

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

**Efecto del tiempo de germinación en el contenido de
ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de
Amaranthus caudatus. Ayacucho 2023**

Para optar el título profesional de:
BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:

Bach. Liz Mayra JAYACC DE LA CRUZ

ASESORA:

Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ

COASESOR:

Blgo. Jhonatan Jorge ESPINOZA CARBAJAL

AYACUCHO - PERÚ

2025

A mis padres, así como a mi querido hermano y hermana, por su amor incondicional, su apoyo y sus consejos en este camino lleno de dificultades, donde mi familia estuvo a mi lado en todo momento, guiándome en cada paso de mi crecimiento. Gracias por enseñarme a nunca rendirme.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, institución que me ha brindado la oportunidad de formarme tanto académica como personalmente. A los docentes y personal administrativo, cuya dedicación y compromiso han sido esenciales en mi desarrollo como profesional.

A la Dra. Roberta Brita Anaya González, asesora de esta tesis, por su invaluable guía y por compartir sus conocimientos y sugerencias a lo largo de todo el proceso, contribuyendo de manera fundamental en el desarrollo de cada una de las partes de este trabajo.

Al Blgo. Jhonatan Jorge Espinoza Carbajal, coasesor de la presente tesis, por sus orientaciones y su constante apoyo.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Ayacucho, por su valioso apoyo al proporcionarme las muestras de las tres variedades de *Amaranthus caudatus*.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.2. Marco conceptual	6
2.3. Bases teóricas	8
2.3.1. Pseudocereales	8
2.3.2. <i>Amaranthus caudatus</i>	8
2.3.2.1. Clasificación taxonómica	9
2.3.3. Germinación	12
2.3.4. Germinados	13
2.3.5. Ácido ascórbico	14
2.3.6. Carotenos	15
2.3.7. Espectrofotometría	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Descripción de la zona de estudio	17
3.1.1. Ubicación política	17
3.1.2. Ubicación geográfica	17
3.2. Población y muestra	17
3.2.1. Población	17
3.2.2. Muestras	18
3.3. Metodología	18
3.3.1. Procesos y técnicas para la realización de la investigación	18
3.4. Tipo de investigación	23
3.5. Diseño experimental	23
3.6. Variables e indicadores	24

3.7.	Análisis de datos	24
IV.	RESULTADOS	26
V.	DISCUSIÓN	29
VI.	CONCLUSIONES	34
VII.	RECOMENDACIONES	35
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
	ANEXO	44

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Amaranthus caudatus</i> .	9
Tabla 2. Contenido de nutrientes y vitaminas de achita por 100 g.	10
Tabla 3. Contenido de minerales y vitaminas de achita por 100 g.	10
Tabla 4. Dilución para la curva de calibración.	21
Tabla 5. Elaboración de curva de calibración para las diluciones.	21
Tabla 6. Determinación de ácido ascórbico de <i>Amaranthus caudatus</i> .	22
Tabla 7. Dilución para la curva de calibración.	22
Tabla 8. Variable independiente e indicadores.	24
Tabla 9. Variable dependiente e indicadores.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estructura molecular del ácido L-ascórbico.	14
Figura 2. Estructura molecular de los carotenoides.	15
Figura 3. Reducción del 2,6-diclorofenol-indofenol mediante ácido L-ascórbico.	20
Figura 4. Promedio del contenido de ácido ascórbico en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> .	27
Figura 5. Promedio del contenido de carotenos en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> .	28

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> en el tiempo 0 horas.	45
Anexo 2. Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> tras un periodo de germinación de 24 horas.	46
Anexo 3. Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> tras un periodo de germinación de 48 horas.	47
Anexo 4. Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> tras un periodo de germinación de 72 horas.	48
Anexo 5. Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> tras un periodo de germinación de 96 horas.	49
Anexo 6. Concentración de carotenos en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> en el tiempo 0 horas.	50
Anexo 7. Concentración de carotenos en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> en el tiempo de germinación de 24 horas.	51
Anexo 8. Concentración de carotenos en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> en el tiempo de germinación de 48 horas.	52
Anexo 9. Concentración de carotenos en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> en el tiempo de germinación de 72 horas.	53
Anexo 10. Concentración de carotenos en tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> en el tiempo de germinación de 96 horas.	54
Anexo 11. Curva de calibración de ácido ascórbico.	55
Anexo 12. Curva espectral de carotenos.	56
Anexo 13. Curva de calibración de carotenos.	57
Anexo 14. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas (ANOVA), para ácido ascórbico.	58

Anexo 15.	Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas (ANOVA), para carotenos.	59
Anexo 16.	Análisis de varianza de dos factores con interacción con respecto al contenido del ácido ascórbico.	60
Anexo 17.	Análisis de varianza de dos factores con interacción con respecto al contenido de los carotenos.	61
Anexo 18.	Comparación múltiple de Tukey del contenido de ácido ascórbico en con respecto al tiempo de germinación.	62
Anexo 19.	Comparación múltiple de Tukey del contenido de carotenos en con respecto al tiempo de germinación.	63
Anexo 20.	Comparación múltiple de Tukey para el contenido de ácido ascórbico según la variedad de <i>Amaranthus caudatus</i> .	64
Anexo 21.	Comparación múltiple de Tukey del contenido de carotenos en función a la variedad de <i>Amaranthus caudatus</i> .	65
Anexo 22.	Comparación múltiple de Tukey del contenido del ácido ascórbico con respecto a la interacción que hay entre la variedad y el tiempo de germinación.	66
Anexo 23.	Comparación múltiple de Tukey del contenido de carotenos con respecto a la interacción que hay entre la variedad y el tiempo de germinación.	67
Anexo 24.	Comparación múltiple de Tukey del contenido del ácido ascórbico y carotenos con respecto a la interacción que hay entre la variedad y el tiempo de germinación.	68
Anexo 25.	Porcentaje promedio de germinación de tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> a diferentes tiempos germinación.	69
Anexo 26.	Flujograma para la obtención de la harina de achita en diferentes tiempos de germinación.	70
Anexo 27.	Flujograma para la determinación de ácido ascórbico en las muestras germinadas de las tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> , según metodología adaptada.	71
Anexo 28.	Flujograma para la determinación de carotenos en las muestras germinadas de las tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> según metodología adaptada.	72
Anexo 29.	Recolección de tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> INIA – Ayacucho 2023.	73

Anexo 30.	Procesamiento de extracción de ácido ascórbico.	74
Anexo 31.	Procesamiento de extracción de carotenos.	75
Anexo 32.	Preparación de diluciones de ácido ascórbico para elaborar la curva de calibración.	76
Anexo 33.	Preparación de diluciones de caroteno para elaborar la curva de calibración.	77
Anexo 34.	Germinación de tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> entre 24 y 48 horas.	78
Anexo 35.	Germinación de tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> entre 72 y 96 horas.	79
Anexo 36.	Reducción del colorante (DCFI) por el ácido ascórbico en diferentes tiempos de germinado de <i>Amaranthus caudatus</i> .	80
Anexo 37.	Coloración de carotenos en diferentes tiempos de germinado de <i>Amaranthus caudatus</i> .	81
Anexo 38.	Boleta de venta de tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> .	82
Anexo 39.	Constancia de tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> .	83
Anexo 40.	Matriz de consistencia.	84

RESUMEN

Amaranthus caudatus, en muchas comunidades andinas, es parte de la alimentación diaria, su valor nutricional, junto con su capacidad para soportar las condiciones climáticas extremas. La investigación se llevó en el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicada en la región de Ayacucho. Durante el proceso de germinación, se intensifican las actividades enzimáticas y se movilizan los nutrientes almacenados, favoreciendo la síntesis de compuestos bioactivos como el ácido ascórbico y los carotenos; en este estudio se evaluó la concentración de estos compuestos en tres variedades de *Amaranthus caudatus* provenientes de INIA - Ayacucho (INIA 414 - Taray, INIA 442 - Frondosa y Oscar Blanco) en diferentes tiempos de germinación (0, 24, 48, 72 y 96 horas). Se realizaron determinaciones espectrofotométricas en semillas sin germinar y germinadas, analizando la influencia del tiempo y la variedad. Los resultados mostraron que Oscar Blanco tuvo la mayor concentración inicial de ácido ascórbico (7,32 mg/100 g), mientras que INIA 442 - Frondosa destacó en carotenos (54,73 µg/100 g). Se observó un incremento progresivo en ambas vitaminas durante las primeras 72 horas, alcanzando su máximo en INIA 442 - Frondosa a las 96 horas (28,90 mg/100 g de ácido ascórbico y 163,65 µg/100 g de carotenos). Sin embargo, después de este tiempo, el ácido ascórbico mostró una ligera reducción debido a su participación en los procesos metabólicos. El análisis estadístico (ANOVA y prueba de Tukey) confirmó que tanto el tiempo de germinación como la variedad influyeron significativamente en la concentración de estos compuestos, lo que sugiere un enriquecimiento nutricional en las semillas de *Amaranthus caudatus*.

Palabras clave: Ácido ascórbico, carotenos, germinación, *Amaranthus caudatus*.

I. INTRODUCCIÓN

Amaranthus caudatus, conocido comúnmente como “achita” o “kiwicha”, es un pseudocereal que ha ganado atención en los últimos años debido a su alto valor nutricional y sus múltiples beneficios para la salud. Este grano se caracteriza por su riqueza en proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, lo que la convierte en un alimento de gran interés en la alimentación. En particular, el contenido de ácido ascórbico y carotenos en las semillas de amaranto es crucial, ya que estos compuestos son antioxidantes que contribuyen a la prevención de diversas enfermedades y al fortalecimiento del sistema inmunológico. (González et al, 2012).

La germinación es un proceso biológico que transforma las semillas en plántulas, durante el cual se producen cambios significativos en la composición nutricional de los granos. Este proceso no solo mejora la biodisponibilidad de los nutrientes, sino que también incrementa la concentración de compuestos bioactivos, como los ácidos grasos poliinsaturados y las vitaminas. Sin embargo, el tiempo de germinación puede influir de manera significativa en el contenido de estos nutrientes, lo que plantea la necesidad de investigar cómo varía la concentración de ácido ascórbico y carotenos en diferentes variedades de *Amaranthus caudatus* a lo largo del tiempo (Luque et al, 2019).

El presente estudio tiene un enfoque que busca determinar la relación entre el tiempo de germinación y la calidad nutricional de estas semillas, contribuyendo así al conocimiento sobre el potencial del amaranto como un alimento beneficioso y saludable. La investigación no solo tiene implicaciones para la nutrición humana,

sino que también puede ofrecer información valiosa para la agricultura y la producción de agroalimentaria en la región de Ayacucho. Por lo tanto, se definieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de *Amaranthus caudatus*.

Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de ácido ascórbico y carotenos después de las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de geminación en las tres variedades de *Amaranthus caudatus*.
2. Analizar las diferencias en los niveles de ácido ascórbico y carotenos después de las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de geminación dentro de las tres variedades de *Amaranthus caudatus*.
3. Comparar los niveles de ácido ascórbico y carotenos después de las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de geminación entre las tres variedades de *Amaranthus caudatus*.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Jimoh et al. (2020) Observaron variaciones significativas de *Amaranthus caudatus* en el contenido de vitaminas según el tipo de suelo. Sin embargo, el contenido vitamínico de las plantas cultivadas en diferentes suelos bajo condiciones controladas de invernadero fue más alto que los valores reportados. Durante la etapa de prefloración, no encontraron diferencias significativas en el contenido de vitamina A entre las muestras analizadas. En cambio, durante las fases de floración y posfloración, la mayor concentración de vitamina A se registró en plantas cultivadas en suelo franco arcilloso. Por el contrario, las concentraciones más bajas de esta vitamina se encontraron en las plantas cultivadas en suelos de control y en suelos franco-arcillosos arenosos.

En este estudio se evaluaron las propiedades biológicas, antioxidantes y antidiabéticas de las semillas de *Amaranthus caudatus*, como Oscar Blanco y Víctor Rojo. también, se analizaron de aceite, escualeno y compuestos fenólicos en estas semillas. Los resultados mostraron diferencias significativas en el contenido del 2,2 % en la variedad Oscar Blanco y del 7,5 % en la variedad Víctor Rojo. A pesar de estas diferencias en el contenido de escualeno, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la actividad antioxidante entre ambas variedades de *A. caudatus* (Oscar Blanco y Víctor Rojo) (Conforti et al., 2005).

En el caso de *A. caudatus*, se observaron reducciones de vitamina C más bajas (38,6 % y 30,4 %) en las semillas de *A. caudatus* y *A. cruentus*, respectivamente.

Sin embargo, el proceso de secado posterior a la germinación ha ocasionado la pérdida de algunas de las vitaminas. Las semillas germinadas se sometieron a un proceso de secado a 30 °C y mostraron el mayor contenido de ácido ascórbico, seguidas por las semillas germinadas y secadas a 60 y 90 °C (Gamel et al., 2006).

Según Idowu et al. (2019) el proceso de germinación como una fuente alternativa para enriquecer los fitonutrientes presentes en semillas comestibles. Además, los investigadores señalaron que los valores nutricionales, como los fitoquímicos presentes en las semillas comestibles, experimentan un aumento después del proceso de germinación. En consecuencia, se ha observado que la germinación conlleva una mejora en diversos compuestos bioactivos, tales como el ácido y aminobutírico, los polifenoles y las vitaminas. Estas mejoras resultan en una mayor bioactividad de las semillas germinadas, lo que se traduce en efectos benéficos como propiedades antidiabéticas, antibacterianas y anticancerígenas cuando se consumen estas semillas.

Karamac et al. (2019) investigaron la evolución de la actividad antioxidante y la composición fenólica del amaranto (*Amaranthus caudatus*) a lo largo de su ciclo de crecimiento. En general, los niveles más bajos de actividad antioxidante se observaron en las fases de brotación y gemación. El estudio reveló que la actividad antioxidante fue significativamente mayor en las etapas tempranas (vegetativa) y posteriores (floración temprana y llenado de granos) del ciclo del amaranto. Esto sugiere que las plantas en estas etapas son valiosas fuentes de antioxidantes.

Durante el proceso de germinación, se generan transformaciones significativas en la composición bioquímica de los granos. La acción de la amilasa conduce a la eliminación de las reservas de almidón, formando poros en la superficie del gránulo, mientras que las fracciones con contenido de nitrógeno se convierten en oligopéptidos y aminoácidos libres, originando un cambio en la composición de aminoácidos. En consecuencia, los granos germinados ofrecen una disponibilidad nutricional más completa y presentan concentraciones elevadas de diversos antioxidantes (Guardianelli et al., 2022).

Se establecieron condiciones óptimas de germinación para lograr el máximo número de semillas germinadas en el menor tiempo posible. Durante este proceso, los brotes mostraron un aumento gradual en compuestos antioxidantes debido a biosíntesis o liberación enzimática. Tratamientos térmicos a diferentes temperaturas y tiempos también se evaluaron, revelando que temperaturas de

160°C a 190°C durante 30 a 60 minutos mejoraron la actividad antioxidante y la concentración de compuestos beneficiosos. La combinación de germinación y tratamiento térmico resultó en mejoras significativas en comparación con los procesos individuales, utilizando temperaturas más bajas y reduciendo el consumo energético. Esta estrategia se presenta como una opción eficaz para mejorar la capacidad antioxidante de las semillas de quinua (Carciochi, 2014).

En Italia, Capocchi et al. (2016) cuantificación de carotenoides en harinas de maíz local italiano, que presentaban colores desde naranja hasta rojo oscuro, así como maíz amarillo comercial, utilizando espectrofotometría. La variedad local de color anaranjado mostró una concentración de carotenoides significativamente mayor que los otros genotipos. El análisis por HPLC indicó que este genotipo tenía niveles superiores de zeaxantina (8,5 µg/g de harina), β-caroteno (0,5 µg/g de harina) y β-criptoxantina (3,2 µg/g de harina), pero un contenido menor de luteína (2,3 µg/g de harina) en comparación con la variedad comercial.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Se aplicó el proceso de germinación a los granos andinos, quinua y kiwicha, con el objetivo de inducir cambios fisicoquímicos que favorecen la obtención de preparaciones menos viscosas, más energéticas y con un mayor contenido nutricional. Se utilizó quinua blanca de Junín y kiwicha variedad Oscar Blanco, ambas provenientes de Huancayo. La tasa de germinación fue mayor en la quinua, alcanzando un 98 %, mientras que en la kiwicha fue del 70% respectivamente (Bravo et al., 2013).

Varios estudios han revelado el poder antioxidante del grano de *Amaranthus*. En extractos de metanol y etanol, se identificaron compuestos clave como la cafeína y el ácido vinílico. El escualeno también destaca como un componente antioxidante lipófilo. Se notaron diferencias en los perfiles de ácidos fenólicos entre *A. caudatus* y *A. paniculatus*. En *A. paniculatus*, el ácido protocatequico fue dominante (34 % de ácidos fenólicos). En *A. caudatus*, el ácido cafeico predominó (52 %). En extractos metanólicos de granos peruanos de *Amaranthus*, se detectaron dos picos de polifenoles, uno asociado al ácido protocatequínico y otro a un posible ácido hidroxibenzoico. Los ácidos fenólicos libres comprendieron alrededor del 53 % en *A. paniculatus* y el 27% en *A. caudatus*. Estos hallazgos realzan la diversidad antioxidante de las especies de *Amaranthus* (Peiretti et al., 2017).

Las vitaminas C y del complejo B como niacina, niacinamida, piridoxina y riboflavina han sido reportadas en semillas crudas de *A. caudatus*, aunque la muestra de amaranto analizada fue cultivada en un ambiente diferente al área andina (Gamel et al., 2006).

Los granos germinados constituyen una fuente alimenticia saludable, ya que aportan vitaminas y otros nutrientes de fácil absorción, gracias a las transformaciones que ocurren durante la germinación. En comparación con los granos secos, los germinados presentan propiedades nutricionales superiores, incrementando considerablemente su contenido de vitaminas, minerales, aminoácidos, oligoelementos, clorofila y enzimas, que pueden aumentar hasta cientos de veces durante este proceso (2013).

2.2. Marco conceptual

- **Accesiones**

Es la muestra de germoplasma representativa de un individuo o población, identificada de manera específica y con capacidad de reproducirse. Se trata de un registro único dentro de una colección de germoplasma, que incluye semillas almacenadas para su conservación y uso, representando una población determinada (INIA, 2021).

- **Variedad vegetal**

Se define como una planta completa o aquellos elementos de una planta de los que puedan obtenerse plantas completas, pertenecientes al rango más bajo de un taxón botánico. Se distingue por características específicas, uniformes, estables y únicas, derivadas de su genotipo o combinación de genotipos, que permiten su propagación sin alteraciones. Su genoma la diferencia de otras variedades existentes (Ara et al., 2022).

- **Espectrofotometría**

La espectrofotometría es una técnica analítica con la que es posible evaluar la radiación electromagnética absorbida, transmitida o reflejada por un material bien en estado sólido o líquido para cada longitud de onda. La reflectancia es la fracción de la radiación incidente que una muestra o material refleja en determinadas longitudes de onda, y puede presentarse de forma difusa o especular, En la reflectancia difusa, la luz se dispersa en varias direcciones, mientras que, en la

reflectancia especular, la luz se refleja en la misma dirección en que incide (Uymovich et al., 2005).

- **Ácido ascórbico**

Es una vitamina soluble en agua que se origina del metabolismo de la glucosa. Funciona como un agente reductor y es esencial para la síntesis de fibras de colágeno mediante la hidroxilación de los aminoácidos prolina y lisina. Además, protege al cuerpo contra el daño provocado por los radicales libres (Valdés, 2006).

- **Carotenoide**

Es una vitamina liposoluble esencial, está en la formación de pigmentos en la retina y en el control del crecimiento celular y la diferenciación de tejidos, tanto prenatales como posnatales. Su absorción requiere la presencia de bilis, enzimas pancreáticas y cierto nivel de actividad antioxidante en los alimentos. El retinol (comúnmente consumido como éster de retinol) y el β -caroteno se absorben a través del revestimiento del intestino. Durante este proceso, el β -caroteno se modifica en retinol y se transporta en quilomicrones, siendo transportados a las células hepáticas mediante el receptor de apolipoproteína (Kumar, 2018).

