guaranda: Tesis de Grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial.
- Díaz, T., Espí, E., Fontecha, A., Jiménez, J., López, J., & Salmerón, A. (2001). *Los filmes plásticos en la producción agrícola*. Madrid: Mundi - Prensa.
- Ecuaquímica. (12 de Enero de 2017). <http://www.ecuaquimica.com.ec>. Obtenido de http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf_agricola/EQ_NW_Folleto.pdf
- FAO. (2011). *La quinua cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. La Paz: FAO.
- FAO. (2016). *El Niño provoca cuantiosas pérdidas en las cosechas de América Central*. Nicaragua.
- Fernández, X. (02 de Febrero de 2017). Uso de polímeros en el agro: ¿Realidad o fantasía? *El Mercurio*.
- Gandarillas, H. (1979). *La quinua y la kañiwa. Cultivos Andinos*. Bogotá: IICA.
- Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guía del cultivo de la Quinoa*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Jacobsen, S., & Sherwood, S. (2002). *Cultivo de Granos Andinos en Ecuador*. Quito: Abya Yala.

- Mina, D. (2014). *Evaluación agronómica de líneas F5 de quinua (Chenopodium quinoa Willd), en dos localidades de la serranía. Ecuador*. Quito: Tesis de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, G. A. (2011). *Plan nacional de Riego y drenaje 2011 - 2026*. Quito: MAGAP.
- Mujica, A. (1992). *Granos y leguminosas andinas*. Roma: FAO.
- Mujica, A., Gomel, M., Gomel, A., Chambi, W., Cutipa, S., Enriquez, T., . . . Ramos, E. (24 de Mayo de 2017). <http://quinua.pe/>. Obtenido de <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2014/02/quinua.pdf>
- Ortega-Martínez, L., Sánchez-Olarte, J., Díaz-Ruíz, R., & Ocampo-Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Ra Ximhai*, 365-372.
- Peralta, E. (2010). *Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de Granos Andinos Chocho, Quinua, Amranto*. Quito: PRONALEG - INIAP.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., Rodríguez, D., Lomas, L., & Monar, C. (2012). *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinua, Amarantho y Ataco*. Quito: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP.
- Peralta, E., Villacrés, E., Mazón, N., Rivera, M., & Subía, C. (2008). *El Ataco, Sangorache o Amarantho Negro (Amaranthus hybridus L.) en Ecuador*. Quito: INIAP - PRONALEG - GA.
- Pérez, D., Peñata, A., Parejo, R., & Osorio, Y. (2013). *Los polímeros, clasificación y propiedades*. Córdoba: Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de Córdoba, Facultad de Ingenierías.
- Rangel. (2014).
- Sánchez, A. (17 de Diciembre de 2013). La importancia del riego en la agricultura. *El Universo*.
- Suquilanda, M. (s.f.). <http://es.calameo.com>. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de <http://es.calameo.com/read/004164863dbb3f4f6dd86>
- Tapia, M. (1990). *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial.
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*. Lima: FAO - ANPE.
- Vielma, M. (1999). Caracterización de cepas autóctonas de *Bradyrhizobium* sp. aisladas de *Lupinus* spp. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 495 - 508.

15. ANEXOS

Anexo 1. Aval de inglés.

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el Sr. Egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **TOMALO GUANOLUISA LUIS ROLANDO**, cuyo título versa, “**EVALUACIÓN DE LAS TRES ESPECIES DE GRANOS ANDINOS (CHOCHO, QUINUA Y AMARANTO), CON EL POLÍMERO NEWGEL, HIDRATADO Y SIN HIDRATAR, EN PILONERA SALACHE. LATACUNGA. COTOPAXI 2017**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio del 2017

Atentamente:

.....
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

Lic.

C.C.

Anexo 2. Hoja de vida de los Investigadores.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Unidad de Administración de Talento Humano



SIITH

Sistema Informático
Integrado de Talento
Humano

FICHA SIITH								
								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANO	0503384836			LUIS ROLANDO	TOMALO GUANOLUISA	15/05/88		UNIÓN LIBRE
TELÉFONOS		DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
2721151	0983178302				FRENTE AL ESTADIO DE CHANTILIN SAN FRANCISCO	COTOPAXI	SAQUISILI	CHANTILIN
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
		luis.tomalo6@utc.edu.ec	luis.tomalo88@hotmail.com	MESTIZO				
CONTACTO DE EMERGENCIA				DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES				
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	NOMBRES	APELLIDOS	No. DE NOTARIA	LUGAR DE NOTARIA	FECHA		
2721151	0992640200	MERCEDES GLORIA	LEMA QUISPE					
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENECYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAIS
SEGUNDO NIVEL		UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL SAQUISILI	QUIMICA BIOLOGICAS	<input type="checkbox"/>	AGRICULTURA	6	AÑOS	ECUADOR
TERCER NIVEL		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	INGENIERO AGRONOMO	<input type="checkbox"/>	PRODUCCION AGRICOLA	10	SEMESTRES	ECUADOR