- **Carotenos**

Los carotenos son pigmentos naturales solubles en grasas, producidos por las plantas, algas y bacterias fotosintéticas. debido a su estructura insaturación son sensibles al oxígeno, metales, ácidos, peróxidos, calor, luz y a la acción lipoxigenasas. Algunos carotenos pueden funcionar como provitamina A, dependiendo de la presencia de la β -ionona y de su conversión en retinol por parte de los animales (Carranco et al., 2011).

- **Germinación**

La germinación es el proceso biológico en el que una semilla inicia su desarrollo y crecimiento, dando origen a una nueva planta. Este proceso es fundamental en el ciclo de vida de las plantas y marca el inicio de su crecimiento. La germinación ocurre cuando las condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura y la luz, son favorables para que la semilla se active y comience a crecer (Doria, 2010).

- **Viabilidad del embrión.**

La viabilidad de semillas, que no presentan dormancia, se refiere a su habilidad para germinar y generar plántulas normales bajo condiciones ambientales favorables o no favorables. Por otro lado, el vigor de un lote de semillas se describe como el conjunto de características que determinan su nivel de actividad y capacidad funcional durante el proceso de germinación y el posterior desarrollo de las plántulas (Barone et al., 2016).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Pseudocereales

Los pseudocereales, cuyo prefijo "pseudo" significa "falso", son semillas provenientes de flores y se distinguen de los cereales auténticos. A diferencia de los cereales, que son frutos de espigas de gramíneas, los pseudocereales provienen de semillas florales, aunque poseen propiedades nutricionales similares a las de los cereales. (ILSI Nor-Andino, 2018).

El amaranto se considera un pseudocereal debido a que sus semillas pueden molerse para obtener harina, de manera similar a los cereales tradicionales. En contraste con la quinua, el amaranto carece de saponinas, lo que lo exime del proceso de saponificación y elimina cualquier riesgo potencial tanto para el consumo humano como para el medio ambiente (Repo-Carrasco et al., 2010).

La kiwicha o achita es un pseudocereal perteneciente al grupo de plantas llamadas pseudo cereales, como la Amaranthaceae. Estas plantas tienen semillas similares a los cereales, pero de menor tamaño. La palabra "amaranto" proviene del griego y significa "que no se marchita". La familia Amaranthaceae incluye más de 60 géneros y alrededor de 800 especies de plantas herbáceas anuales como perennes. dentro de esta familia, las principales especies productoras de granos son *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*, que se cultivan en México y Guatemala, y *A. caudatus*, que se siembra en Perú (Tejerina y Arenas, 2005).

2.3.2. *Amaranthus caudatus*

El género *Amaranthus* comprende hasta cuatro especies que fueron cultivadas en el continente de América antes de la llegada de los españoles. En Mesoamérica, las principales especies cultivadas son *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*, mientras que en los Andes se encuentra *A. caudatus*. Algunos expertos consideran que *A. edulis* es sinónimo de *A. caudatus*. La planta de kiwicha o achita puede crecer en una amplia gama de altitudes, desde el nivel del mar hasta los 4,500 metros sobre el nivel del mar. Prefiere suelos de textura franca a arenosa con un alto contenido

de materia orgánica, y es capaz de tolerar condiciones alcalinas, prosperando incluso en suelos con un pH de hasta 8,5 (Suquilanda, 2011).

La kiwicha o amaranto es una planta anual con tallos suculentos y tiernos que puede alcanzar más de 3 metros de altura en su fase madura. Su color va desde verde hasta púrpura, con flores en tonos vivos como amarillo, verde, rosado, rojo y púrpura en una estructura llamada panícula, que puede medir hasta 90 cm. (Tejerina y Arenas, 2005).

Amaranthus caudatus, según Chagaray (2005), presenta una raíz de tipo pivotante y una extensa ramificación con muchas raíces delgadas. La raíz principal tiene la función de proporcionar soporte a la planta, lo que le permite sostener la panoja. En cuanto al tallo, es de forma cilíndrica y presenta ángulos pronunciados debido a las marcadas estrías longitudinales, lo que le confiere una apariencia con surco. Su longitud varía entre 0,4 y 3 metros, y su grosor disminuye gradualmente desde la base hasta la parte superior con respecto a las hojas, estas están unidas al tallo a través de pecíolos y carecen de estípulas. Tienen una forma que puede ser ovalada o elíptica y pueden estar dispuestas en el tallo de manera opuesta o alternada. En el envés de las hojas, se observan nervaduras destacadas, y la superficie de las hojas puede ser suave o ligeramente pubescente. Además, el borde de las hojas es continuo, sin divisiones, y su tamaño varía dentro del rango de 6,5 a 15 centímetros.

Las inflorescencias son de tipo panojas con una apariencia muy llamativa, que pueden tomar la forma de amaranto o estar agrupadas de manera compacta. Estas estructuras pueden variar en tamaño, oscilando entre 0,5 y 0,9 metros, ya que a menudo presentan formas diversas y su fruto es una cápsula pequeña conocida como pixidio unilocular, que al madurar se abre de forma transversal, desprendiendo la parte superior denominada opérculo.

2.3.2.1. Clasificación taxonómica

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de Amaranthus caudatus por Cronquist. A. (1988):

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Cariophyllidae
Orden	Cariophyllales

Familia	Amaranthaceae
Género	<i>Amaranthus</i>
Especie	<i>Amaranthus caudatus</i> .
Nombre común	“amaranto”, “kiwicha” o “achita”

2.3.2.2. Valor nutricional de la achita

Está relacionado con el contenido de proteínas, entre los aminoácidos importantes tenemos como: isoleucina, arginina, leucina, treonina, valina, fenilalanina, histidina y metionina.

También concentran grandes proporciones de calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitaminas, niacina y ácido fólico (MINAGRI, 2019).

Tabla 2.

Contenido de nutrientes y vitaminas de achita por 100g.

Nutriente	Unidad	Valor por 100g
Energía	kcal	351
Agua	g	9,2
Proteína	g	12,8
Grasa total	g	6,6
Carbohidratos totales	g	69,1
Vitamina C	mg	1,30

Fuente: Tabla de composición de alimentos (Reyes et al., 2017).

Tabla 3.

Contenido de minerales y vitaminas de achita por 100g.

Nutriente	Unidad	Valor por 100g
Cenizas	g	2,3
Calcio	mg	236
Fósforo	mg	453
Hierro	mg	7,32
β caroteno equivalentes totales	μg	57
Vitamina A equivalentes totales	μg	10

Fuente: Tabla de composición de alimentos (Reyes et al., 2017).

2.3.2.3. Variedades de estudio

- **INIA 414 - Taray**

Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altitud. alcanzando su máximo crecimiento en los valles interandinos ubicados entre los 1800 a 3100 metros sobre el nivel del mar. Es un cultivo de porte erecto, con altura de 150 cm, floración a los 120 días y madurez a los 170 días. Inflorescencia tipo panoja, densa, erecta, de color rojo; granos redondos, amarillo claro, con alta capacidad de reventado (INIA, 2006).

- **INIA 442 – Frondosa**

Esta planta resistente a plagas y enfermedades, destacándose especialmente frente a la roya blanca, manchas foliares y pudrición radicular. Además, se adapta a climas ubicados entre los 2500 y 3000 metros sobre el nivel de mar. Presenta un alto contenido de proteína de 11.72%, con una notable presencia de 8 aminoácidos esenciales entre los cuales se destaca la lisina con 8.34 mg. Inflorescencia amarillo claro, color de grano blanco, tipo de semilla arenoso (Altamirano, 2020).

- **Oscar Blanco**

Tiene una raíz pivotante y un tallo cilíndrico sin ramificaciones, alcanzando una altura promedio de 1,9 m. Sus hojas son verde intenso al principio luego se tornan verde amarillento. Las flores son unisexuales, mientras que la inflorescencia es compacta de tipo amarantiforme, con una postura semidecumbente. Las ramificaciones son cortas o ligeramente cortas, y la panoja presenta un color rosado claro. Los granos son blancos cremosos, de aspecto opaco. Su ciclo vegetativo varía entre 190 y 230 días según la zona ecológica y es adaptable a altitudes de 0 a 3300 msnm (Alvarez et al., 2010).

2.3.2.4. Variedades comerciales

- **Centenario**

Cuenta con una raíz pivotante y un tallo cilíndrico de color verde claro, cuya altura que varían entre 1,5 y 2,5 metros según las condiciones de cultivo. Sus hojas poseen pecíolos largos. La inflorescencia, que se encuentra en la parte terminal, es erecta y de tipo amarantiforme, con una longitud de 50 a 80 cm y color verde claro. Los granos son de color crema. Esta variedad es altamente adaptable a altitudes entre 0 y 3000 msnm, lo que amplía su rango de cultivo (Caballero et al., 2010).

- **Canaan INIA**

Según Martínez (2010), esta variedad tiene un ciclo vegetativo de 138 días bajo las condiciones de Canaan, similar a la variedad Oscar Blanco. Se caracteriza por una panoja decumbente de color morado y granos rosados.

- **INIA 413 - Morocho Ayacucho**

Desde el nivel del mar hasta 3000 msnm, con mejor desarrollo en los valles interandinos de la sierra entre 1500 y 3000 metros de altitud. a variedad tiene un hábito de crecimiento erecto, alcanzando 220 cm de altura. Su inflorescencia es densa y de color rosado crema, con una panoja que mide 48 a 60 cm. Los granos son de color amarillo claro y tienen una cobertura translúcida, con una forma ovoide (INIA, 2006).

- **Chullpi**

La variedad de kiwicha, también conocida como "reventón", se caracteriza por ser una planta alta, rústica y resistente a enfermedades. Sus hojas tienen un sabor algo amargo y sus granos, de color crema, se cocinan bien al secarse, tipo reventón (Castillo y Maquiña 2020).

2.3.3. Germinación

La germinación es un proceso de transformación que inicia con la absorción de agua por la semilla y finaliza cuando la radícula emerge a través de la testa de la semilla. Durante este proceso, se llevan a cabo diversas reacciones químicas fermentativas que generan una gran cantidad de enzimas y vitaminas, además de descomponer minerales para hacerlos biodisponibles. Se ha observado un aumento de ácidos grasos poliinsaturados y en las proteínas, debido a que las proteasas permiten la movilización de las proteínas almacenadas durante la germinación de las semillas (Luque et al, 2019).

La germinación es un método y eficiente que mejora el valor nutricional de las semillas, al incrementar la digestibilidad de las proteínas, hidratos de carbono y de las vitaminas, además de reducir e incluso eliminar factores no nutritivos (Yasmine, 2012).

2.3.3.1. Fases de la germinación

- **Imbibición**

Es el proceso de absorción de agua por la semilla. Se da por las diferencias de potencial hídrico entre la semilla y la solución de imbibición este proceso se da en tres fases: (Suarez y Melgarejo, 2010).

- ✓ Incremento rápido en la absorción de agua.
- ✓ Fase de estabilización y movilización de nutrientes.
- ✓ Absorción de agua que generalmente coincide con el proceso germinativo.

- **Hidratación**

La absorción de agua es paso inicial para la germinación, ya que sin imbibición de semilla ese proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los tejidos que forman la semilla. Dicho aumento está relacionado con un incremento proporcional en la actividad respiratoria (Koornneef et al., 2002).

- **Germinación**

Representa el verdadero proceso en el que se producen las transformaciones metabólicas necesarias para el completo desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse.

Movilización de nutrientes durante la germinación, las reservas de nutrientes como almidón y proteínas se transforman en sustancias simples como azúcares y aminoácidos estos compuestos, son transportados y oxidados para suplir el crecimiento y la elongación del embrión (Taiz y Zeiger, 2006).

- **Crecimiento**

Durante la fase de la germinación y se activa el metabolismo de las semillas, transformando las macromoléculas de reservas en moléculas más simples y accesibles para el embrión. este proceso es crucial para la activación del metabolismo (Koornneef et al., 2002).

2.3.4. Germinados

Los germinados son reconocidos como una fuente vital de salud y bienestar, ya que se consideran entre los alimentos más nutritivos que la naturaleza ha proporcionado. Esto se debe a su elevado contenido de enzimas, clorofila, vitaminas, proteínas, y antioxidantes entre 20 al 50 veces más que otros vegetales; esto los convierte en alimentos completos y seguros por su efecto regenerador de

tejidos, efectos curativos, ya que a su vez elimina toxinas, estimulando el sistema inmunológico, y previniendo enfermedades (Racines, 2011).

2.3.5. Ácido ascórbico

El ácido ascórbico (vitamina C) es una vitamina hidrosoluble esencial para el hombre. Existe en dos formas, ácido L-ascórbico y ácido L-dehidroascórbico; tanto el ácido ascórbico como otros compuestos relacionados se encuentran en plantas verdes, tomates, frutas cítricas, patatas y en menor medida en tejidos animales. El ácido ascórbico es uno de los agentes reductores naturales más potentes presentes en los tejidos, y funciona como cofactor en numerosas reacciones de hidroxilación y amidación, transfiriendo electrones a las enzimas que requieren equivalentes reductores para su actividad. (Rodríguez, 2015).

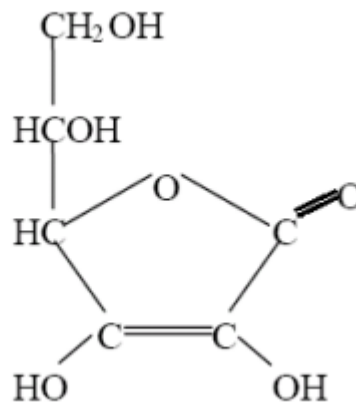


Figura 1.

Estructura molecular del ácido L-ascórbico (Fennema, 2010).

2.3.5.1. Función biológica

El ácido ascórbico funciona como un antioxidante natural que facilita el transporte de hidrógeno dentro de las células animales. Además, es indispensable como intermediario en múltiples reacciones corporales que permiten la síntesis de aminoácidos tales como triptófano, tirosina, lisina, fenilalanina, prolina y colágeno, contribuyendo así al mantenimiento y reparación de tejidos conectivos, vasos sanguíneos, tejido óseo y reparación del tejido dañado, además es esencial para la cicatrización de las heridas (Wahli et al, 2003). también actúa como un cofactor en reacciones de hidroxilación implicadas en la eliminación de sustancias tóxicas (O'Keefe et al., 1991). Así mismo está involucrado en la respuesta al estrés, ya que se almacena en tejidos donde se biosíntesis de catecolamina y se liberan corticosteroides (Dabrowski, 2001).

2.3.6. Carotenos

Los carotenos son los pigmentos responsables de la mayoría de los colores amarillos, anaranjados y rojos de frutos y verduras, debido a la presencia en su molécula de un cromóforo consistente en una cadena de dobles enlaces conjugados. Estos compuestos se encuentran en todos los tejidos fotosintéticos, junto con las clorofilas, así como en tejidos vegetales no fotosintéticos, donde forman parte de los cromoplastos, que pueden ser considerados como cloroplastos en estado degenerado.

Químicamente los carotenos son terpenoides formados por ocho unidades de isopreno, con una estructura en la que la unión entre cada unidad se invierte en el centro de la molécula. En los carotenos naturales sólo se encuentran tres elementos: carbono, hidrogeno y oxígeno. El oxígeno puede estar presente en forma de grupos funcionales como grupo hidroxilo, metoxilo, epoxi, carboxilo o carbonilo. Dentro de los carotenos se distinguen dos categorías: los carotenos, que son hidrocarburos, y las xantofilas, que contienen oxígeno en su estructura molécula (Meléndez et al., 2004).

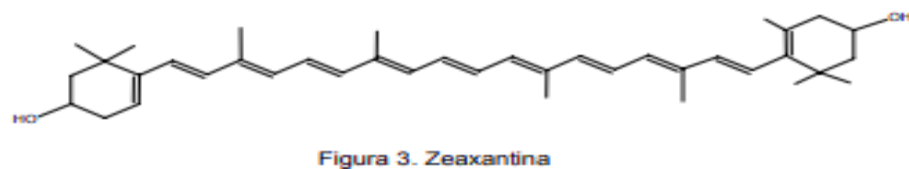
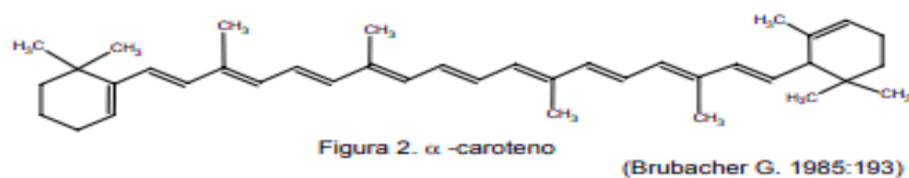
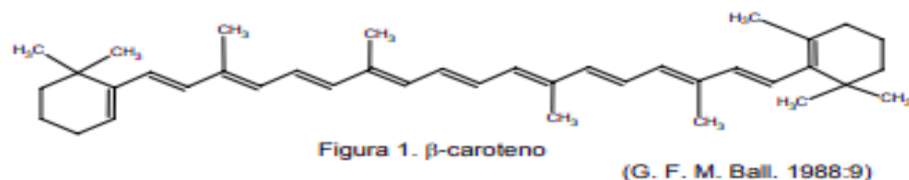


Figura 2.

Estructura molecular de los carotenoides (Shils et al., 1980).

2.3.6.1. Importancia de los carotenoides

Los carotenoides, además de otorgar un color atractivo a frutas y verduras, son importantes por su función como provitamina A, esencial para la visión nocturna, la salud de la piel y los tejidos superficiales. La vitamina A puede provenir del retinol, sus análogos o sus precursores, los carotenoides, compuestos por un núcleo de β -ionona y una cadena.

No todos los carotenoides tienen actividad provitamínica A. Los principales precursores son los carotenos (α -, β - y γ -caroteno) y algunas xantofilas (β -criptoxantina). Su capacidad para convertirse en retinol depende de su estructura, en particular de la presencia de al menos un anillo de β -ionona. El β -caroteno es el más eficiente, seguido del α - y γ -caroteno, que tienen menor eficacia. Algunos carotenoides, como la zeaxantina, carecen de actividad provitamínica A debido a la modificación de sus anillos de β -ionona Meléndez et al., (2004).

Los carotenos provitamina A

Estos se encuentran en las frutas, las verduras y otros productos de origen vegetal. En el organismo, estos compuestos se convierten en vitamina A. El β -caroteno es el caroteno provitamina A más común en los alimentos como en los suplementos dietéticos (NIH, 2022).

2.3.7. Espectrofotometría

Es una técnica de investigación ampliamente utilizada, se basa en la absorción de luz por una muestra y de acuerdo de la cantidad de luz y la longitud de onda absorbida se puede obtener información sobre la pureza, cantidad y concentración de la muestra, el análisis cuantitativo y se grafica como absorción en función de la longitud de onda siendo la altura de los picos de absorción es directamente proporcional a la concentración del componente (Luftman, 2018).

Los principales componentes de espectrofotómetro UV/VIS son:

- ✓ Una fuente de luz que ilumina la muestra con luz en el rango UV y visible.
- ✓ Un soporte para la muestra.
- ✓ Un dispositivo de dispersión que separar las diferentes longitudes de onda de la luz.
- ✓ Un detector adecuado que convierte las señales luminosas en señales eléctricas (Luftman, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1.1. Ubicación política

País : Perú
Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho

3.1.2. Ubicación geográfica

Ubicación : Av. Independencia S/N, ciudad universitaria “los módulos”.
Latitud Sur : 13° 08' 44, 04''
Longitud Oeste : 74° 13' 15, 85''
Altitud : 2791 msnm

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Conformada por semillas de *Amaranthus caudatus*, correspondientes a tres variedades seleccionadas para el estudio, provenientes del banco de germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; se encuentra ubicada geográficamente en la latitud 13° 10' 09" Sur y longitud 74° 12' 82' Oeste y a una altitud de 2735 msnm.

Características	Descripción
Altitud	2735 msnm

Tipo de suelo	Suelos sueltos y profundos, granulares; franco a franco arcilloso.
pH	Entre 7,4 y 8,1

Fuente: (INIA -2018).

3.2.2. Muestras

1,500 g de semilla de *Amaranthus caudatus* fueron obtenidas del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Huamanga - Ayacucho.

- 500g de *Amaranthus caudatus*, variedad Oscar Blanco
- 500g de *Amaranthus caudatus*, variedad INIA 442 - Frondosa
- 500g de *Amaranthus caudatus*, variedad INIA 414 - Taray

3.3. Metodología

3.3.1. Procesos y técnicas para la realización de la investigación

3.3.1.1. Obtención y recolección de muestra

- Se adquirieron tres variedades de muestras *Amaranthus caudatus* del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).
- Las muestras recolectadas fueron cuidadosamente seleccionadas y posteriormente rotuladas en recipientes, identificando las tres distintas variedades de *Amaranthus caudatus*.
- Luego, fueron transportadas al laboratorio de bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga para su análisis y procesamiento.

3.3.1.2. Limpieza y clasificación

Los granos de *Amaranthus caudatus* fueron seleccionados según su tamaño para evitar la presencia de partículas no deseadas, como tierra, piedras, pajas, cáscaras y materiales no deseados. Posteriormente, se clasificaron meticulosamente de acuerdo con la variedad, asegurando uniformidad y calidad en el material. Este proceso incluyó la utilización de herramientas manuales como uso de tamices o coladores que permitieron optimizar la pureza de los granos, garantizando un mejor rendimiento en las etapas posteriores de procesamiento.

3.3.1.3. Hidratación

En una mesa de trabajo, las semillas se pesaron cuidadosamente en un recipiente 45 gramos de *Amaranthus caudatus*. Posteriormente, se agregó agua destilada hasta alcanzar las tres cuartas partes de la capacidad del recipiente, asegurando

una inmersión uniforme de las semillas. Este procedimiento permitió que las semillas se hidrataran adecuadamente, se dejaron en remojo durante un periodo controlado de 10 horas, tiempo óptimo para asegurar la absorción de agua.

3.3.1.4. Germinado

Las semillas se colocaron en bandejas de plástico previamente preparadas, cubiertas con papel toalla humedecidos con agua destilada estéril para garantizar condiciones adecuadas de humedad. Posteriormente, las bandejas de plástico fueron mantenidas a temperatura ambiente en la oscuridad para simular un ambiente óptimo para la germinación. Finalmente, las semillas fueron evaluadas en tiempo de 24, 48, 72 y 96 horas.

3.3.1.5. Secado

Las tres variedades de semillas germinadas de *Amaranthus caudatus* por 24 horas fueron colocadas en placas rotuladas, y luego se trasladaron a una incubadora a 40°C durante 24 horas del mismo modo se procedió para 48, 72 y 96 horas, a esta temperatura controlada contribuyó a mejorar las propiedades físicas de las semillas.

3.3.1.6. Molienda

Se procedió a moler los granos germinados de *Amaranthus caudatus* en un mortero, utilizando un proceso manual y cuidadoso para obtener una textura fina similar a la de la harina. Este paso fue crucial para descomponer los granos y permitir una evaluación más precisa de sus propiedades. nutricionales y funcionales también ayudó a liberar los nutrientes presentes en las semillas, facilitando su posterior análisis.

3.3.1.7. Envasado y almacenamiento

La harina de *Amaranthus caudatus* fue colocada en frascos de color ámbar previamente rotulados, asegurando su identificación y conservación adecuada. Posteriormente, los frascos fueron almacenados a una temperatura de 4°C.

3.3.1.8. Determinación del contenido de ácido ascórbico

La técnica se basa en la reducción del colorante 2,6-diclorofenol-indofenol para medir el cambio en su coloración. En un medio, dicho colorante es rojo, pero al ser reducido por el ácido ascórbico pierde su color y se vuelve incoloro. La reacción redox que ocurre se cuantifica utilizando espectrofotometría (Rosales & Arias, 2015).

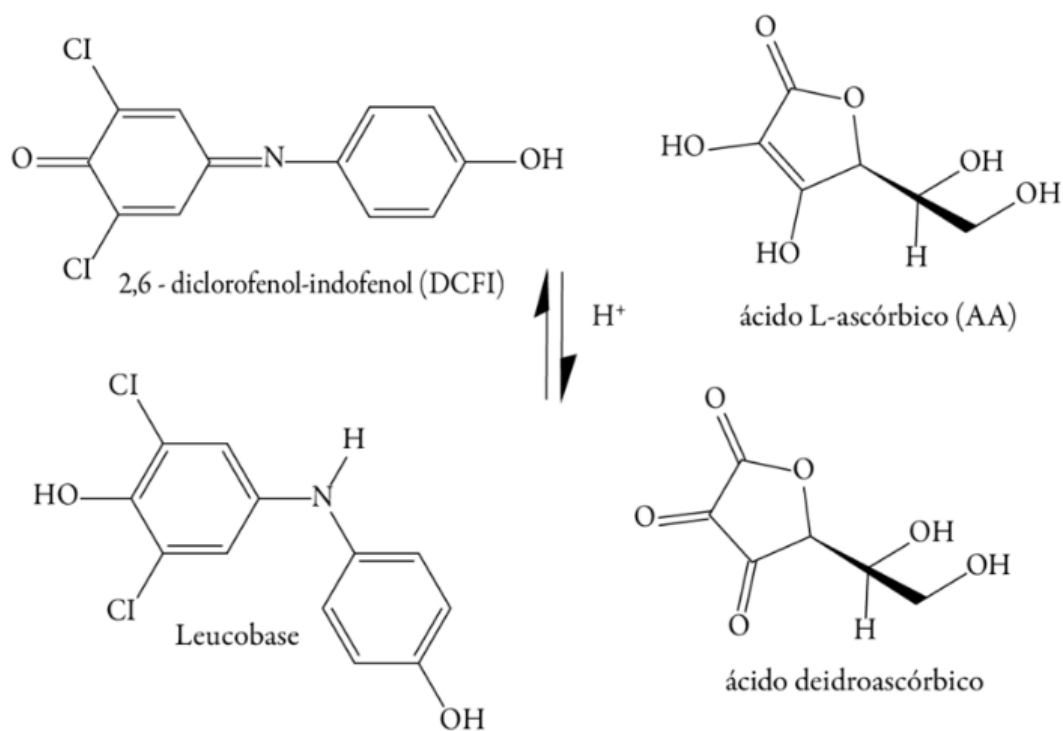


Figura 3.

Reducción del 2,6-diclorofenol-indofenol mediante ácido L- ascórbico, (Rosa et al, 2018)

3.3.1.8.1. Preparación de reactivos

3.3.1.8.2. Ácido oxálico al 0,4 %

Se pesó 1 gramo de ácido oxálico, se diluyó y luego se enrazó el volumen con agua destilada en una fiola de 250 mL.

3.3.1.8.3. Solución coloreada de 2,6 Diclorofenol Indofenol

- Se pesaron 6 mg de bicarbonato de sodio, luego se disolvieron en 50 mL de agua destilada para obtener una solución buffer, que posteriormente se llevó a ebullición.
- Luego se tomaron 8 mg de 2,6 Diclorofenol Indofenol, los cuales se disolvieron en agua destilada caliente. Luego, se ajustó el volumen en una fiola de 100 mL utilizando agua destilada fría.
- La solución fue filtrada utilizando un papel filtro Whatman N °40. Posteriormente, se guardó en un frasco oscuro y se mantuvo refrigerada (Rosales y Arias 2015).

3.3.1.8.4. Solución estándar

Tabla 4.

Dilución para la curva de calibración.

N°	concentración	Solución de ac. ascórbico y ac. Oxálico
1	1 mg/100 mL	10 µL + ácido oxálico
2	2 mg/100 mL	20 µL + ácido oxálico
3	3 mg/100 mL	30 µL + ácido oxálico
4	4 mg/100 mL	40 µL + ácido oxálico
5	5 mg/100 mL	50 µL + ácido oxálico
6	6 mg/100 mL	60 µL + ácido oxálico
7	7 mg/100 mL	70 µL + ácido oxálico

Fuente: (Rosales y Arias 2015).

Tabla 5.

Elaboración de Curva de calibración para las diluciones.

N°	Solución	Absorbancia 520 nm
Tubo 1	10 mL de agua destilada	Lectura (L.A) ajustar blanco
Tubo 2	1 mL + 9 mL (s. colorante)	Lectura (L.B)
Tubo 3	1 mL (s. estándar) + 9 mL de agua destilada	Lectura (L.C) ajustar blanco
tubo 4	1 mL (s. estándar) + 9 mL (s. colorante)	Lectura (L.D)

Nota: Leer cada cubeta después de 10 segundos, se realizó L1 – L2 para cada solución estándar.

Lectura en 520 nm:

- L1 = (L.A - L.B)
- L2 = (L.C - L.D), entonces se obtuvo la diferencia L1 – L2 de absorbancia de ácido ascórbico de *Amaranthus caudatus*.

$$Abs(vitC) = L1 - L2$$

3.3.1.8.5. Extracción de ácido ascórbico a partir de la muestra

- Se pesó 1 g de harina de achita y se mezcló con 9 mL de una solución de ácido oxálico al 0,4%. Esta mezcla se agitó en un mortero durante 1 minutos y se dejó reposar por 4 minutos.
- Luego con un papel filtro Whatman N °40 se la filtro. Una vez completado el proceso se llevó a centrifugación a 5000 RPM durante 5 minutos en una temperatura de 4 °C.

Tabla 6.

Determinación de ácido ascórbico de *Amaranthus caudatus*.

N°	Solución	Absorbancia 520 nm
Tubo 1	2mL de agua destilada	Lectura (L.A)
Tubo 2	200 µL ác. Oxálico + 1800 µL (s. colorante)	Lectura (L.B) (L1)
Tubo 3	200 µL (muestra) + 1800 µL de agua destilada	Lectura (L.C)
tubo 4	200 µL (muestra) + 1800 µL (s. colorante)	Lectura (L.D) (L2)

Fuente: (Rosales y Arias 2015).

Cálculo de la concentración de ácido ascórbico

$$\text{Ácido ascórbico (mg/ 100mL o mg/ 100g)} = \frac{C \times D}{M}$$

Donde:

C: Concentración de ácido ascórbico (AA) obtenida a partir de la curva de calibración (mg/ 100 mL)

D: Factor de dilución aplicado a la muestra.

M: Peso de la muestra (g o mL); se expresa en gramos (g) si la muestra es seca o en polvo, y en mililitros (mL), si la muestra es: líquida.

3.3.1.9. Determinación del contenido de caroteno

3.3.1.9.1. Estándar de carotenos: 100µg /mL

- Se pesó 5 mg de estándar de carotenos
- Luego, en una fiola de 50 mL se añadió 25 mL acetona concentrada y el estándar, se homogenizo y seguidamente se enrasó la fiola con la acetona concentrada.

3.3.1.9.2. Solución del estándar

Tabla 7.

Dilución para la curva de calibración.

N°	volumen de concentración carotenos	Solvente de acetona
Tubo 1	100 µL	(acetona + [] carotenos) 3mL
Tubo 2	200 µL	(acetona + [] carotenos) 3mL
Tubo 3	300 µL	(acetona + [] carotenos) 3mL
Tubo 4	400 µL	(acetona + [] carotenos) 3mL
Tubo 5	500 µL	(acetona + [] carotenos) 3mL
Tubo 6	600 µL	(acetona + [] carotenos) 3mL
Tubo 7	700 µL	(acetona + [] carotenos) 3mL

3.3.1.9.3. Extracción de carotenos en la muestra

- Se trabajó la muestra con luz muy tenue para evitar la degradación de los carotenos
- Después se pesó 1g de muestra, el cual se colocó en un tubo al vacío con tapa roja.
- Se agregaron 3 mL de acetona concentrada a cada tubo, incluyendo el tubo sin muestra
- Se realizaron tres repeticiones por cada muestra y se preparó un tubo sin muestra
- Luego, los tubos de tapa roja se colocaron en el vórtex durante 15 minutos para homogenizar las soluciones.
- Después de homogenizar, los tubos se refrigeraron a -4°C durante toda la noche.
- Una vez refrigerados, los tubos se sometieron al vórtex durante 15 minutos.
- Posteriormente se centrifugaron las muestras a 4°C por 500 rpm durante 20 minutos.
- Seguidamente se recolectó la extracción con 3 mL más de acetona concentrada
- Finalmente, se leyó la absorbancia a 450 nm en el espectrofotómetro, ajustando el equipo a cero con el blanco (Ruiz A et al., 2021).

Cálculo de la concentración de carotenos

$$\text{Carotenos } \mu\text{g/g} = (C_m \times V_e) / W_s$$

C_m : concentración de carotenos de la curva de calibración ($\mu\text{g/mL}$)

V_e : volumen de extracción (mL)

W_s : masa (g)

3.4. Tipo de investigación

Se realizó un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones, teniendo las tres variedades de *Amaranthus caudatus* en función al tiempo de germinación.

3.5. Diseño experimental

Se realizaron los análisis de datos utilizando un diseño experimental basado en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo factorial de $A \times B$, específicamente de 3×5 . Los factores en estudio tuvieron dos niveles: el

factor A que son las variedades de achita (Oscar Blanco, INIA 442 – Frondosa y INIA 414 – Taray) y el factor B que es el tiempo de germinación de 0, 24, 48, 72 y 96 horas. Esto dio un total de 15 tratamientos, con 3 repeticiones para cada uno, lo que resultó en un total de 45 unidades de observación.

3.6. Variables e indicadores

Tabla 8.

Variable independiente e indicadores.

variable independiente	Indicadores
Variedad de achita	V1: Oscar Blanco
	V2: INIA 442 – Frondosa
	V3: INIA 414 – Taray
Tiempo de germinación	t: 0 horas
	t: 24 horas
	t: 48 horas
	t: 72 horas
	t: 96 horas

Tabla 9.

Variable dependiente e indicadores.

Variable dependiente	Indicadores
Contenido ácido ascórbico	mg / 100 g
Contenido de carotenos	µg / 100 g
Porcentaje de germinación	100 %

3.7. Análisis de datos

A partir de los datos obtenidos sobre el tiempo de germinación y las diferentes variedades de *Amaranthus caudatus*, se determinó la existencia de una distribución normal. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), agrupando los datos dentro de un límite de confianza del 95 % para confirmar si existía una diferencia significativa entre el tiempo de germinación y las variedades de achita, complementado con una comparación múltiple mediante la prueba de Tukey. Asimismo, se emplearon gráficos estadísticos para visualizar el valor promedio de los datos obtenidos para cada tiempo de germinación, en las

variedades de achita. Todo el análisis se llevó a cabo utilizando el programa Minitab 2021.

IV. RESULTADOS

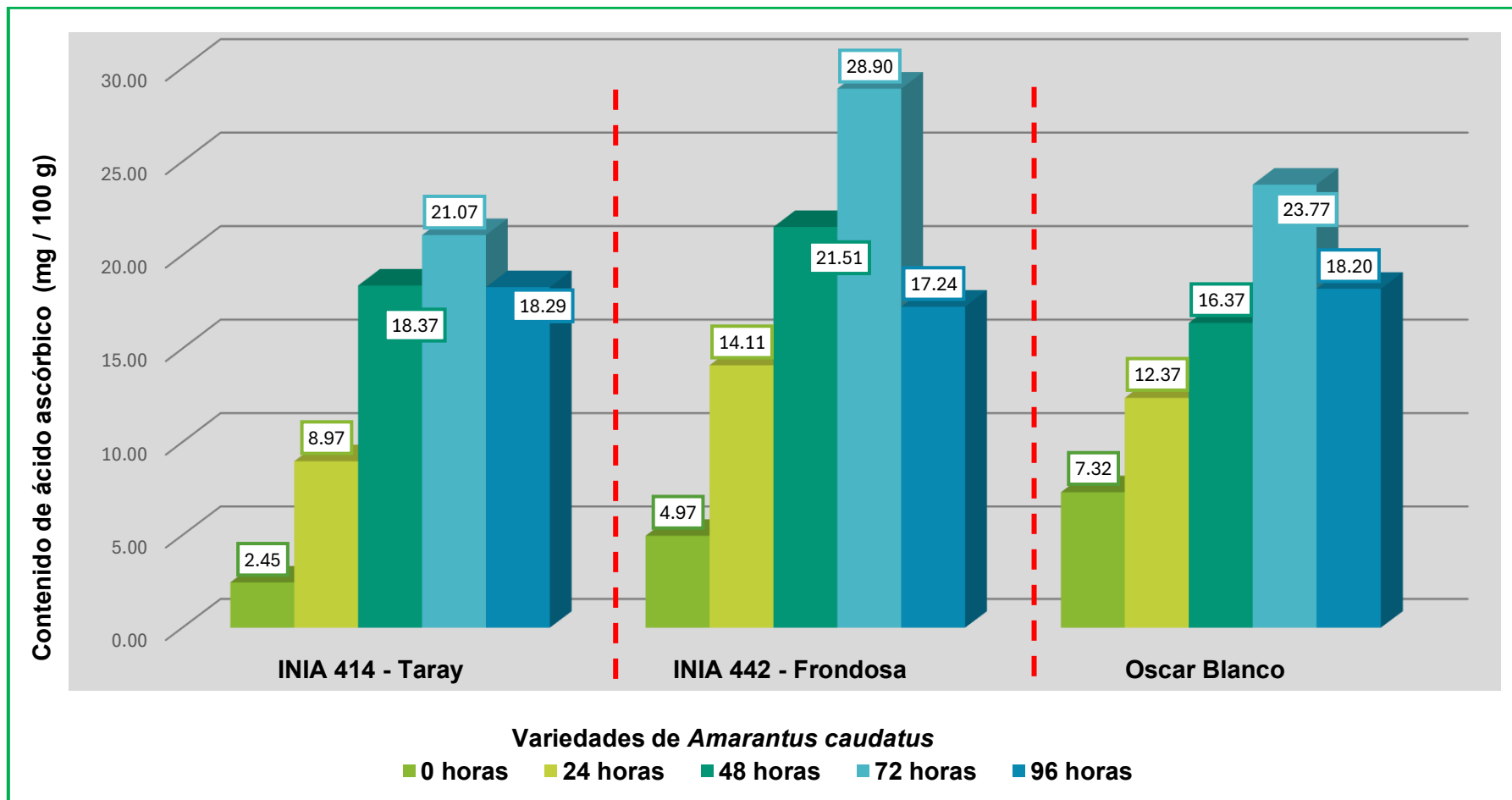


Figura 4.1

Promedio del contenido de ácido ascórbico en tres variedades de *Amaranthus caudatus*.