Luis Tomalo



FICHA SIITH



DATOS PERSONALES

NACIONALIDAD	CEDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANO	1801902907			GUADALUPE DE LAS MERCEDES	LOPEZ CASTILLO	01/01/1964		DIVORCIADA

TELEFONOS

DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE

TELEFONO DOMICILIO	TELEFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
32808431	0984519333	PRIMERO DE ABRIL	ROOSEVELT	SN	INGRESO A BETHEMITAS	COTOPAXI	LATACUNGA	IGNACIO FLORES

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA

TELEFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA
32266164		guadalupe_lopez@utc.edu.ec	guadalupe_lopez@hotmail.com	MESTIZO		

FORMACIÓN ACADÉMICA

NIVEL DE INSTRUCCIÓN	Nº DE REGISTRO (SENESCYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAÍS
TERCER NIVEL		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	INGENIERO AGRÓNOMO		AGRICULTURA		OTROS	ECUADOR
4TO NIVEL - MAESTRIA		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	MAGISTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN				OTROS	ECUADOR

Ing. Guadalupe López

Anexo 3. Datos recolectados para la investigación

Porcentaje de plántulas germinadas

Tratamientos		Repeticiones					
Nº	Símbolo	I	(%)	II	(%)	III	(%)
1	Chh	334	98	330	97	332	98
2	Chsh	327	96	324	95	303	89
3	Cht	306	90	284	84	260	76
4	Qh	332	98	332	98	324	95
5	Qsh	330	97	323	95	333	98
6	Qt	250	73	321	94	330	97
7	Ah	327	96	326	96	313	92
8	Ash	326	96	303	89	326	96
9	At	316	93	313	92	320	94

Altura de plantas en pilonera los 8 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	7,01	6,12	6,81
2	Chsh	6,9	6,09	6,23
3	Cht	5,63	5,5	5,02
4	Qh	4,05	4,49	4,07
5	Qsh	4,03	4,29	4,01
6	Qt	2,53	4,2	3,8
7	Ah	1,65	1,95	2,27
8	Ash	0,85	1,73	1,77
9	At	0,78	1,37	1,8

Altura de plantas en pilonera a los 16 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	10,1	10,51	10,57
2	Chsh	9,4	10,24	10,37
3	Cht	7,76	9,55	9,73
4	Qh	5,21	6,46	6,67
5	Qsh	5,16	6,21	5,98
6	Qt	3,45	6,16	5,04
7	Ah	3,14	3,18	3,24
8	Ash	3,17	2,91	2,83
9	At	3,06	2,75	2,76

Altura de plantas en pilonera a los 24 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	14,43	14,07	14,34
2	Chsh	14,08	13,9	13,69
3	Cht	13,71	12,92	13,06
4	Qh	7,76	9,31	9,06
5	Qsh	7,5	9,15	8,58
6	Qt	6,2	7,74	7,87
7	Ah	6,6	6,04	6,17
8	Ash	5,66	5,62	5,24
9	At	5,5	5,1	4,97

Altura de plantas en pilonera a los 32 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	18,03	18	18,16
2	Chsh	17,22	17,9	17,61
3	Cht	16,79	16,23	16,31
4	Qh	11,3	11,2	11,26
5	Qsh	10,31	10,99	10,5
6	Qt	9,04	9,66	9,93
7	Ah	9,6	8,25	8,02
8	Ash	9,01	8,01	8,09
9	At	8,15	7,63	7,76

Días transcurridos desde la siembra hasta aparición de las hojas verdaderas

Tratamientos		Repeticiones			días
Nº	Símbolo	I	II	III	
1	Chh	10	10	10	días
2	Chsh	10	10	10	días
3	Cht	10	10	10	días
4	Qh	14	14	14	días
5	Qsh	14	14	14	días
6	Qt	14	14	14	días
7	Ah	12	12	12	días
8	Ash	12	12	12	días
9	At	12	12	12	días