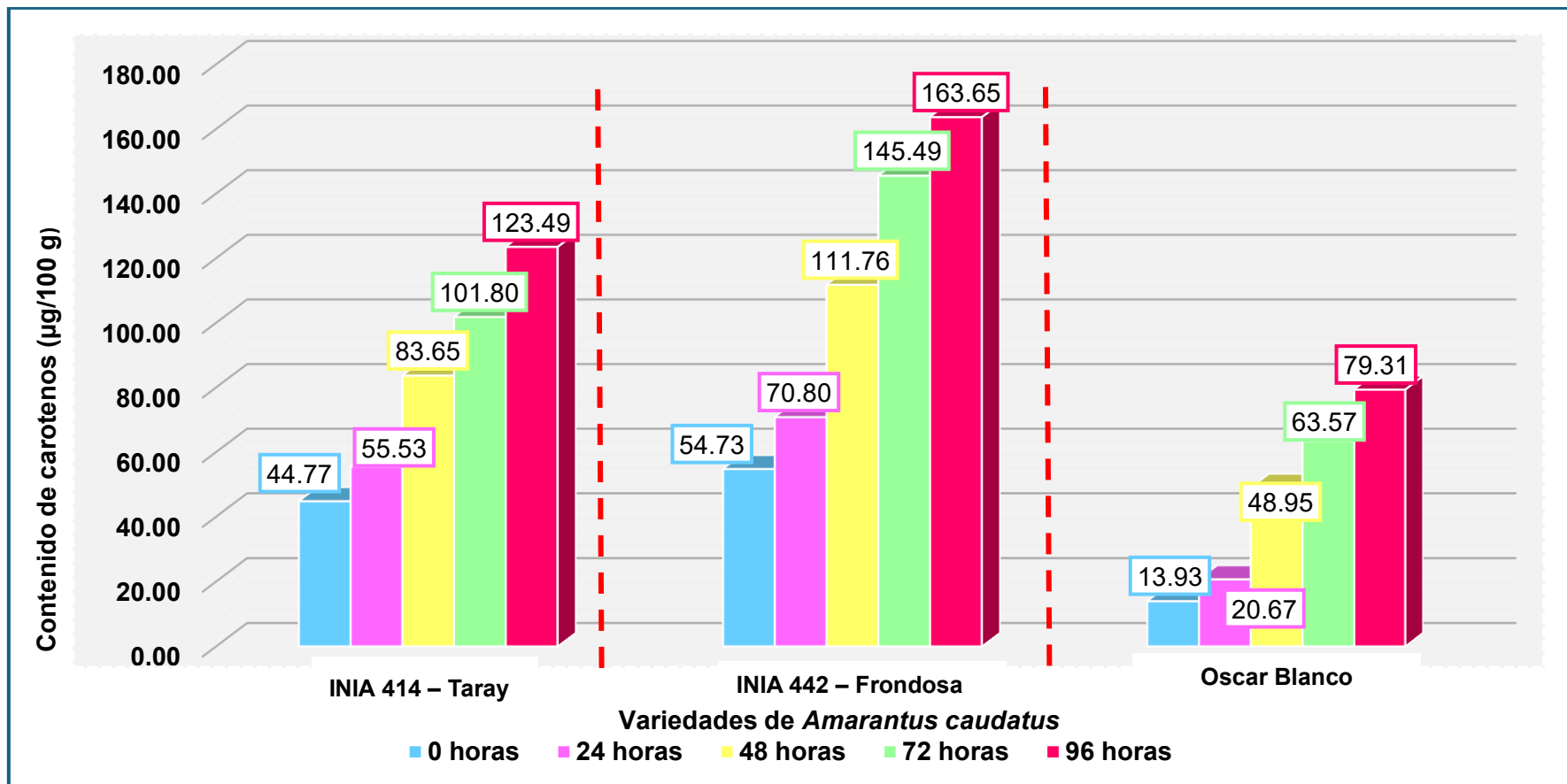


Figura 4.2

Promedio del contenido de carotenos en tres variedades de *Amaranthus caudatus*.

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se determinó la concentración de ácido ascórbico (mg/100 g) en los distintos tiempos de germinación de *Amaranthus caudatus*. La concentración de ácido ascórbico en semillas sin germinar de las variedades INIA 414 - Taray, INIA 442 - Frondosa y Oscar Blanco fue de 2,54 mg/100 g; 4,97 mg/100 g y 7,32 mg/100 g, respectivamente. Estos resultados guardan relación con lo obtenido por D'Amico y Schoenlechner (2017), donde determinaron que las semillas no germinadas de *Amaranthus caudatus* poseen una concentración de ácido ascórbico que oscila entre 4,50 mg/100 g. Del mismo modo, los resultados de esta investigación muestran que la variedad Taray presentan una concentración de 2,54 mg/100 g, Estos resultados fueron similares a los reportados por Barrantes (1969), se reporta una concentración de 3,2 mg/100 g de ácido ascórbico en semillas no germinadas de *Amaranthus caudatus*. Esta información nos da entender que la variedad con la que se trabajó influye significativamente en la concentración de ácido ascórbico, ya que la variedad Oscar Blanco presenta una concentración de 7,32 mg/100 g; esta diferencia se valida mediante el análisis de varianza (ANOVA) (Anexo 16) y la prueba de Tukey (Anexo 20).

En las primeras 24 horas de germinación de *Amaranthus caudatus*, se registró un aumento en la concentración de ácido ascórbico entre las diferentes variedades reportadas en el anexo 2. En la variedad INIA 414 - Taray, la concentración fue de 8,97 mg/100 g, mientras que en INIA 442 - Frondosa alcanzó los 14,11 mg/100 g y en Oscar Blanco, 12,37 mg/100 g. Estos resultados indican un incremento en el

contenido de ácido ascórbico en comparación con las semillas sin germinar, lo que sugiere que el proceso de germinación es favorable. Estos hallazgos guardan similitud con estudios previos realizados por Gómez et al. (2018) y Rodríguez et al. (2020), quienes analizaron el efecto de la germinación en el contenido de ácido ascórbico en semillas germinadas de *Amaranthus caudatus*, realizaron la evaluación después de 24 horas obtuvieron concentraciones de 23,4 mg/100 g, y 35,6 mg/100 g, respectivamente. En nuestra investigación, la variedad INIA 442 - Frondosa presentó la mayor concentración de ácido ascórbico, lo que indica que es particularmente rica en este nutriente. Asimismo, después de 24 horas de germinación, esta variedad mantuvo una concentración elevada de ácido ascórbico, lo que reforzó dicha observación. En contraste, la variedad INIA 414 - Taray mostró la menor concentración de este compuesto, posiblemente debido a factores genéticos o ambientales. Según el análisis de varianza (anexo 16) y mediante la prueba de Tukey (anexo 20), se confirma, estadísticamente, que la variedad empleada tiene un efecto significativo en el contenido de ácido ascórbico

En anexo 3 se registró el contenido de ácido ascórbico después tras 48 horas de germinación. En la variedad INIA 414 - Taray, la concentración alcanzó 18,37 mg/100 g, mientras que INIA 442 - Frondosa alcanzó 21,51 mg/100 g y en Oscar Blanco, 16,37 mg/100 g. Resultados donde se aprecia un incremento en el contenido de ácido ascórbico en comparación con las primeras 24 horas. resultados que coinciden con Hinostroza (2020), quien evaluó el efecto de la germinación de quinua y kiwicha en el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante, incrementándose desde las 0 horas hasta las 48 horas de germinación. Estos resultados indican que el tiempo de germinación influye en la acumulación de ciertos metabolitos, como la vitamina C. En esta misma perspectiva, el análisis estadístico evidenció que la duración del proceso de germinación tuvo un efecto significativo en el contenido de ácido ascórbico, lo cual fue corroborado mediante el análisis de varianza (ANOVA) (anexo 16) y la prueba de Tukey (anexo 20). Según estas pruebas estadísticas hay un incremento en la concentración media de vitamina C desde las 0 horas hasta las 72 horas de germinación. En este período los resultados mostraron que la variedad INIA 414 – Taray, que alcanzó una concentración de 21,07 mg/100 g, INIA 442 – Frondosa 28,90 mg/100 g y Oscar Blanco 23,77 mg/100 g, Estos valores demostraron que, a medida que avanza la germinación, se produce un incremento progresivo en el contenido de ácido ascórbico.

En anexo 5 se reportó el nivel de ácido ascórbico en *Amaranthus caudatus* tras 96 horas de germinación. La concentración en la variedad INIA 414 - Taray fue de 18,29 mg/100 g, en INIA 442 - Frondosa 17,24 mg/100 g y en Oscar Blanco 18,20 mg/100 g.

La reducción en el contenido de ácido ascórbico después de 96 horas en las semillas de las tres variedades de *Amaranthus caudatus* se debe a que su síntesis se interrumpe cuando este compuesto es empleado como factor coenzimático en la producción de hormonas vegetales, como la auxina, la giberelina y el etileno, proceso que garantiza un desarrollo estructural óptima y un crecimiento adecuado. Otra de las razones del descenso de la vitamina C también ocurre porque las células de la plántula ya no están sometidas a estrés oxidativo, lo que disminuye la necesidad de biosintetizar antioxidantes como el ácido ascórbico. Durante el proceso de germinación de las semillas entrar o sufrir un estrés oxidativo, ocasionan que aumente el estado oxidativo de las células, lo cual induce el aumento en la producción de antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos para contrarrestar los efectos oxidativos. Entre los antioxidantes no enzimáticos más importantes se encuentran el ácido ascórbico, diversas vitaminas, glutatión y β -carotenos (Scandalios, 2005).

En este estudio se determinó la concentración de carotenos ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) en diferentes tiempos de germinación de *Amaranthus caudatus*, los valores iniciales de carotenos en semillas sin germinar se presentan en el anexo 15, donde las variedades INIA 414 – Taray, INIA 442 – Frondosa y Oscar Blanco mostraron concentraciones de 44,77 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; 54,73 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ y 13,93 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, respectivamente. Según estos resultados, se puede afirmar que el contenido de carotenos en la variedad Oscar Blanco se relaciona con lo obtenido por Jimoh et al. (2020), quienes realizaron un estudio para evaluar los nutrientes y constituyentes antinutrientes de *Amaranthus caudatus* L. En dicha investigación también se evaluó el efecto del tipo de suelo sobre el contenido de nutrientes. Con respecto al contenido de carotenos, los investigadores obtuvieron los siguientes resultados: 22,19 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; 19,25 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; 21,29 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; 23,50 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ y 19,91 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ para los tipos de suelo: suelo control, franco arcillo-arenoso, franco arcilloso-limoso, franco arcilloso y franco, respectivamente. Según ese estudio, se puede inferir que el contenido de vitamina A en las semillas de *Amaranthus caudatus* crecidas en suelo franco arcillo-arenoso se asemeja a lo obtenido en

esta investigación. Por lo tanto, se determina que el tipo de suelo y la variedad utilizada influyen significativamente en cuanto al contenido de carotenos.

En la evaluación del análisis comparativo de las concentraciones de carotenos en los distintos tiempos de germinación (0, 24, 48, 72 y 96 horas), se observaron variaciones significativas entre las tres variedades. En INIA 414 – Taray, los valores registrados fueron de 44,77 µg/100 g; 55,53 µg/100 g; 83,65 µg/100 g; 101,80 µg/100 g y 123,49 µg/100 g, respectivamente. En INIA 442 – Frondosa, las concentraciones fueron de 54,73 µg/100 g; 70,80 µg/100 g; 111,76 µg/100 g; 145,49 µg/100 g y 163,65 µg/100 g. En la variedad Oscar Blanco, los valores obtenidos fueron de 13,93 µg/100 g; 20,67 µg/100 g; 48,95 µg/100 g; 63,57 µg/100 g y 79,31 µg/100 g. Estos resultados muestran un aumento significativo en la concentración de carotenos durante el tiempo de germinación en las tres variedades. El análisis estadístico realizado mediante ANOVA ($p < 0,05$), junto con la prueba de Tukey, demuestran que la interacción entre la variedad de *Amaranthus caudatus* y el tiempo de germinación tienen un efecto significativamente en el contenido de carotenos.

Según estos resultados, se puede corroborar que en las tres variedades de *Amaranthus caudatus* hay un incremento en el contenido de los carotenos después de 96 horas de germinación. Por la naturaleza de los resultados, se confirma estadísticamente, mediante el análisis de varianza (anexo 17) y la prueba de Tukey (anexo 23), que la interacción entre la variedad de *Amaranthus caudatus* y el tiempo de germinación influye significativamente en el contenido de carotenos. Estos resultados son similares a los reportados por Srujana et al. (2020), quienes determinaron el contenido de vitamina C utilizando un método volumétrico. En su investigación, los autores germinaron semillas de quinua a temperaturas de 15, 20 y 25 °C. Para las semillas germinadas a 15 °C, registraron concentraciones promedias de 17,38; 31,70 y 32,29 mg de vitamina C/100 g de muestra después de 24, 48 y 72 horas de germinación, respectivamente. Por otro lado, en las semillas germinadas a 20 °C, la concentración promedio fueron de 32,22; 79,72 y 81,80 mg/100 g de muestra tras 24, 48 y 72 horas de germinación, respectivamente. A través de los resultados obtenidos por estos investigadores y de la presente investigación, se evidencia estadísticamente que el tiempo de germinación y la temperatura a la que se lleva a cabo influyen en el contenido de ácido ascórbico. Mediante el análisis de varianza (anexo 17) y la prueba de Tukey

(anexo 19), se ha demostrado estadísticamente que el tiempo de germinación tiene un efecto significativo en el contenido de ácido ascórbico.

VI. CONCLUSIONES

1. El contenido más elevado de ácido ascórbico es 28,90 mg /100 g, a las 72 horas y de carotenos es 163,65 µg /100 g, a las 96 horas, correspondiente a la variedad INIA 442 - Frondosa.
2. En el proceso de germinación la cantidad de ácido ascórbico se incrementa progresivamente hasta las 72 horas, en los carotenos el incremento es hasta las 96 horas, en todas las variedades.
3. En relación con el tiempo de germinación de *Amaranthus caudatus* se registra la mayor concentración de ácido ascórbico y carotenos en la variedad INIA 442 – Frondosa, mientras que INIA 414- Taray alcanza valores intermedios y en Oscar Blanco se reporta niveles menores.

VII. RECOMENDACIONES

1. Germinar las semillas de *Amaranthus caudatus* controlando factores como la temperatura, la humedad y la exposición a la luz, con el fin de minimizar la degradación del ácido ascórbico y carotenos.
2. Aplicar pretratamientos, como el remojo en agua durante distintos periodos de tiempo, para optimizar el proceso de activación germinativa.
3. Realizar pruebas de viabilidad antes de la germinación para descartar semillas con bajo potencial de desarrollo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano Pérez, AM (2020). *Obtención de una nueva variedad de kiwicha grano amiláceo comprobada y adaptada a las condiciones agroecológicas de la sierra*. Instituto Nacional de Innovación Agraria <https://repositorio.inia.gob.pe/items/07af8c07-c7a6-4bdc-b041-88fe436ef0f1>
- Álvarez, A., Céspedes, E., & Sumar, L. (2010). *Conservación y mejoramiento genético de la kiwicha (Amaranthus caudatus L.) en la Región Cusco*. Programa de Kiwicha del Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).
- Ara, A., & Ramón-Fernández, F. (2022). La variedad vegetal y la protección de la biodiversidad. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 20(2). <https://doi.org/10.18684/bsaa.v20.n2.2022.1741>
- Barone, JO, Duarte, ER y Luna, CV (2016). *Determinación de la eficacia de métodos de evaluación de calidad de semillas de especies forestales nativas de la Selva Atlántica*. [Tesis de licenciatura o maestría, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Sociales] 24(1)(2). <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v24n2a03->
- Barrantes, P. (1969). *Amaranthus caudatus: Determinación analítica en la "achita"* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancayo, Perú. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbciol/issue/download/328/227>
- Bravo, M., Reyna, J., Gómez Sánchez, I., & Huapaya, M. (2013). Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 16(1), 54–60. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/6558/5825>
- Caballero, S., & Ibarra, H. (2010). *Estudio comparativo de rendimiento de kiwicha (Amaranthus caudatus), variedades Centenario, Oscar Blanco e INIA 414 Taray en Quitasol (Abancay), Supalla (Chapimarca) y Ahuanuque (Huancarama) – Apurímac* [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Tecnológica de Los Andes, Apurímac, Perú]. 103p.

- Capocchi, A., Bottega, S., Spanò, C., & Fontanini, D. (2016). Phytochemicals and Antioxidant Capacity in Four Italian Traditional Maize (*Zea mays* L.) Varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 68(5), 515-524. DOI: [10.1080/09637486.2016.1261809](https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1261809)
- Carciochi, R. A. (2014). *Obtención de ingredientes alimenticios con capacidad antioxidante mejorada por aplicación de distintos procesos a semillas de quinua (Chenopodium quinoa)*. [Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Facultad de Ingeniería – UNCPBA]. <https://core.ac.uk/download/pdf/299812718.pdf>
- Carranco Jáuregui, ME, Calvo Carrillo, MC, & Pérez-Gil Romo, F. (2011). Carotenoides y su función antioxidante, *Alanrevista.org*, 61(3) <https://www.alanrevista.org/ediciones/2011/3/art-1/>
- Castillo Mejía, Y., Maguiña Ropón, N. (2020). *Material de aprendizaje del módulo de extensión: Producción de kiwicha orgánica (Proyecto FORMAGRO - Programa de Formación Agraria y de Apoyo al Emprendimiento Juvenil en el Perú)*. Asociación SUCO, Asociación ALLPA, Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente – IDMA.
- Chagaray, P. (2005). Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto. Cusco: *Ministerio de la producción y desarrollo*. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3564/50096.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conforti, F., Statti, G., Loizzo, M. R., Sacchetti, G., Poli, F., & Menichini, F. (2005). In vitro antioxidant effect and inhibition of α -amylase of two varieties of *Amaranthus caudatus* seeds. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(6), 1098-1102. <https://doi.org/10.1248/bpb.28.1098>
- Cronquist, A. (1998). *Botánica Básica*. Ed. Cecsa, México. CUTLER, D.F. applied plant anatomy. Longmans. Londres y New York.
- Dabrowski, K. (2001). *Ascorbic Acid in Aquatic Organisms: Status and Perspectives*. Boca Raton, FL: CRC Press. 287 pp
- D'Amico, S., & Schoenlechner, R. (2017). Amaranth: Its Unique Nutritional and Health-Promoting Attributes. *Gluten-Free Ancient Grains: Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and*

- HealthPromoting Foods for the 21st Century* (pp. 131–159). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100866-9.00006-6>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00-00.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362010000100011=es&nrm=iso&tlng=e
- Fennema, Oregon (2010). *Química de los alimentos* (3.ª ed.). Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Gamel, T. H., Linssen, J. P., Mesallam, A. S., Damir, A. A., & Shekib, L. A. (2006). Efecto de los tratamientos de semillas sobre la composición química de dos especies de amaranto: aceite, azúcares, fibras, minerales y vitaminas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1), 82-89.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.2318>
- Gómez, M., Pérez, M., Rojas, C., & Vargas, L. (2018). Ácido ascórbico en semillas germinadas de kiwicha. *Journal of Food Science*, 83(4), 1023-1030.
- González, J. A., Roldán, A., Gallardo, M., Escudero, T., & Prado, F. E. (2012). Contribution of *Andean* grains to the antioxidant capacity of the diet. *Food Chemistry*, 135(3), 1786–1793.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.036>
- Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., Brites, C., & Puppo, M. C. (2022). Germinación de Semillas de Quinoa Blanca y Roja: Mejora de la Calidad Nutricional y Funcional de las Harinas. *Alimentos*, 11(20), 3272.
<https://doi.org/10.3390/foods11203272>
- Hinostroza Córdova, M. B. (2020). *Efecto de la germinación de quinua y kiwicha en el contenido de fenólicos totales, betalaínas, vitamina C y actividad antioxidante* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7023>
- Idowu, A., Olatunde, O., Adekoya, A., & Idowu, S. (2019). Germination: an alternative source to promote phytonutrients in edible seeds. *Food Quality and Safety*, 4(3), 129–133. ISSN 2399-1402.
<https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyz043>
- International Life Sciences Institute Nor-Andino. (2018). *Papel de los cereales y los pseudocereales en la seguridad alimentaria*. Bogotá, Colombia.

Recuperado de <https://ilsinorandino.org/wp-content/uploads/sites/16/2018/10/Papel-de-los-Cereales-y-los-Pseudocereales-en-la-Seguridad-Alimentaria-2018.pdf>.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (2006). *Variedad INIA 413 de kiwicha*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/kiwicha/INIA_413.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2006). *Kiwicha INIA 414 Taray: Variedad de grano amiláceo (N.º 8)*. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/servidor/api/cor/flujo_de_bits/685c9b0d-8a36-465e-a40e-a3844bb/contenido

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2021). *Resolución Jefatural N° 0055-2021-INIA*. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/attachment/attachment_id/1865247/Resolución%20Jefatural%20N%200055-2021-INIA.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2018). *Descripción del establecimiento experimental del INIA en Ayacucho: ubicación, altitud, suelos y pH* [Informe técnico]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Repositorio MIDAGRI. Recuperado de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3242/1/TESIS%20AG1225_Hua.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jimoh, M. O., Afolayan, A. J., & Lewu, F. B. (2020). Nutrientes y constituyentes antinutrientes de *Amaranthus caudatus* L. cultivados en diferentes suelos. *Revista Saudita de Ciencias Biológicas*, 27(12), 3570-3580. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.07.029>

Karamać M, Gai F, Longato E, Meineri G, Janiak MA, Amarowicz R, Peiretti PG. (2019). Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) during Plant Growth. *Antioxidants* 8(6):173. <https://doi.org/10.3390/antiox8060173>

Koornneef, M., Bentsink, L., & Hilhorst, H. (2002). *Seed dormancy and germination*. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 33-36. DOI: [10.1016/s1369-5266\(01\)00219-9](https://doi.org/10.1016/s1369-5266(01)00219-9)

- Kumar, V., Abbas, AK y Aster, JC (2018). *Robbins. Patología humana* (10ª ed.). Elsevier España
- Luftman, M. (2018). Introduction to UV/VIS Spectrophotometry: Using Spectrophotometer to Determine Concentration. *Proanalytics*. <https://pro-analytics.net/using-spectrophotometer-to-determine-concentration/>
- Luque Vilca, O. M., Parillo Gutierrez, I., Yucra Mamani, Y. E., Mamani Adco, Y., & Baylor. Hidalgo, L. R. (2019). Influencia del proceso de germinación en el contenido de proteínas y aminoácidos de la quinua (*Chenopodium quinoa Wild*) Variedad Pasankalla Roja. *Ñawparisum - Revista de Investigación Científica*, 2(1), 25-30
- Martínez, K. (2010). *Rendimiento comparativo de doce cultivares de Achita Amiláceo (Amaranthus caudatus L.) Canaan 2750 msnm, Ayacucho* [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú]. 101p.
- Meléndez-Martínez, AJ, Vicario, IM y Heredia, FJ (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54 (2). Recuperado de <https://www.scielo.org>
- Meléndez-Martínez, Antonio J., Vicario, Isabel M., & Heredia, Francisco J. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(2), 209-215. Recuperado en 29 de agosto de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011&lng=es&tlng=es
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2019). Cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *AgroRural*, <http://repositorio.minagri.gob.pe:80/jspui/handle/MINAGRI/300>
- National institutes of health. (2022). *Datos sobre la vitamina A y los carotenoides*. <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/VitaminA-DatosEnEspañol.pdf>
- O'keefe, T., & Grant, B. (1991). Stable forms of vitamin C: essentiality, trazability and bioavailability. *ASA Technical Bulletin, American Soybean Association*.

https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/536/1/Osuna-Duran%20B_MC_2009.pdf

- Peiretti, PG, Meineri, G., Gai, F., Longato, E. y Amarowicz, R. (2017). Actividades antioxidantes y compuestos fenólicos de semillas de calabaza (*Cucurbita pepo*) y extractos de granos de amaranto (*Amaranthus caudatus*). *Investigación de productos naturales*, 31 (18), 2178-2182. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1278597>
- Racines Guerrero, A. (2011). *Investigación de los germinados de lenteja, quínoa, zanahoria, mostaza y su aplicación a la gastronomía actual*. [tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. Quito, Ecuador. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/11638>
- Repo-Carrasco, R., Hellström, J. K., Pihlava, J. M., & Mattila, P. H. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 120(1), 128–133. ISSN 0308 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.087>
- Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza Barrientos, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (10ª ed.). Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. <https://www.ins.gob.pe>
- Rodríguez Carranza, R. (Ed.). (2015). *Ácido ascórbico: vitaminas*. En *Vademécum académico de medicamentos*. Educación McGraw-Hill. Recuperado de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552&ionid=90366713>
- Rodríguez, M. A., Pérez, L., Gómez, R., & Torres, J. (2020). Efecto de la germinación en la concentración de ácido ascórbico en semillas de kiwicha. *Food Chemistry*, 320, 126-134.
- Rosa, MF, Rosa, AM, Sversut, RA, Amaral, MS, & Kassab, NM (2018). Avaliação do teor de vitamina C de preparados sólidos para refrescos comercializados em Campo Grande-MS. *Revista Colombiana de Ciências Químico-Farmacéuticas*, 47 (3), 339–349. https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Reacao-de-reducao-do-2-6-diclorofenol-indofenol-DCFI-pelo-acido-L-ascorbico_fig1_331188028doi.org

- Rosales Laguna, DD, & Arias Arroyo, G. (2015). Vitamina C y parámetros fisicoquímicos durante la maduración de *Berberis lobbiana* "Untusha". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81 (1), 63-75. Recuperado el 26 de marzo de 2025, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937641008>.
- Ruiz A, Flores L, Oscanoa A. (2021). Protocolo para determinación de β -caroteno en microalgas liofilizadas. *Inf instmar Perú*. 48(1), 11-15. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3536/1/Informe%2048-1%20Articulo3.pdf>
- Scandalios, J. (2005). Oxidative stress: Molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38(7), 995-1014. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2005000700003>
- Shils, ME, Olson, JA, & otros. (1980). *Nutrición moderna en salud y enfermedad*. Filadelfia, PA: Lea y Febiger.
- Srujana, M., Bethapudi, A., Maheswari, K. U., Devi, K. B., & Suneetha, W. J. (2020). Effect of germination on vitamin C content and amylolytic activity of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1, 1-13. <https://doi.org/10.9734/irjpac/2019/v20i430143>
- Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2010). *Biología y germinación de semillas*. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2019/02/Melgarejo-2010.pdf>
- Suquilandia, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos Andinos (manual técnico)*. Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant physiology*. 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 764 pp
- Tejerina J y Arenas., R. (2005). *Amaranthus caudatus Linneo. Guía para el cultivo y aprovechamiento del Coime o amaranto* https://www.google.com.pe/books/edition/Gu%C3%ADa_para_el_cultivo

[_y_ajrovechamiento/4YDnLaVERwwC?hl=es419&gbpv=1&dq=amaranto+planta&printsec=frontcover](#)

Uymovich, C., Acheme, R., Sesini, S., & Mazziotta, D. (2005). Espectrofotómetros y Fotocolorímetros: Guía práctica de actualización. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 39(4), 529-539.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0325-29572005000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Valdés, F. (2006). vitamina C. *Actas Dermo-Sifiliográficas*, 97(9), 557-568.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17173758/>

Wahli, T., Verlhac, V., Girling, P., Gabaudan, J., & Aebischer, C. (2003). Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 225, 371-386.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848603003028?via%3Dihub>

Yasmine, R. D. (2012). *Producción de una bebida nutritiva a base de haba (Vicia faba L.) pregerminada variedad Peruanita y variedad Quelcao*. [Tesis para licenciatura de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Abancay, Perú.

https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/315/T_0144.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXO

Anexo 1.

Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus en el tiempo 0 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	L1	L2	Absorbancia de ácido ascórbico	Ácido ascórbico (mg / 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	0 horas	0,417	0,410	0,007	3,055	2,446	0,537
2		0 horas	0,408	0,406	0,002	1,749		
3		0 horas	0,400	0,395	0,005	2,533		
1	INIA 442 – Frondosa	0 horas	0,408	0,389	0,019	6,188	4,970	0,888
2		0 horas	0,410	0,397	0,013	4,621		
3		0 horas	0,402	0,391	0,011	4,099		
1	Oscar Blanco	0 horas	0,419	0,390	0,029	8,799	7,319	1,052
2		0 horas	0,411	0,390	0,021	6,710		
3		0 horas	0,407	0,387	0,020	6,449		

Nota: Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus, se calculó mediante la curva patrón (anexo 11).

Donde:

X= Concentración de ácido ascórbico en mg/ 100g

Y=(ABS) absorbancia del ácido ascórbico

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y + 0,0047}{0,0383} x FD$$

Anexo 2.

Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus tras un periodo de germinación de 24 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	L1	L2	Absorbancia de ácido ascórbico	Ácido ascórbico (mg / 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	24 horas	0,422	0,397	0,025	7,755	8,973	0,961
2		24 horas	0,404	0,370	0,034	10,104		
3		24 horas	0,406	0,376	0,030	9,060		
1	INIA 442 – Frondosa	24 horas	0,418	0,362	0,056	15,849	14,108	1,249
2		24 horas	0,420	0,375	0,045	12,977		
3		24 horas	0,411	0,364	0,047	13,499		
1	Oscar Blanco	24 horas	0,423	0,378	0,045	12,977	12,367	0,444
2		24 horas	0,422	0,381	0,041	11,932		
3		24 horas	0,413	0,371	0,042	12,193		

Nota: Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la curva patrón (anexo 11).

Donde:

X= Concentración de ácido ascórbico en mg/ 100g

Y=(ABS) absorbancia del ácido ascórbico

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y + 0,0047}{0,0383} x FD$$

Anexo 3.

Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus tras un periodo de germinación de 48 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	L1	L2	Absorbancia de ácido ascórbico	Ácido ascórbico (mg / 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	48 horas	0,405	0,337	0,068	18,982	18,372	1,052
2		48 horas	0,424	0,355	0,069	19,243		
3		48 horas	0,411	0,351	0,060	16,893		
1	INIA 442 – Frondosa	48 horas	0,416	0,338	0,078	21,593	21,506	0,537
2		48 horas	0,425	0,345	0,080	22,115		
3		48 horas	0,414	0,339	0,075	20,809		
1	Oscar Blanco	48 horas	0,417	0,345	0,072	20,026	16,371	2,594
2		48 horas	0,425	0,373	0,052	14,804		
3		48 horas	0,420	0,370	0,050	14,282		

Nota: Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la curva patrón (anexo 11).

Donde:

X= Concentración de ácido ascórbico en mg/ 100g

Y=(ABS) absorbancia del ácido ascórbico

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y + 0,0047}{0,0383} x FD$$

Anexo 4.

Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus tras un periodo de germinación de 72 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	L1	L2	Absorbancia de ácido ascórbico	Ácido ascórbico (mg / 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	72 horas	0,430	0,346	0,084	23,159	21,070	1,705
2		72 horas	0,408	0,332	0,076	21,070		
3		72 horas	0,412	0,344	0,068	18,982		
1	INIA 442 – Frondosa	72 horas	0,421	0,319	0,102	27,859	28,903	2,459
2		72 horas	0,406	0,309	0,097	26,554		
3		72 horas	0,410	0,291	0,119	32,298		
1	Oscar Blanco	72 horas	0,424	0,338	0,086	23,681	23,768	1,387
2		72 horas	0,424	0,344	0,080	22,115		
3		72 horas	0,418	0,325	0,093	25,509		

Nota: Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la curva patrón (anexo 11).

Donde:

X= Concentración de ácido ascórbico en mg/ 100g

Y=(ABS) absorbancia del ácido ascórbico

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y + 0,0047}{0,0383} x FD$$

Anexo 5.

Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus tras un periodo de germinación de 96 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	L1	L2	Absorbancia de ácido ascórbico	Ácido ascórbico (mg / 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	96 horas	0,427	0,359	0,068	18,982	18,285	0,492
2		96 horas	0,423	0,359	0,064	17,937		
3		96 horas	0,420	0,356	0,064	17,937		
1	INIA 442 – Frondosa	96 horas	0,412	0,354	0,058	16,371	17,241	0,888
2		96 horas	0,427	0,361	0,066	18,460		
3		96 horas	0,427	0,367	0,060	16,893		
1	Oscar Blanco	96 horas	0,422	0,347	0,075	20,809	18,198	2,246
2		96 horas	0,425	0,359	0,066	18,460		
3		96 horas	0,413	0,359	0,054	15,326		

Nota: Contenido de ácido ascórbico en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la curva patrón (anexo 11).

Donde:

X= Concentración de ácido ascórbico en mg/ 100 g

Y=(ABS) absorbancia del ácido ascórbico

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y + 0,0047}{0,0383} \times FD$$

Anexo 6.

Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus en el tiempo 0 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	Absorbancia de carotenos	Carotenos (µg/ 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	0 horas	0,105	39,470	44,771	7,159
2		0 horas	0,137	54,892		
3		0 horas	0,106	39,952		
1	INIA 442 – Frondosa	0 horas	0,127	50,072	54,731	6,932
2		0 horas	0,157	64,530		
3		0 horas	0,126	49,590		
1	Oscar Blanco	0 horas	0,047	11,518	13,928	1,967
2		0 horas	0,057	16,337		
3		0 horas	0,052	13,928		

Nota: Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la ecuación de la curva patrón (anexo 13).

Donde:

X= Concentración de carotenos en µg / 100 g

Y=(ABS) absorbancia de la vitamina

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y - 0,0231}{0,0083} \times FD$$

Anexo 7.

Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus en el tiempo de germinación de 24 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	Absorbancia de carotenos	Carotenos (µg/ 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	24 horas	0,145	58,747	55,534	3,005
2		24 horas	0,140	56,337		
3		24 horas	0,130	51,518		
1	INIA 442 – Frondosa	24 horas	0,174	72,723	70,795	3,430
2		24 horas	0,160	65,976		
3		24 horas	0,176	73,687		
1	Oscar Blanco	24 horas	0,060	17,783	20,675	2,082
2		24 horas	0,068	21,639		
3		24 horas	0,070	22,602		

Nota: Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la ecuación de la curva patrón (anexo 13).

Donde:

X= Concentración de carotenos en µg / 100 µL

Y=(ABS) absorbancia de la vitamina

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y - 0,0231}{0,0083} \times FD$$

Anexo 8.

Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus en el tiempo de germinación de 48 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	Absorbancia de carotenos	Carotenos (µg/ 100µg)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	48 horas	0,203	86,699	83,647	5,371
2		48 horas	0,206	88,145		
3		48 horas	0,181	76,096		
1	INIA 442 – Frondosa	48 horas	0,250	109,349	111,759	7,476
2		48 horas	0,239	104,048		
3		48 horas	0,276	121,880		
1	Oscar Blanco	48 horas	0,145	58,747	48,948	8,497
2		48 horas	0,102	38,024		
3		48 horas	0,127	50,072		

Nota: Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la ecuación de la curva patrón (anexo 13).

Donde:

X= Concentración de carotenos en µg / 100 g

Y=(ABS) absorbancia de la vitamina

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y - 0,0231}{0,0083} x FD$$

Anexo 9.

Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus en el tiempo de germinación de 72 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	Absorbancia de carotenos	Carotenos (µg/ 100g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	72 horas	0,249	108,867	101,799	6,876
2		72 horas	0,215	92,482		
3		72 horas	0,239	104,048		
1	INIA 442 – Frondosa	72 horas	0,328	146,940	145,494	2,394
2		72 horas	0,329	147,422		
3		72 horas	0,318	142,120		
1	Oscar Blanco	72 horas	0,157	64,530	63,566	3,221
2		72 horas	0,146	59,229		
3		72 horas	0,162	66,940		

Nota: Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la ecuación de la curva patrón (anexo 13).

Donde:

X= Concentración de carotenos en µg / 100 g

Y=(ABS) absorbancia de la vitamina

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y - 0,0231}{0,0083} \times FD$$

Anexo 10.

Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus en el tiempo de germinación de 96 horas.

Repetición	Variedad	Tiempo de germinación	Absorbancia de carotenos	Carotenos (µg/100 g)	Media	Desviación estándar
1	INIA 414 – Taray	96 horas	0,274	120,916	123,486	2,404
2		96 horas	0,286	126,699		
3		96 horas	0,278	122,843		
1	INIA 442 – Frondosa	96 horas	0,342	153,687	163,647	12,098
2		96 horas	0,398	180,675		
3		96 horas	0,348	156,578		
1	Oscar Blanco	96 horas	0,197	83,807	79,309	6,361
2		96 horas	0,169	70,313		
3		96 horas	0,197	83,807		

Nota: Concentración de carotenos en tres variedades de Amaranthus caudatus, se calculó mediante la ecuación de la curva patrón (anexo 13).

Donde:

X= Concentración de carotenos en µg / 100 g

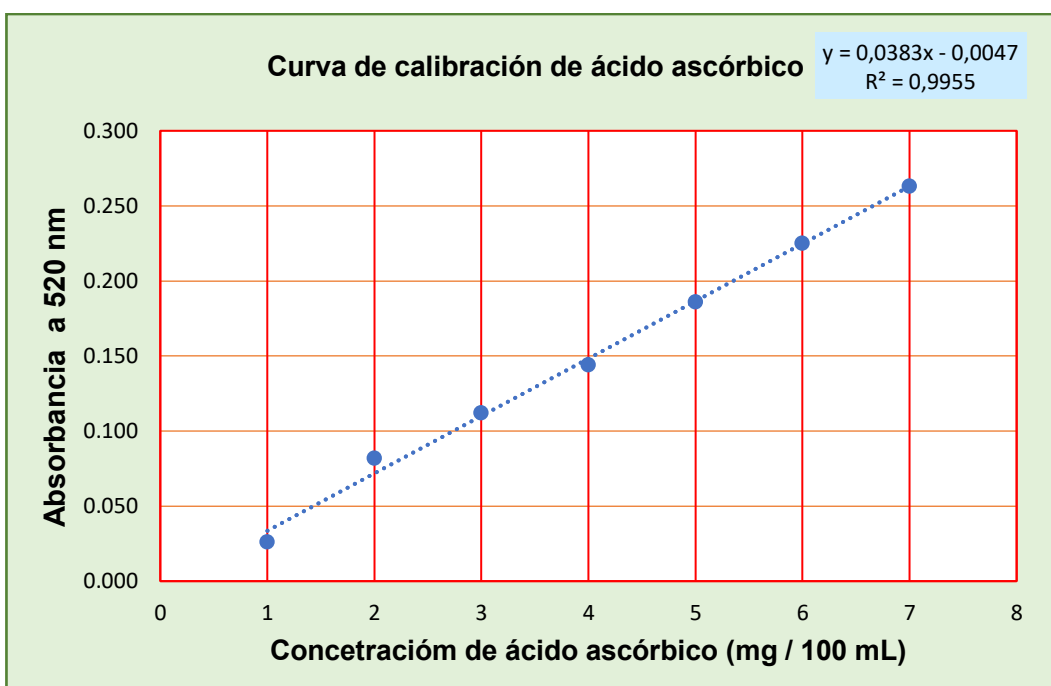
Y=(ABS) absorbancia de la vitamina

FD = Factor de dilución

$$X = \frac{Y - 0,0231}{0,0083} \times FD$$

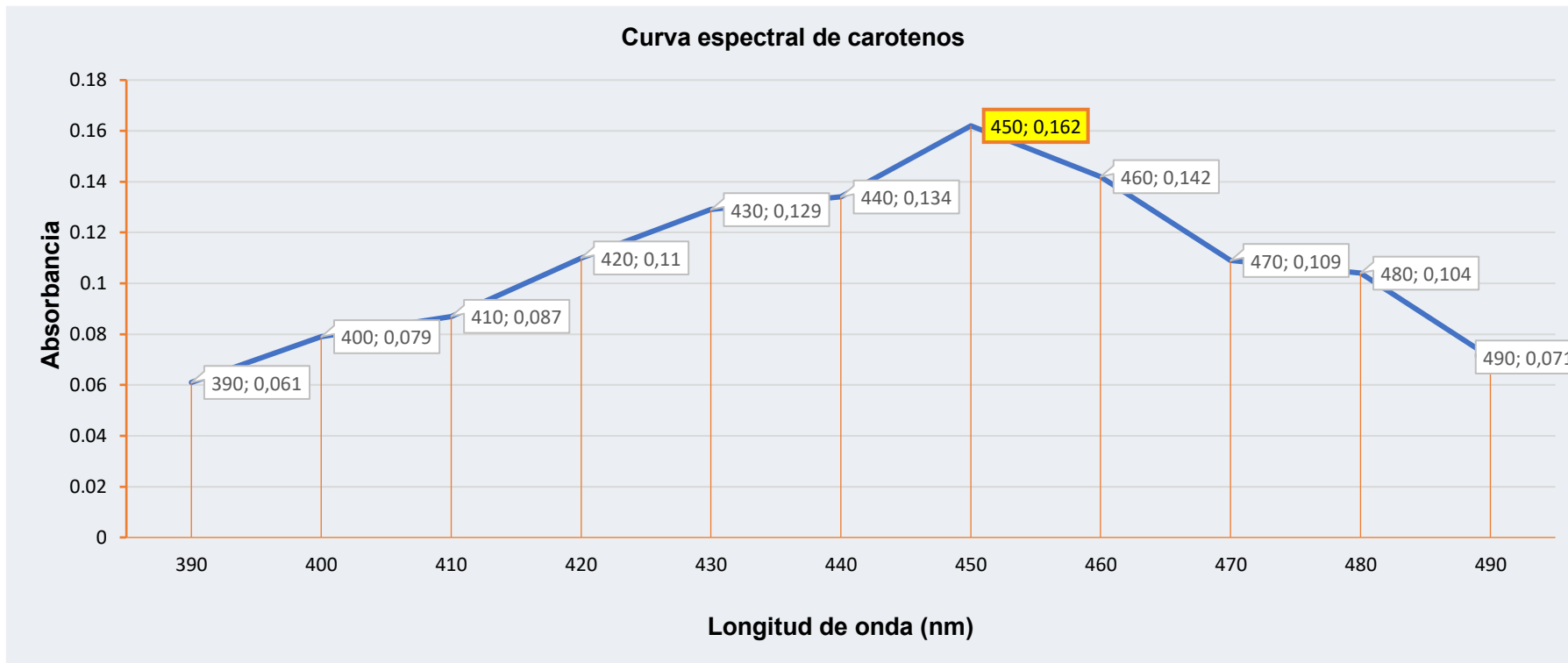
Anexo 11. Curva de calibración de ácido ascórbico.