Diámetro del tallo en pilonera a los 8 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	2,14	2,16	2,11
2	Chsh	2,12	2,07	2,1
3	Cht	2,07	2,06	2,05
4	Qh	1,05	1,12	1,09
5	Qsh	1,06	1,07	1,11
6	Qt	1,02	1,05	1,04
7	Ah	1,2	1,1	1,06
8	Ash	1,1	1,02	1,05
9	At	1	1,01	1,05

Diámetro del tallo en pilonera a los 16 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	2,22	2,34	2,23
2	Chsh	2,12	2,22	2,2
3	Cht	2,07	2,16	2,17
4	Qh	1,05	1,24	1,19
5	Qsh	1,06	1,19	1,22
6	Qt	1,02	1,14	1,17
7	Ah	1,2	1,2	1,2
8	Ash	1,1	1,16	1,16
9	At	1	1,12	1,16

Diámetro del tallo en pilonera a los 24 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	2,33	2,94	2,88
2	Chsh	2,29	2,63	2,64
3	Cht	2,19	2,53	2,39
4	Qh	1,2	1,33	1,34
5	Qsh	1,18	1,3	1,3
6	Qt	1,12	1,25	1,29
7	Ah	1,18	1,25	1,32
8	Ash	1,16	1,24	1,27
9	At	1,1	1,19	1,2

Diámetro del tallo en pilonera a los 32 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	3,17	3,33	3,02
2	Chsh	3,13	3,17	2,88
3	Cht	2,99	3,05	2,52
4	Qh	1,35	2,04	1,88
5	Qsh	1,3	1,99	1,69
6	Qt	1,24	1,63	1,49
7	Ah	2,07	3,05	2,03
8	Ash	2,03	2,04	2,02
9	At	1,79	1,71	1,65

Longitud de la raíz en pilonera a los 8 días(cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	7	7	7,3
2	Chsh	6,1	6,2	7
3	Cht	5,9	6,1	6,1
4	Qh	2,3	2,2	2,3
5	Qsh	2,3	2,2	2,25
6	Qt	2,2	2,2	2,3
7	Ah	2,2	2,2	2,35
8	Ash	2,2	2,2	2,2
9	At	2,2	2,1	2,2

Longitud de la raíz en pilonera a los 16 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	7,9	7,9	8,8
2	Chsh	7,1	7,1	7,9
3	Cht	7,15	7,25	7
4	Qh	3,75	3,75	3,3
5	Qsh	3,4	3,4	3,5
6	Qt	4	3,25	3,4
7	Ah	3,6	3,15	3,4
8	Ash	3,4	3	3,5
9	At	3,3	3,3	3,4

Longitud de la raíz en pilonera a los 24 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	9,2	9,2	9,5
2	Chsh	8,6	9	9
3	Cht	8,3	8,6	8,7
4	Qh	4,5	4,5	4,2
5	Qsh	4,5	4,5	4,2
6	Qt	4,6	4,2	3,9
7	Ah	4,7	4,6	4,3
8	Ash	4,3	4,3	4,2
9	At	4,1	4,3	4,1

Longitud de la raíz en pilonera a los 32 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	10,6	11	11,3
2	Chsh	10,5	10,6	11,1
3	Cht	10,3	10,7	10,6
4	Qh	6,6	6	6,4
5	Qsh	6,3	5,5	6
6	Qt	6,2	5	5,3
7	Ah	5,6	5,5	6,3
8	Ash	5,5	5,5	5,9
9	At	5,2	5	5,3

Fase de campo

Porcentaje de especies vegetales prendidas en campo

Tratamientos		Repeticiones					
N°	Símbolo	I	(%)	II	(%)	III	(%)
1	Chh	98	29	85	25	69	20
2	Chsh	95	29	68	20	60	19
3	Cht	85	27	55	19	45	17
4	Qh	125	37	180	54	114	35
5	Qsh	100	30	150	46	96	28
6	Qt	65	26	95	29	64	19
7	Ah	142	43	125	38	142	45
8	Ash	105	32	105	34	140	42
9	At	94	29	85	27	95	29

Altura de plantas en campo a los 8 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
N°	Símbolo	I	II	III
1	Chh	19,03	19,01	19,34
2	Chsh	18,28	18,7	18,93
3	Cht	18,01	17,4	17,5
4	Qh	12	12	11,96
5	Qsh	10,74	11,6	11,43
6	Qt	9,5	10,8	11
7	Ah	9,9	10	9,43
8	Ash	9,2	9,51	9,05
9	At	9,04	9,44	9,45