Concentración de ácido ascórbico	L1	L2	Abs. (ácido ascórbico) (L1 – L2)
1 mg/ 100 mL	0,346	0,320	0,026
2 mg/ 100 mL	0,348	0,266	0,082
3 mg/ 100 mL	0,35	0,238	0,112
4 mg/ 100 mL	0,349	0,205	0,144
5 mg/ 100 mL	0,349	0,163	0,186
6 mg/ 100 mL	0,35	0,125	0,225
7 mg/ 100 mL	0,35	0,087	0,263



Este gráfico representa la curva de calibración para el ácido ascórbico basada en la absorbancia medida a 520 nm, en dicho análisis, se trazó una línea de tendencia que describe la relación lineal entre la concentración ácido ascórbico y absorbancia. La ecuación obtenida fue $Y = 0,0383x - 0,007$ y el coeficiente de determinación, $R^2 = 0,9955$ indica un ajuste perfecto, dando la confiabilidad del procedimiento.

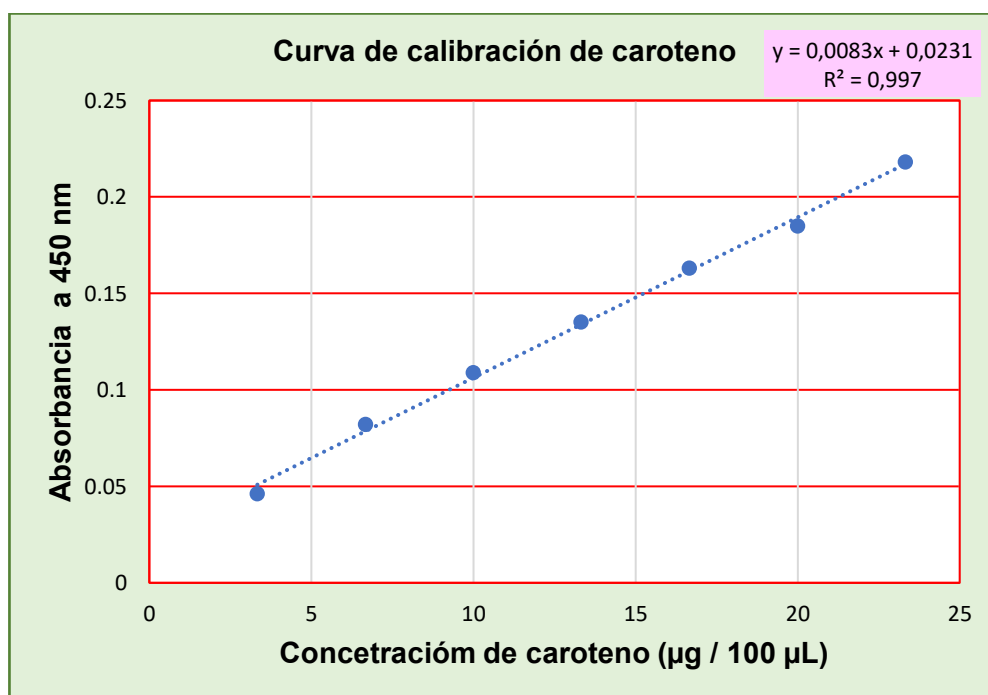
Anexo 121. Curva espectral de carotenos



La curva espectral representa la absorbancia en función de la longitud onda, desde 390nm hasta 490nm. El pico máximo de absorbancia se registra a 450nm, donde la absorbancia alcanzó un valor de 0,162. indica que los carotenos presentaron su mayor capacidad de absorción de luz en esa longitud de onda.

Anexo 13. Curva de calibración de carotenos.

Concentración de carotenos	Abs. (carotenos) (L1 – L2)
3,33 µg / 100 g	0,046
6,67 µg / 100 g	0,082
10 µg / 100 g	0,109
13,33 µg / 100 g	0,135
16,67 µg / 100 g	0,163
20 µg / 100 g	0,185
23,33 µg / 100 g	0,218



Este gráfico representa la curva de calibración para los carotenos basada en la absorbancia medida a 450 nm, en dicho análisis, se trazó una línea de tendencia que describe la relación lineal entre la concentración carotenos y absorbancia. La ecuación obtenida fue $Y = 0,0083x + 0,0231$ y el coeficiente de determinación, $R^2 = 0,997$ indica un ajuste perfecto, dando la confiabilidad del procedimiento.

Anexo 14. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas (ANOVA), para ácido ascórbico.

Donde: Distribución normal Anderson-Darling

Hipótesis nula: Los datos se distribuyen normalmente.

Hipótesis alterna: Los datos no se distribuyen normalmente.

Distribución normal: Prueba de normalidad de Anderson-Darling

TIEMPO DE GERMINACIÓN	A-CUADRADO	VALOR P
0 horas	0,20	0,816 n.s.
24 horas	0,25	0,650 n.s.
48 horas	0,34	0,420 n.s.
72 horas	0,17	0,895 n.s.
96 horas	0,23	0,727 n.s.

Los datos se distribuyen con normalidad en los tiempos de germinación dado que el valor $p \geq 0.05$.

Donde: Prueba homogeneidad de varianzas Bartlett

Hipótesis nula: Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna: Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Homogeneidad de varianzas: Prueba de igualdad de varianzas Bartlett

MÉTODO	ESTADÍSTICA DE PRUEBA	VALOR P
Bartlett	6,66	0,155

Las varianzas de los tiempos de germinación son iguales dado que el valor $p \geq 0.05$, acepta la hipótesis nula.

Anexo 15. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas (ANOVA), para carotenos

Donde: Distribución normal Anderson-Darling

Hipótesis nula: Los datos se distribuyen normalmente.

Hipótesis alterna: Los datos no se distribuyen normalmente.

Distribución normal: Prueba de normalidad de Anderson-Darling

TIEMPO DE GERMINACIÓN	A-CUADRADO	VALOR P
0 horas	0,44	0,220 n.s.
24 horas	0,57	0,100 n.s.
48 horas	0,18	0,889 n.s.
72 horas	0,42	0,245 n.s.
96 horas	0,29	0,534 n.s.

Los datos se distribuyen con normalidad en los tiempos de germinación dado que el valor $p \geq 0,05$.

Donde: Prueba homogeneidad de varianzas Bartlett

Hipótesis nula: Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna: Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Homogeneidad de varianzas: Prueba de igualdad de varianzas Bartlett

MÉTODO	ESTADÍSTICA DE PRUEBA	VALOR P
Bartlett	4,72	0,318

Las varianzas de los tiempos de germinación son iguales dado que el valor $p \geq 0,05$, acepta la hipótesis nula.

Anexo 16. Análisis de varianza de dos factores con interacción con respecto al contenido del ácido ascórbico.

Informe del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tiempo de germinación	Fijo	5	0 horas; 24 horas; 48 horas; 72 horas; 96 horas
Variedad	Fijo	3	INIA 414 - Taray; INIA 442 - Frondosa; Oscar Blanco

Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Tiempo de germinación	4	2020,18	505,046	168,72	0,000	
Variedad	2	92,73	46,363	15,49	0,000	
Tiempo de germinación*Variedad	8	121,05	15,131	5,05	0,000	
Error	30	89,80	2,993			
Total	44	2323,76				

Nota. Se encontró que el valor p fue de 0,000, lo que indicó que la interacción entre el tiempo de germinación y la variedad fue significativa. Estos valores fueron menores que 0,05.

Anexo 17. Análisis de varianza de dos factores con interacción con respecto al contenido de los carotenos.

Informe del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tiempo de germinación	Fijo	5	0 horas; 24 horas; 48 horas; 72 horas; 96 horas
Variedad	Fijo	3	INIA 414 - Taray; INIA 442 - Frondosa; Oscar Blanco

Análisis de Varianza

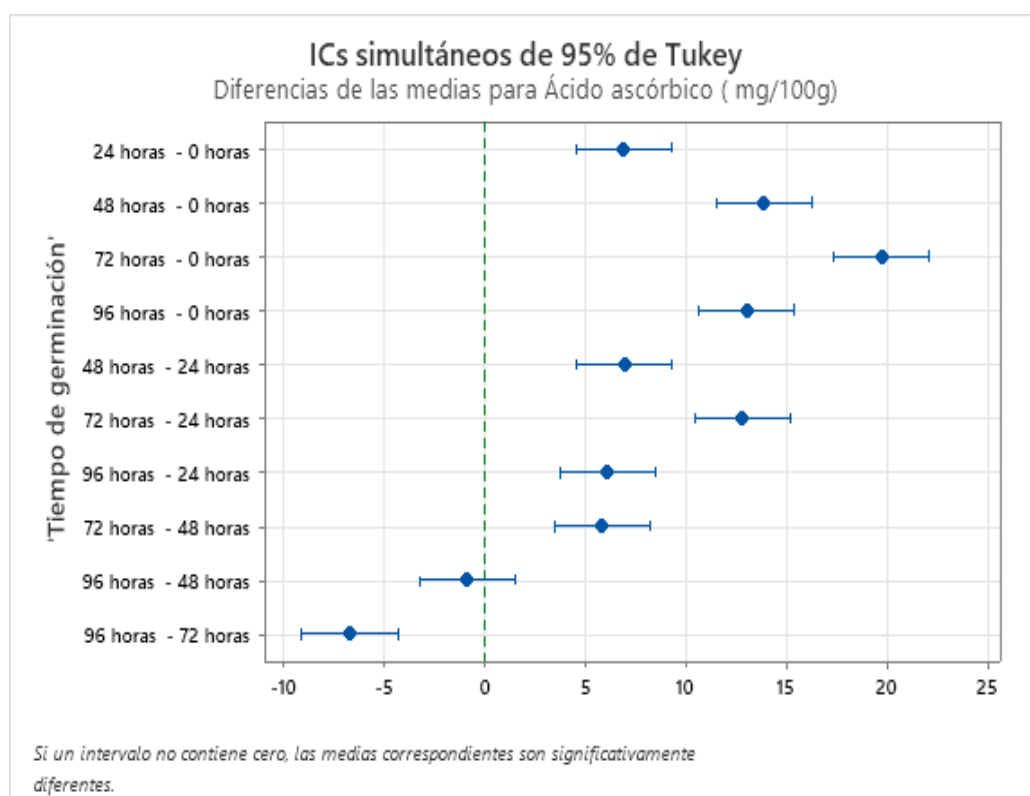
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo de germinación	4	45632	11407,9	210,77	0,000
Variedad	2	30928	15464,1	285,71	0,000
Tiempo de germinación*Variedad	8	2447	305,9	5,65	0,000
Error	30	1624	54,1		
Total	44	80631			

Nota. Se encontró que el valor p fue de 0,000, lo que indicó que la interacción entre el tiempo de germinación y la variedad fue significativa. Estos valores fueron menores que 0,05.

Anexo 18. Comparación múltiple de Tukey del contenido de ácido ascórbico con respecto al tiempo de germinación.

Tiempo de germinación	N	Media	Agrupación
72 horas	9	24,5808	A
48 horas	9	18,7496	B
96 horas	9	17,9083	B
24 horas	9	11,8161	C
0 horas	9	4,9115	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

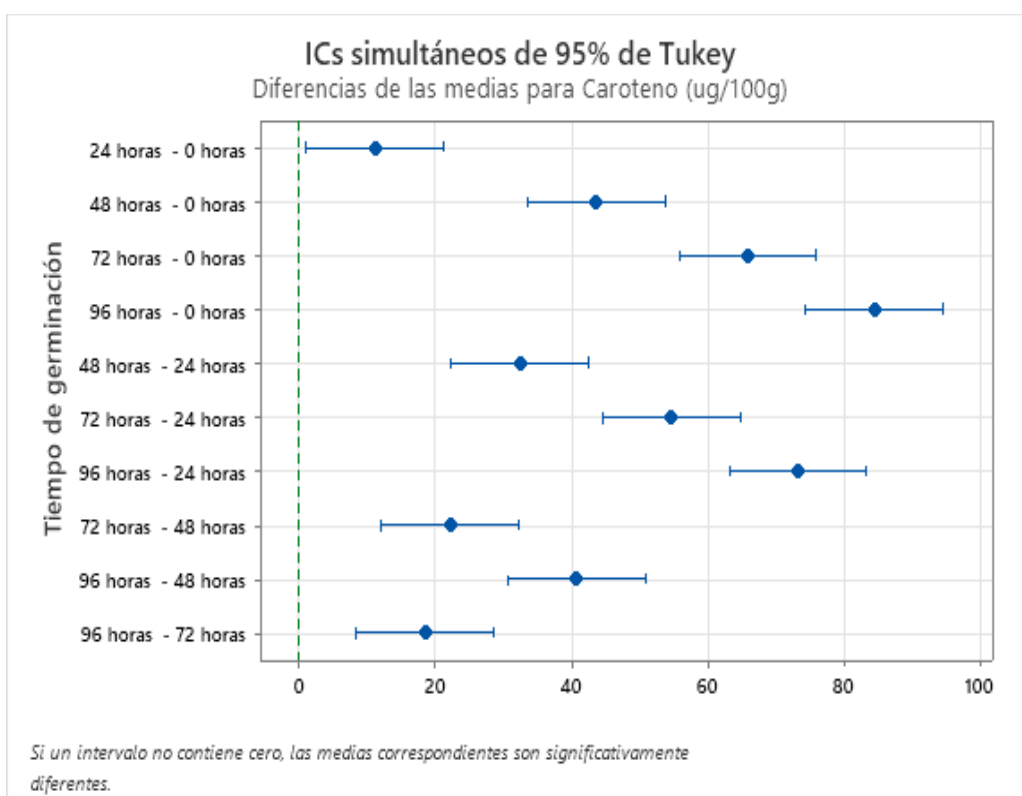


Los intervalos de confianza de Tukey identificaron que los tiempos de germinación producen diferencias significativas en el contenido de ácido ascórbico.

Anexo 19. Comparación múltiple de Tukey del contenido de carotenos con respecto al tiempo de germinación.

Tiempo de germinación	N	Media	Agrupación
96 horas	9	122,147	A
72 horas	9	103,620	B
48 horas	9	81,451	C
24 horas	9	49,001	D
0 horas	9	37,810	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

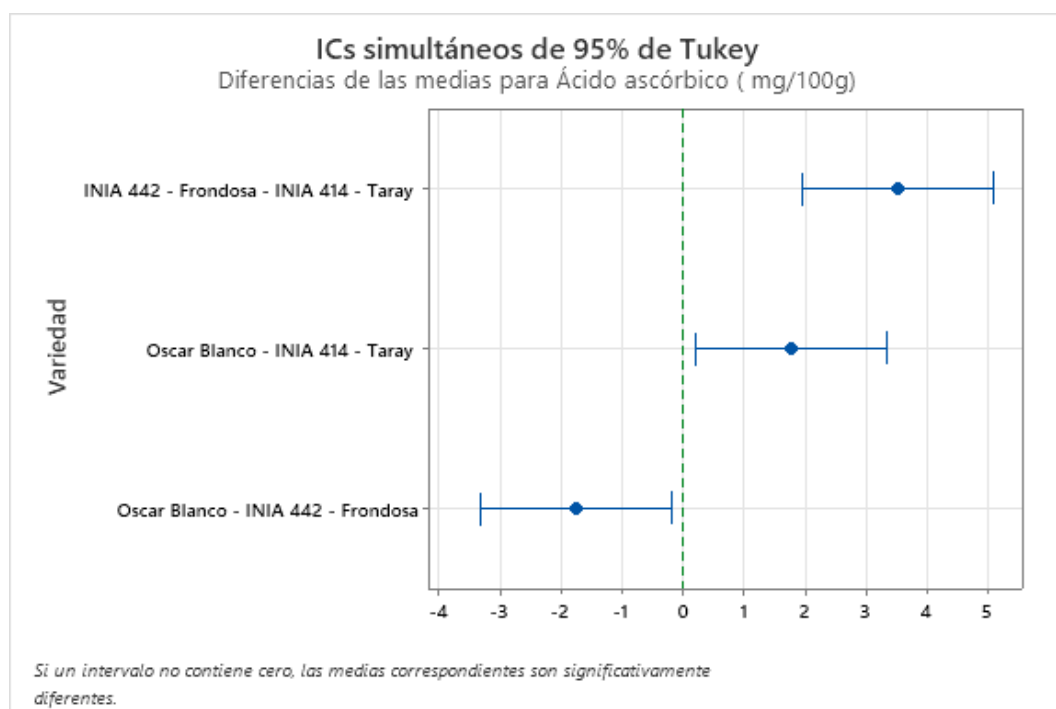


Los intervalos de confianza de Tukey identificaron que los tiempos de germinación producen diferencias significativas en el contenido de carotenos.

Anexo 20. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de ácido ascórbico según la variedad de *Amaranthus caudatus*.

Variedad	N	Media	Agrupación
INIA 442 - Frondosa	15	17,3455	A
Oscar Blanco	15	15,6049	B
INIA 414 - Taray	15	13,8294	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

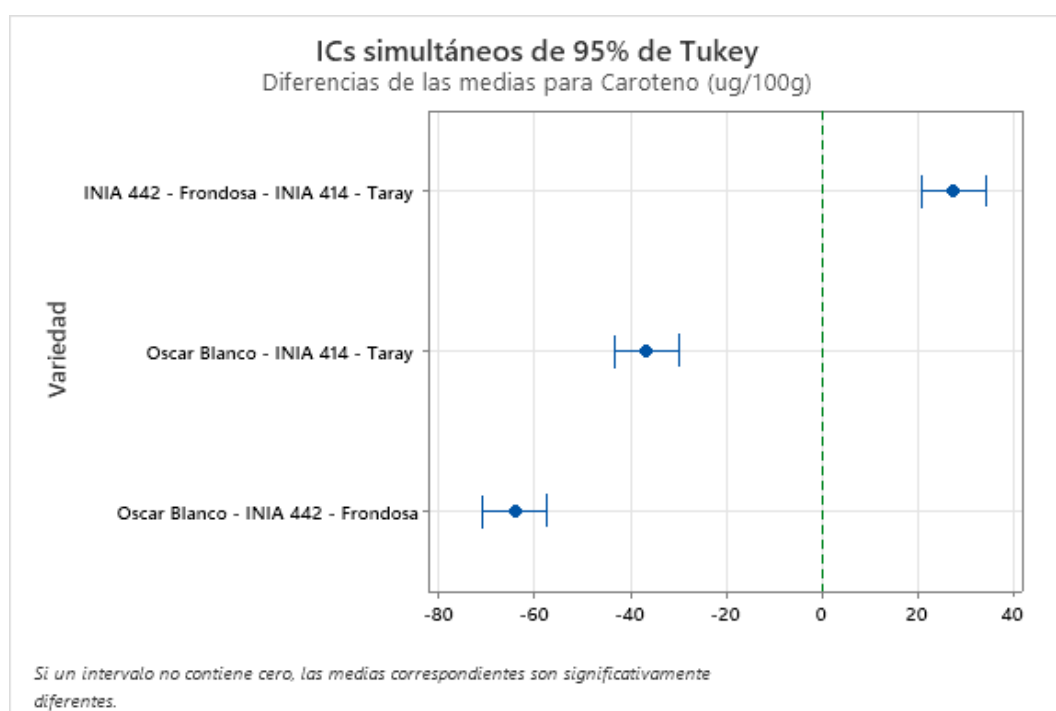


El análisis estadístico evidenció que el contenido promedio de ácido ascórbico es diferente entre las cuatro variedades de *Amaranthus caudatus*.

Anexo 21. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de carotenos según la variedad de *Amaranthus caudatus*.

Variedad	N	Media	Agrupación
INIA 442 - Frondosa	15	109,285	A
INIA 414 - Taray	15	81,847	B
Oscar Blanco	15	45,285	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



El análisis estadístico evidenció que el contenido promedio de carotenos es diferente entre las cuatro variedades de *Amaranthus caudatus*.

Anexo 22. Comparación múltiple de Tukey del contenido del ácido ascórbico con respecto a la interacción que hay entre la variedad y el tiempo de germinación.

'Tiempo de germinación'*Variedad	N	Media	Agrupación
72 horas INIA 442 - Frondosa	3	28,9034	A
72 horas Oscar Blanco	3	23,7685	A B
48 horas INIA 442 - Frondosa	3	21,5057	B C
72 horas INIA 414 - Taray	3	21,0705	B C
48 horas INIA 414 - Taray	3	18,3725	C D
96 horas INIA 414 - Taray	3	18,2855	C D
96 horas Oscar Blanco	3	18,1984	C D
96 horas INIA 442 - Frondosa	3	17,2411	C D E
48 horas Oscar Blanco	3	16,3708	C D E
24 horas INIA 442 - Frondosa	3	14,1079	D E F
24 horas Oscar Blanco	3	12,3673	E F G
24 horas INIA 414 - Taray	3	8,9730	F G H
0 horas Oscar Blanco	3	7,3194	G H I
0 horas INIA 442 - Frondosa	3	4,9695	H I
0 horas INIA 414 - Taray	3	2,4456	I

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Que la mayor concentración de ácido ascórbico se encuentra en la variedad INIA 442 - Frondosa y Oscar Blanco 72 horas del proceso germinativo, respectivamente.

Anexo 23. Comparación múltiple de Tukey del contenido de carotenos con respecto a la interacción que hay entre la variedad y el tiempo de germinación.

Tiempo de germinación*Variedad	N	Media	Agrupación
96 horas INIA 442 - Frondosa	3	163,647	A
72 horas INIA 442 - Frondosa	3	145,494	A B
96 horas INIA 414 - Taray	3	123,486	B C
48 horas INIA 442 - Frondosa	3	111,759	C
72 horas INIA 414 - Taray	3	101,799	C D
48 horas INIA 414 - Taray	3	83,647	D E
96 horas Oscar Blanco	3	79,309	E
24 horas INIA 442 - Frondosa	3	70,795	E F
72 horas Oscar Blanco	3	63,566	E F G
24 horas INIA 414 - Taray	3	55,534	F G
0 horas INIA 442 - Frondosa	3	54,731	F G
48 horas Oscar Blanco	3	48,948	F G
0 horas INIA 414 - Taray	3	44,771	G
24 horas Oscar Blanco	3	20,675	H
0 horas Oscar Blanco	3	13,928	H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Que la mayor concentración de carotenos se encuentra en la variedad INIA 442 - Frondosa 96 y 72 horas del proceso germinativo, respectivamente.

Anexo 24. Comparación múltiple de Tukey del contenido del ácido ascórbico y carotenos con respecto a la interacción que hay entre la variedad y el tiempo de germinación.

		Variedad de <i>Amaranthus caudatus</i> (Ác. Ascórbico)		
		factor (B)		
Tiempo de germinación	Factor (A)	INIA 414 - Taray (b1)	INIA 442 - Frondosa (b2)	Oscar Blanco (b3)
0 horas (a 1)		2,45 (a 1 x b 1)	4,97 (a 1 x b 2)	7,32 (a 1 x b 3)
24 horas (a 2)		8,97 (a 2 x b 1)	14,11 (a 2 x b 2)	12,38 (a 2 x b 3)
48 horas (a 3)		18,37 (a 3 x b 1)	21,51 (a 3 x b 2)	16,37 (a 3 x b 3)
72 horas (a 4)		21,07 (a 4 x b 1)	28,90 (a 4 x b 2)	23,77 (a 4 x b 3)
96 horas (a 5)		18,29 (a 5 x b 1)	17,24 (a 5 x b 2)	18,20 (a 5 x b 3)

		Variedad de <i>Amaranthus caudatus</i> (carotenos)		
		factor (B)		
Tiempo de germinación	Factor (A)	INIA 414 - Taray (b1)	INIA 442 - Frondosa (b2)	Oscar Blanco (b3)
0 horas (a 1)		44,77 (a 1 x b 1)	54,73 (a 1 x b 2)	13,93 (a 1 x b 3)
24 horas (a 2)		55,53 (a 2 x b 1)	70,80 (a 2 x b 2)	20,67 (a 2 x b 3)
48 horas (a 3)		83,65 (a 3 x b 1)	111,76 (a 3 x b 2)	48,95 (a 3 x b 3)
72 horas (a 4)		101,80 (a 4 x b 1)	145,50 (a 4 x b 2)	63,57 (a 4 x b 3)
96 horas (a 5)		123,49 (a 5 x b 1)	163,65 (a 5 x b 2)	79,31 (a 5 x b 3)

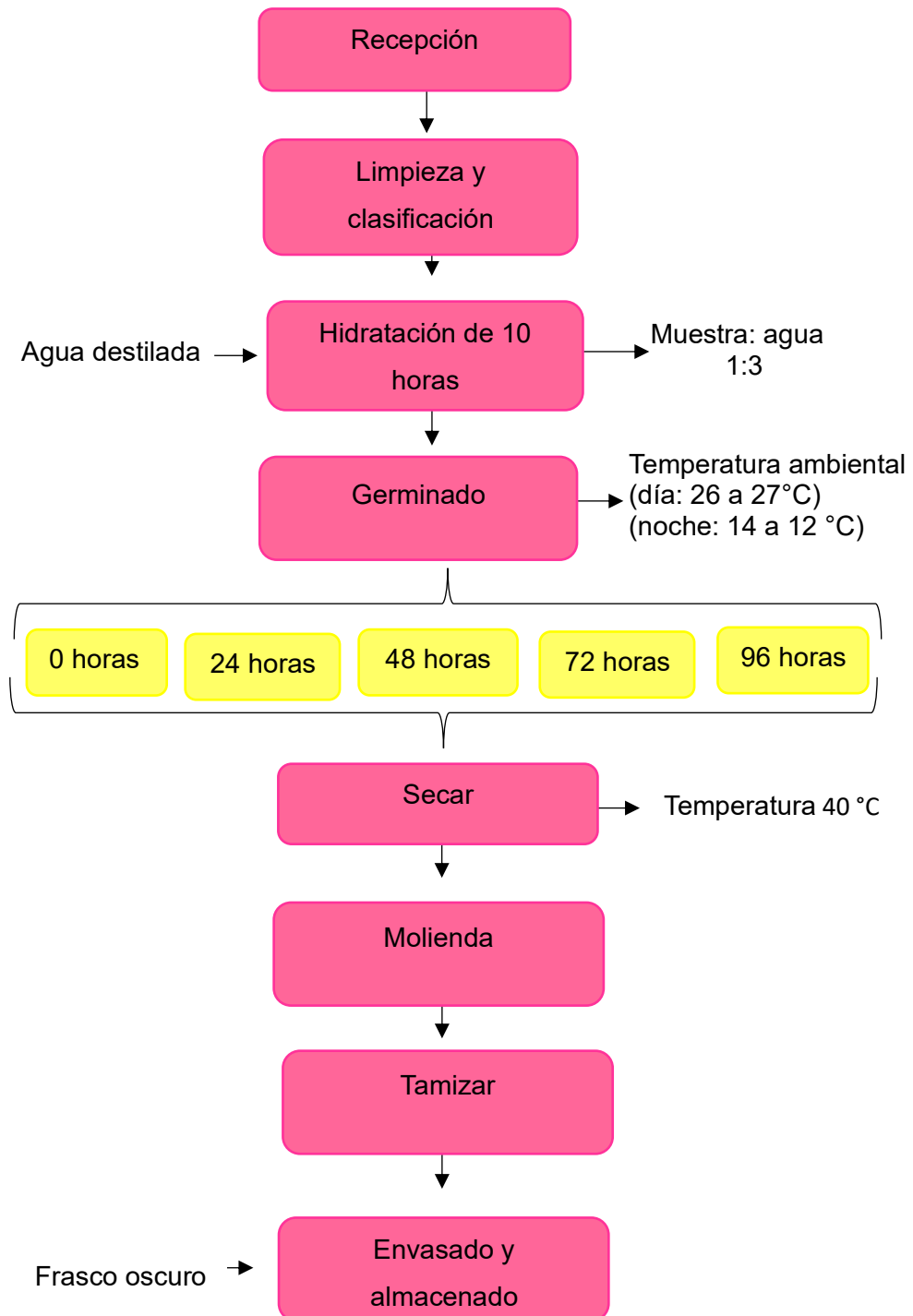
Anexo 25.

Porcentaje promedio de germinación de tres variedades de Amaranthus caudatus a diferentes tiempos germinación.

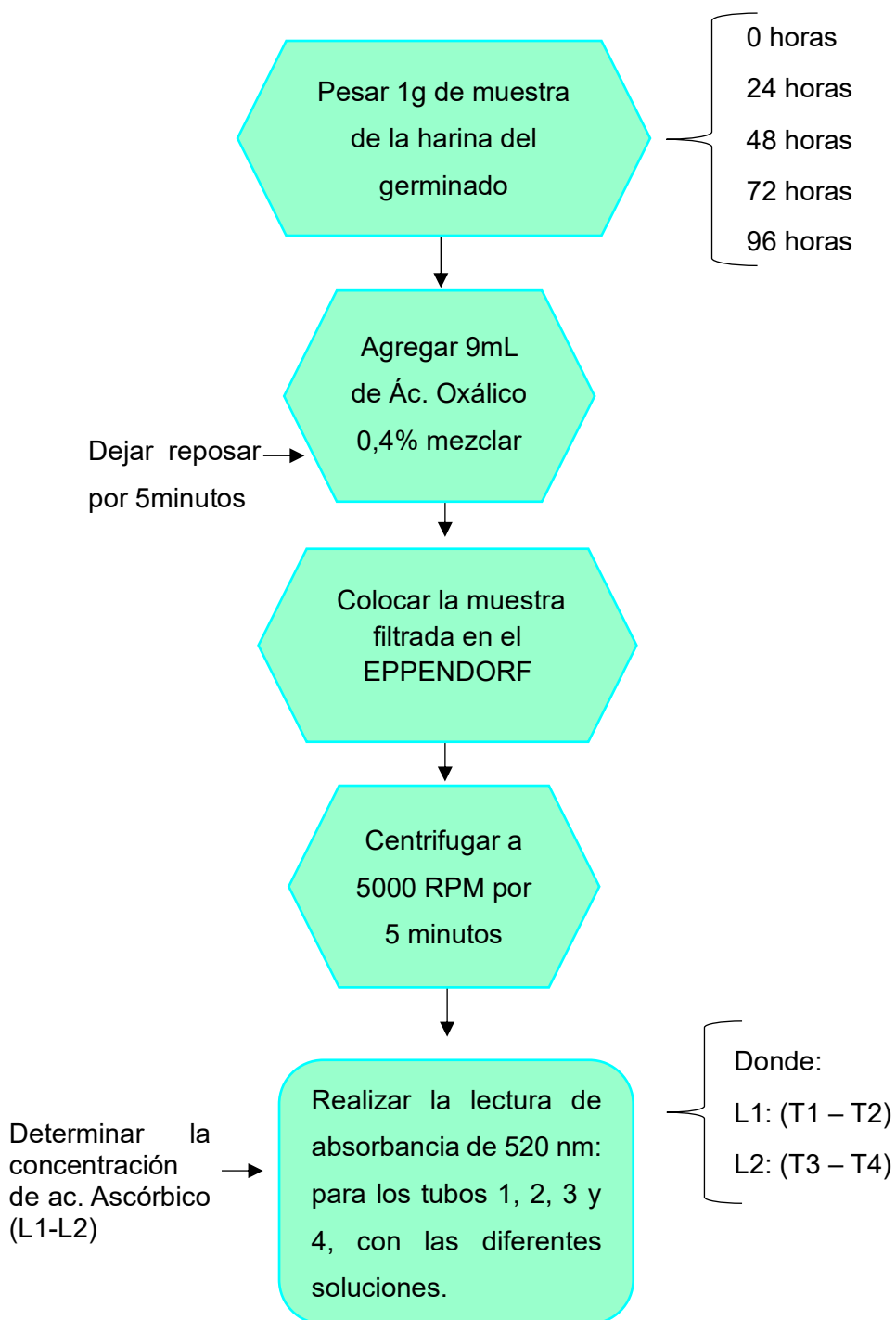
Variedad	N°	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
INIA 414 – Taray	3	77,4 %	68,25 %	75 %	72,2 %
INIA 442 – Frondosa	3	85,3 %	87,20 %	90,32 %	90,4 %
Oscar Blanco	3	68,75%	65,37%	69.43%	67,45%

N°: Número de repeticiones

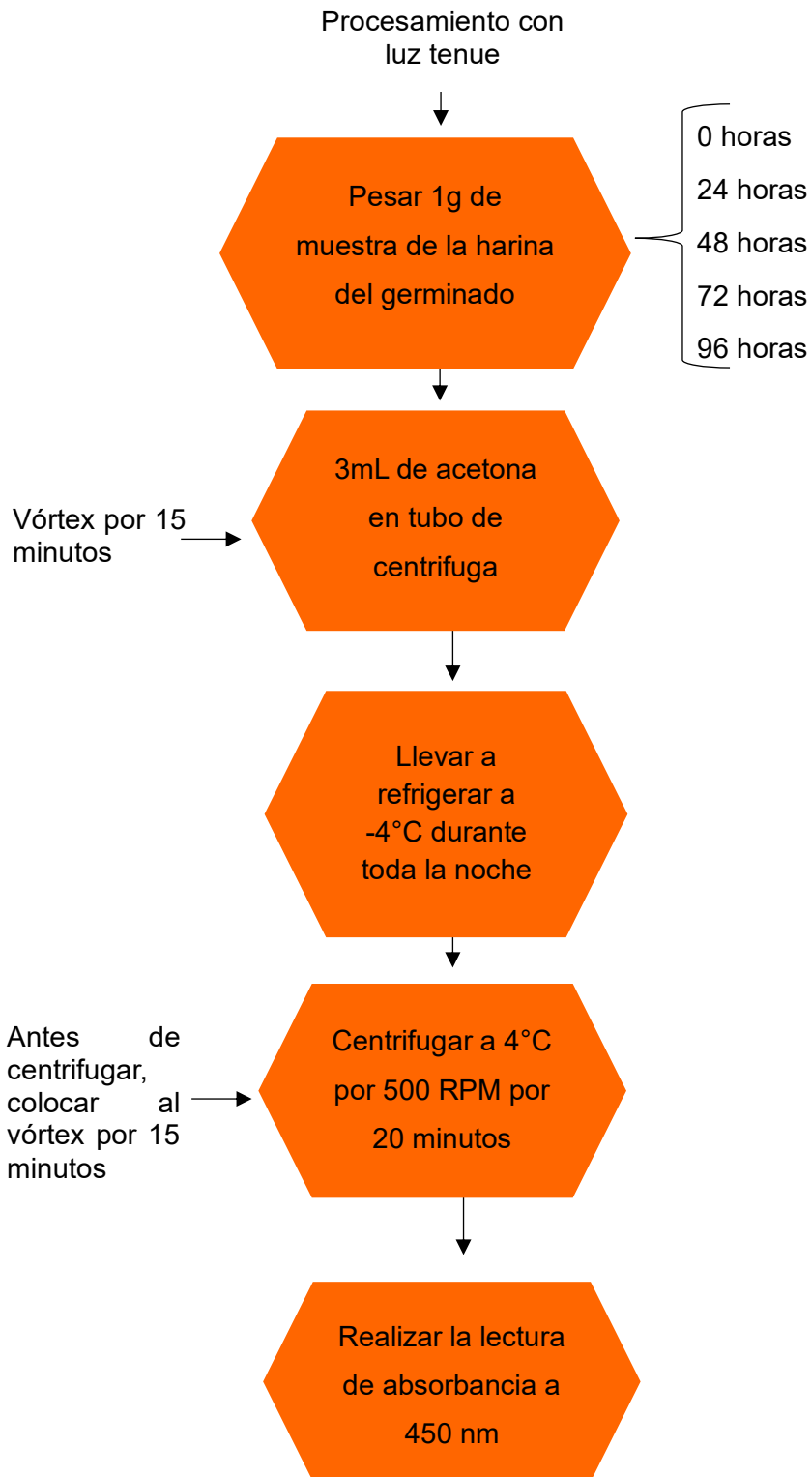
Anexo 26. Flujograma para la obtención de la harina de achita en diferentes tiempos de germinación.



Anexo 27. Flujograma para la determinación de ácido ascórbico en las muestras germinadas de las tres variedades de *Amaranthus caudatus*, según metodología adaptada.



Anexo 28. Flujograma para la determinación de carotenos en las muestras germinadas de las tres variedades de *Amaranthus caudatus* según metodología adaptada.



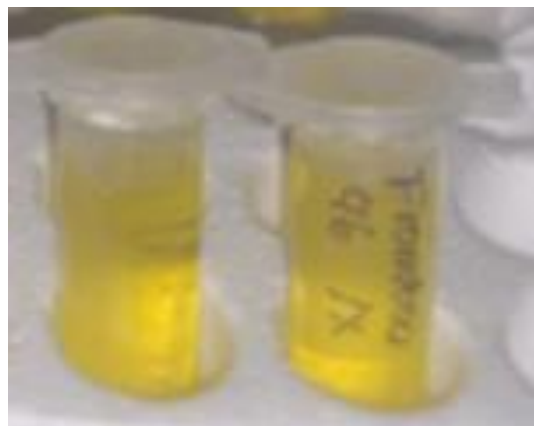
Anexo 29. Recolección de tres variedades de *Amaranthus caudatus* INIA – Ayacucho 2023.



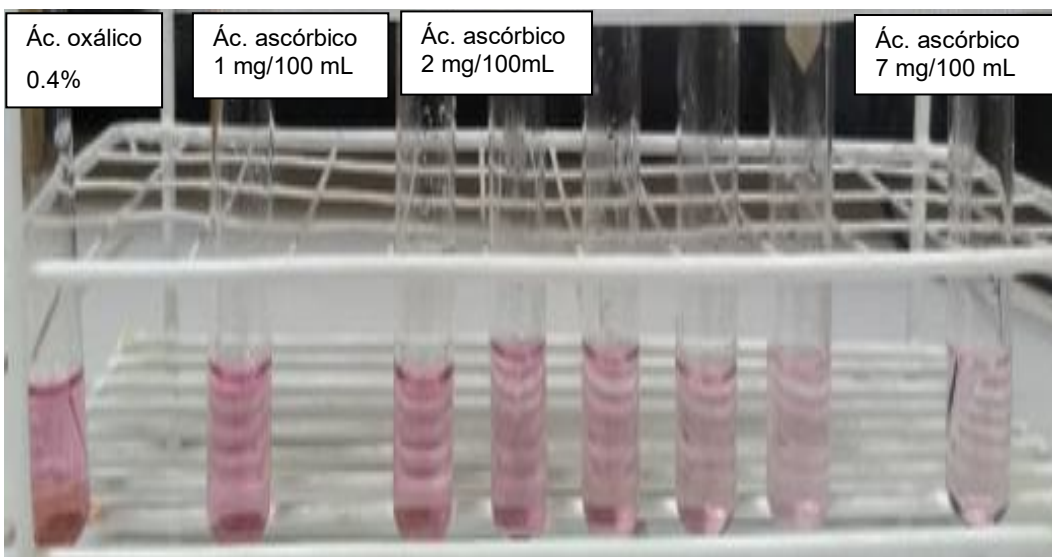
Anexo 30. Procesamiento de extracción de ácido ascórbico.