Altura de plantas en campo a los 16 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	22,1	21,45	21,67
2	Chsh	20,75	21,3	21,92
3	Cht	20,38	21,4	20,62
4	Qh	13,44	13,27	13,13
5	Qsh	12,4	13,15	12,92
6	Qt	11,16	12,2	12,44
7	Ah	11,6	12,05	12,13
8	Ash	11,06	12,14	11,75
9	At	10,89	11,74	11,85

Altura de plantas en campo a los 24 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	26,47	25,55	25,2
2	Chsh	24,4	24,82	25,06
3	Cht	24,22	24,32	24,27
4	Qh	16,1	15,44	15,24
5	Qsh	14,91	15,32	14,77
6	Qt	13,56	14,96	14,8
7	Ah	13,7	14,3	14,42
8	Ash	13,88	14,41	14,51
9	At	13,15	14	14,11

Altura de plantas en campo a los 31 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	29,19	29	28,03
2	Chsh	27,59	28,08	27,57
3	Cht	27,53	27,5	26,6
4	Qh	17,84	17,76	17,15
5	Qsh	17,07	17,74	17,03
6	Qt	16,28	16,89	17,01
7	Ah	16,53	16,1	16,63
8	Ash	16,39	16,53	16,56
9	At	15,72	16,04	16,13

Diámetro del tallo en pilonera a los 8 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	4,03	4	4,1
2	Chsh	4,02	3,91	3,46
3	Cht	3,75	3,77	3,26
4	Qh	2,27	2,53	2,37
5	Qsh	2,2	2,46	2,29
6	Qt	2,2	2,09	2,06
7	Ah	2,52	2,05	2,41
8	Ash	2,22	2,53	2,27
9	At	2,1	2,2	2,08

Diámetro del tallo en pilonera a los 16 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	4,7	4,7	4,32
2	Chsh	4,65	4,4	4,1
3	Cht	4,24	4,29	4
4	Qh	3,15	3	3,88
5	Qsh	3	3	3,04
6	Qt	2,92	3	3
7	Ah	2,9	3,03	3,19
8	Ash	2,9	3,02	3,17
9	At	2,81	3	3,09

Diámetro del tallo en pilonera a los 24 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	5,36	5,31	5,31
2	Chsh	5,15	5,24	5,06
3	Cht	5,07	5,18	5,1
4	Qh	5,23	5,25	5,24
5	Qsh	5,17	5,27	5,1
6	Qt	4,24	5,02	5
7	Ah	5,5	5,25	5,28
8	Ash	5,1	5,1	5,2
9	At	5	5,04	5,07

Diámetro del tallo en pilonera a los 31 días (mm)

Tratamientos		Repeticiones		
Nº	Símbolo	I	II	III
1	Chh	6,18	6,25	6,32
2	Chsh	6,08	6,2	6,24
3	Cht	6,04	6,2	6,11
4	Qh	6,6	6,61	6,76
5	Qsh	6,25	6,29	6,25
6	Qt	6,08	6,07	6,24
7	Ah	7,07	7,2	7,01
8	Ash	6,8	6,4	6,96
9	At	6,4	6,66	6,7

Anexo 4. Fotografías



Fotografía 1. Preparación y desinfección de bandejas



Fotografía 2. Pesaje de fotiRaiz



Fotografía 3. Pesaje del polímero newgel



Fotografía 4. Mezcla del polímero y FortiRaíz



Fotografía 5. Preparación del sustrato



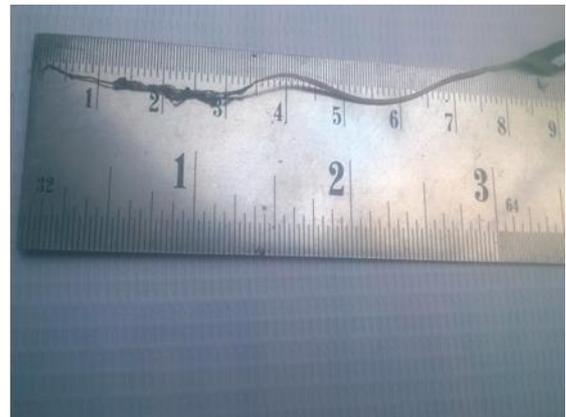
Fotografía 6. Visita de los lectores del proyecto



Fotografía 7. Toma de datos



Fotografía 8. Desprendimiento del sustrato para medir la longitud de las raíces de la quinua



Fotografía 9. Desprendimiento del sustrato para medir la longitud de las raíces de amaranto



Fotografía 10. Desprendimiento del sustrato para medir la longitud de las raíces de chocho



Fotografía 11. Medición del diámetro del tallo



Fotografía 12. Preparación del terreno



Fotografía 13. Siembra



Fotografía 14. Rascadillo