Anexo 31. Procesamiento de extracción de carotenos.

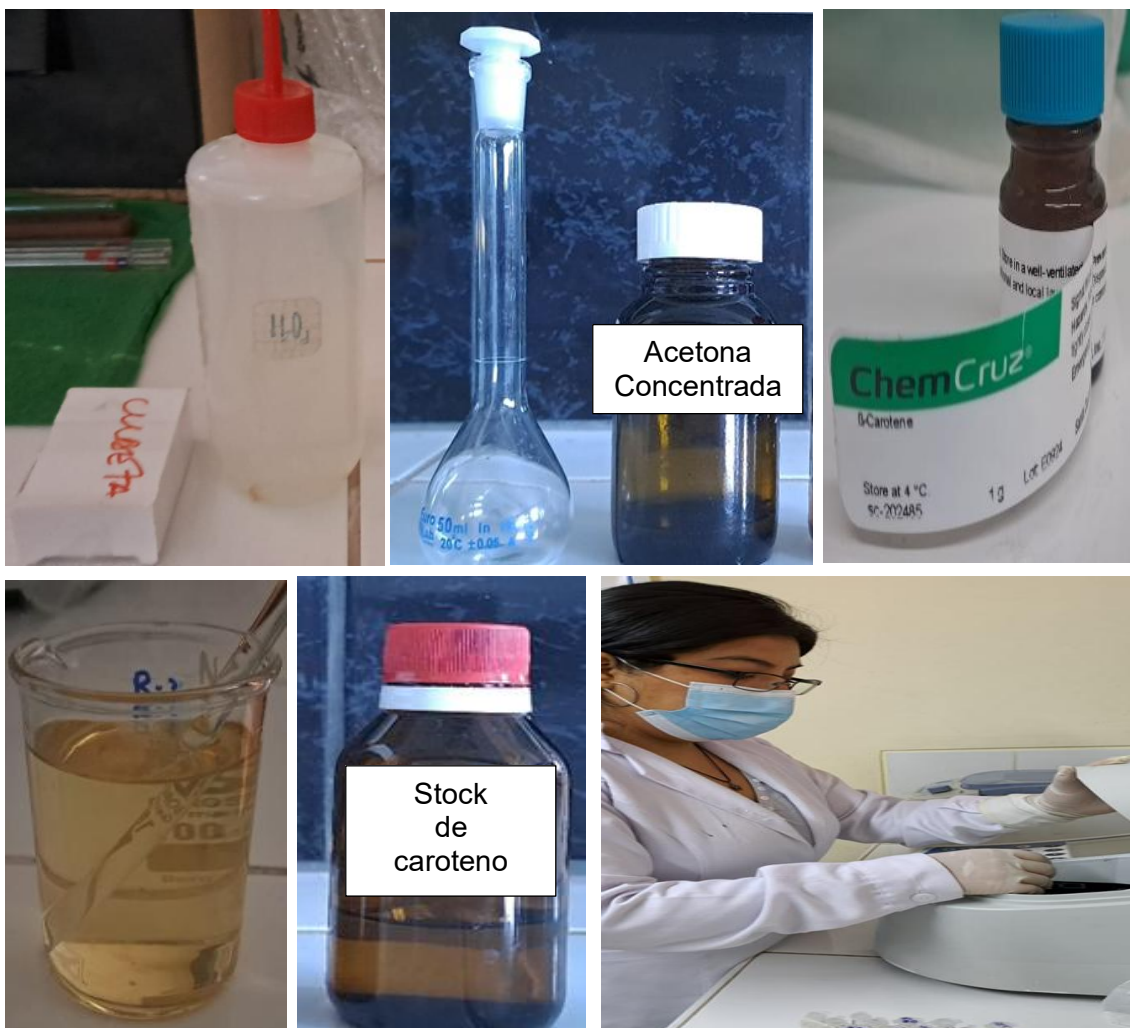


Anexo 32. Preparación de diluciones de ácido ascórbico para elaborar la curva de calibración.









Reducción del colorante (DCIF) por el L-Ácido Ascórbico de 1 a 7 mg/100 mL. A medida que incrementa la vitamina C más incoloro (reducción) se torna el colorante. La reducción del colorante es determinada mediante la absorbancia







Anexo 33. Preparación de diluciones de carotenos para elaborar la curva de calibración.



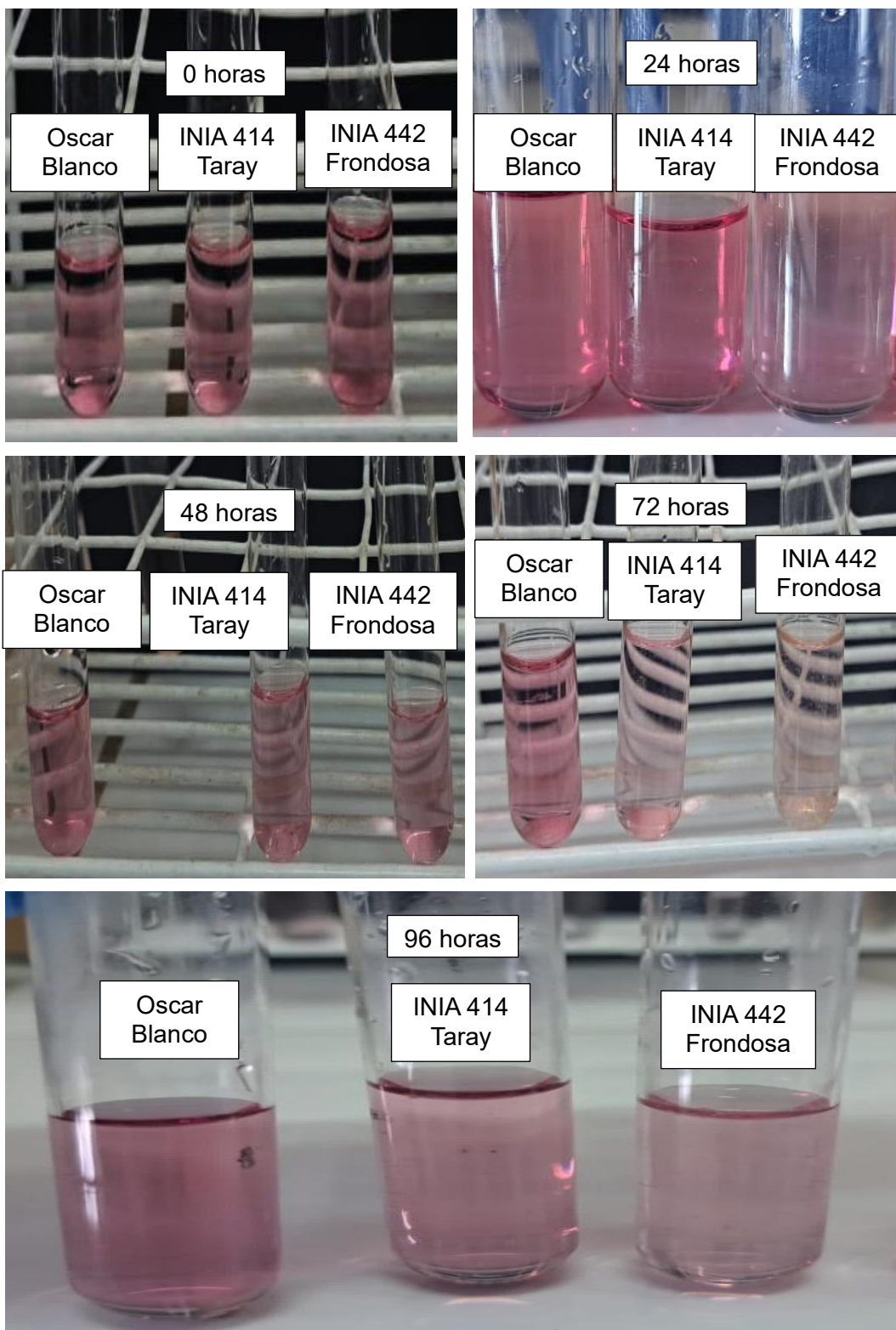
Anexo 34. Germinación de tres variedades de *Amaranthus caudatus* entre 24 y 48 horas.

		
INIA 442 - Frondosa 24 horas de germinación	Oscar Blanco 24 horas de germinación	INIA-414 Taray 24 horas de germinación
		
INIA 442 - Frondosa 48 horas de germinación	Oscar Blanco 48 horas de germinación	INIA-414 Taray 48 horas de germinación

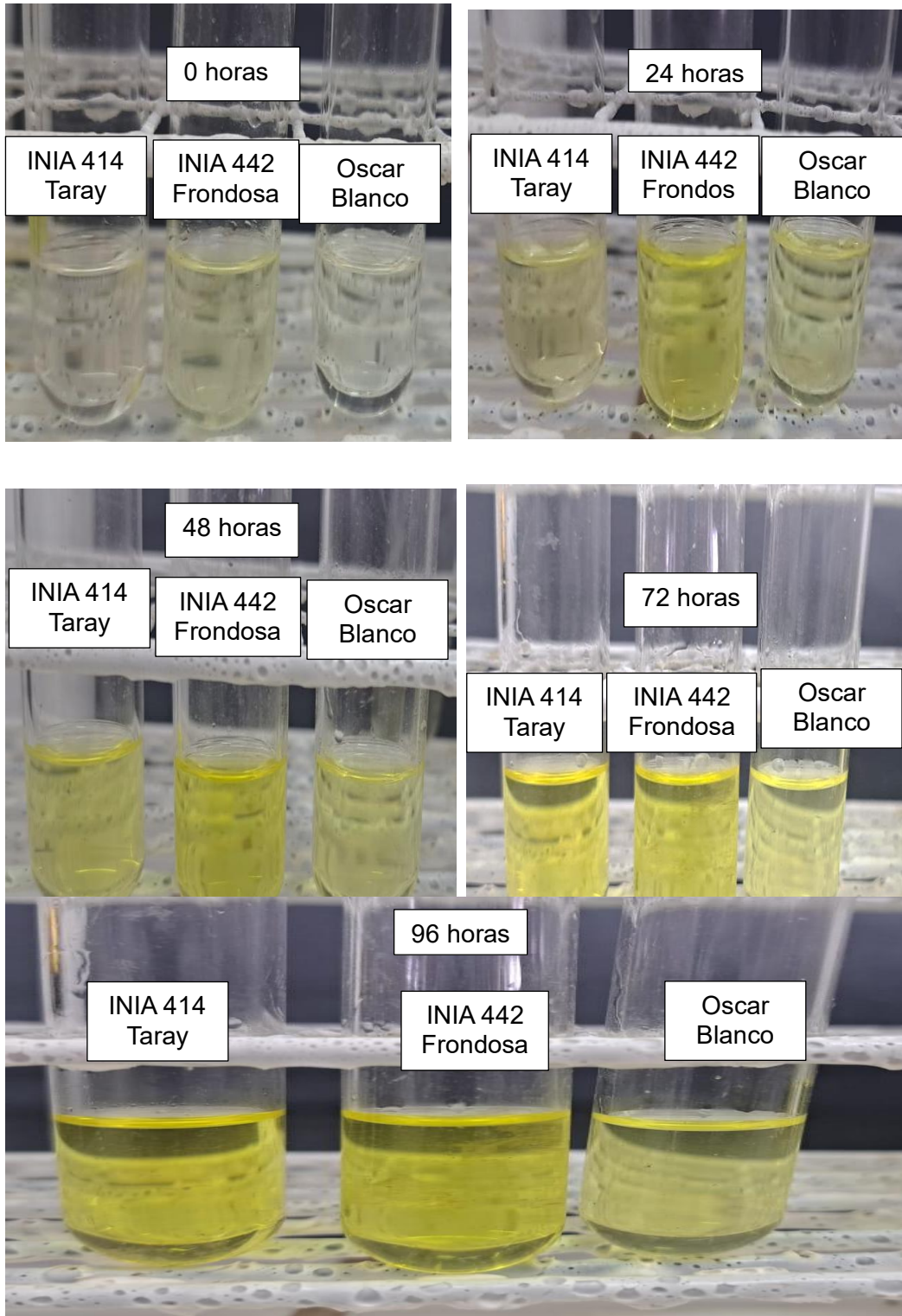
Anexo 35. Germinación de tres variedades de *Amaranthus caudatus* entre 72 y 96 horas.

		
<p>INIA 442 - Frondosa 72 horas de germinación</p>	<p>Oscar Blanco 72 horas de germinación</p>	<p>INIA-414 Taray 72 horas de germinación</p>
		
<p>INIA 442 - Frondosa 96 horas de germinación</p>	<p>Oscar Blanco 96 horas de germinación</p>	<p>INIA-414 Taray 96 horas de germinación</p>


Anexo 36. Reducción del colorante (DCF1) por el ácido ascórbico en los diferentes tiempos de germinado de *Amaranthus caudatus*.



Anexo 37. Coloración de carotenos en los diferentes tiempos de germinado de *Amaranthus caudatus*.



Anexo 38. Boleta de venta de las tres variedades de *Amaranthus caudatus*.



ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA-JUNIN
 KM. 8 FND. SANTA ANA
 JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO
 Telef.: 064241701 / 064246206 Email: santaana@inia.gob.pe

R.U.C. 20568503253



BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA

B006-766

Cliente : JAYACC DE LA CRUZ LIZ MAYRA D.N.I. : 74050437 Dirección : AYACUCHO	Moneda : SOLES Fecha Emisión : 22/02/2023
--	--

Cant.	U/M	Descripción	Precio Unit.	Importe Total
0.50	KG.	KIWICHA OSCAR BLANCO SEMILLA NO CERTIFICADA	10.00	5.00
0.50	KG.	KIWICHA INIA 442 LA FRONDOSA SEMILLA BASICA	10.00	5.00
0.50	KG.	KIWICHA INIA 414 TARAY SEMILLA BASICA	10.00	5.00

Entregado

SON: DIEZ Y 00/100 SOLES	Venta Exonerada : S/ 15.00 Total I.G.V. 18% : S/ 0.00 Total Precio de Venta : S/ 15.00
--------------------------	--


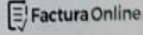
Información adicional

Información de pagos

"GRACIAS POR SU PREFERENCIA"

Para visualizar el presente documento ingrese a: cpe.telemovil.global o en <http://www.sunat.gob.pe> con su clave SOL

Representación impresa de la BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
 Autorizado mediante la Resolución: N° 034-030-0000103/SUNAT
www.facturaonline.pe

Anexo 39. Constancia de las tres variedades de *Amaranthus caudatus*.

CONSTANCIA

**LA BIOLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN
TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:**


Que, la Bach. en Ciencias Biológicas Srta. Liz Mayra, JAYACC DE LA CRUZ
ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de
Clasificación de Cronquist, A. 1988, siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	CARYOPHYLLIDAE
ORDEN	:	CARYOPHYLLALES
FAMILIA	:	AMARANTHACEAE
GENERO	:	Amaranthus
ESPECIE	:	<i>Amaranthus caudatus</i> L.
VARIETADES	:	Oscar Blanco INIA 442 La Frondosa INIA 414 Taray
N.V.	:	"amaranto", "kiwicha"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada
para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 16 de diciembre del 2023


LAURA AUCASIME MEDINA
BIÓLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

Anexo 40. Matriz de consistencia.

Título: Efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de *Amaranthus caudatus*.
Ayacucho 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLE E INDICADORES	HIPOTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál será el efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos en las tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i>?</p>	<p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i>. <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la concentración de ácido ascórbico y carotenos después de las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de germinación en las tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i>. • Analizar las diferencias en los niveles de ácido ascórbico y carotenos después de las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de germinación dentro de las tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i>. • Comparar los niveles de ácido ascórbico y carotenos después de las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de germinación entre las tres variedades de <i>Amaranthus caudatus</i>. 	<p>Marco conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amaranto - Germinado - Viabilidad - Ácido ascórbico - Carotenos - Espectrofotometría 	<p>Variable independiente</p> <p>Variedades de <i>Amaranthus caudatus</i>.</p> <p>Indicador</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variedad 1: Oscar blanco Variedad 2: Frondosa Variedad 3: INIA-442 <p>Variable dependiente</p> <p>Contenido de ácido ascórbico, carotenos y porcentaje de germinación.</p> <p>Indicador</p> <ul style="list-style-type: none"> - mg/ 100g - µg/ 100g - 100 % 	<p>El contenido de ácido ascórbico y carotenos en las tres variedades <i>Amaranthus caudatus</i> difiere en función al tiempo de germinación.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Experimental</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION</p> <p>Explicativo</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>Semillas de <i>Amaranthus caudatus</i> de INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria)</p> <p>MUESTRAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - 500g de <i>Amaranthus caudatus</i>, variedad Oscar Blanco - 500g de <i>Amaranthus caudatus</i>, INIA-442 Frondosa - 500g de <i>Amaranthus caudatus</i>, variedad INIA-414 Taray <p>METODOLOGÍA.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Lavado • Germinación • Determinación de Ácido ascórbico por espectrofotometría. <p>ANÁLISIS ESTADÍSTICO.</p> <p>Se determinará si los datos presentan distribución normal y homogeneidad de varianza, a través de un paquete estadístico R.</p> <p>Se realizará la ANOVA y prueba de Tukey al 95%.</p> <p>DISEÑO EXPERIMENTAL.</p> <p>Se aplicará un diseño factorial AXB.</p> <p>Donde:</p> <p>Factor A:</p> <p>Variedades de <i>Amaranthus caudatus</i> Nivel: Oscar Blanco, INIA-442 Frondosa y INIA-414 Taray.</p> <p>Factor B:</p> <p>Tiempo de germinación.</p> <p>Nivel: 0, 24, 48, 72 y 96 horas.</p>

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. Liz Mayra JAYACC DE LA CRUZ****RESOLUCIÓN DECANAL N° 184-2025-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cinco de la tarde del día viernes trece de junio del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, el Dr. Jesús De La Cruz Arango (miembro – jurado), la Dra. Edna León Palomino (miembro – jurado), el Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi (miembro – jurado), la Dra. Roberta Brita Anaya González (miembro – asesor), actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel Moscoso García; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de *Amaranthus caudatus*. Ayacucho 2023**, presentado por la Bach. Liz Mayra JAYACC DE LA CRUZ; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Jesús De La Cruz Arango	16	16	16
Dra. Edna León Palomino	18	14	16
Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi	17	16	17
PROMEDIO			16

La sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las siete de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista

Presidente

Dr. Jesús De La Cruz Arango

Miembro- jurado

Dra. Edna León Palomino

Miembro – Jurado

Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi

Miembro – jurado

Dra. Roberta Brita Anaya González

Miembro – asesor

Mg. Luis Uriel Moscoso García

Secretario docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 032-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de *Amaranthus caudatus*. Ayacucho 2023**, por LIZ MAYRA JAYACC DE LA CRUZ; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 14%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 16 de julio de 2025.


Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de *Amaranthus caudatus*. Ayacucho 2023

por LIZ MAYRA JAYACC DE LA CRUZ

Fecha de entrega: 10-jul-2025 09:45p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2713141903

Nombre del archivo: JAYACC_DE_LA_CRUZ-Liz_Mayra-pregrado-2025_TURNITIN_Word.docx (343.7K)

Total de palabras: 8270

Total de caracteres: 44687

Efecto del tiempo de germinación en el contenido de ácido ascórbico y carotenos de tres variedades de Amaranthus caudatus. Ayacucho 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	9%	1%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5%
2	ciad.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	1%
3	hemeroteca.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
6	elainenutricion.wordpress.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad del Valle de Guatemala Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
9	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1%
10	Submitted to Universidad de Monterrey Trabajo del estudiante	

<1 %

11

Submitted to Universidad Nacional del Santa

Trabajo del estudiante

<1 %

12

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

13

pm221.szkoły.lodz.pl

Fuente de Internet

<1 %

14

dspace.unica.cu

Fuente de Internet

<1 %

15

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

16

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo