

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL, MINERALES Y
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS DE CUATRO
VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN DIFERENTES
ETAPAS FENOLÓGICAS”**

Presentado por:

AUGUSTO LEWIS SÁNCHEZ PIZARRO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Lima – Perú

2019

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL, MINERALES Y
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS DE CUATRO
VARIETADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN DIFERENTES
ETAPAS FENOLÓGICAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

Presentado por:

AUGUSTO LEWIS SÁNCHEZ PIZARRO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Mg.Sc. Luis A. Briceño Berrú
PRESIDENTE**

**Dra. Rosana Chirinos Gallardo
MIEMBRO**

**Dra. Patricia Glorio Paulet
MIEMBRO**

**Dr. Edwin Baldeón Chamorro
ASESOR**

**Dra. Ritva Repo Carrasco-Valencia
CO-ASESORA**

Lima – Perú

2019

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. LA QUINUA	3
2.2. EL CULTIVO DE QUINUA Y SUS VARIEDADES	4
2.2.1. QUINUAS DE NIVEL DEL MAR	4
2.2.2. QUINUAS DE ALTIPLANO	4
2.2.3. QUINUAS DE VALLES INTERANDINOS	5
2.2.4. QUINUAS DE SALARES	5
2.2.5. QUINUAS DE YUNGAS	5
2.3. EL CULTIVO DE QUINUA EN EL PERÚ	5
2.4. FENOLOGÍA Y FASES FENOLÓGICAS DE LA QUINUA	8
2.4.1. COMIENZO DE FASE	9
2.4.2. PLENITUD DE FASE	10
2.4.3. FIN DE FASE	10
2.4.4. VARIABLES INDEPENDIENTES	10
2.4.5. VARIABLE DEPENDIENTES	11
2.5. FISIOLOGÍA DE LA QUINUA A FACTORES ABIÓTICOS	12
2.5.1. RESPUESTA A LA SEQUÍA	15
2.5.2. RESPUESTA A LAS HELADAS	15
2.5.3. RESPUESTA A LA SALINIDAD	15
2.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA QUINUA	16
2.6.1. CORTADORES DE PLANTAS TIERNAS	16
2.6.2. MINADORES Y DESTRUCTORES DE GRANO	16
2.6.3. MASTICADORES Y DEFOLIADORES	17
2.6.4. PICADORES-CHUPADORES	17
2.7. ORIGEN E IMPORTANCIA DE LAS HORTALIZAS	18
2.8. APORTE NUTRICIONAL DE LAS HORTALIZAS	18
2.8.1. CONTEXTO PERUANO	19
2.8.2. CONTEXTO INTERNACIONAL	20
2.9. CONSUMO DE HORTALIZAS	20

2.9.1. ESPINACA	20
2.9.2. AMARANTHUS	21
2.9.3. ACELGA	22
2.10. CARACTERÍSTICAS DE LA HOJA DE QUINUA Y SUS BENEFICIOS EN LA ALIMENTACIÓN	23
2.11. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	25
2.12. VARIEDADES DE QUINUA EN ESTUDIO	26
2.12.1. BLANCA DE JUNIN	26
2.12.2. PASANKALLA – INIA 415	27
2.12.3. SALCEDO – INIA	28
2.12.4. CRIOLLA	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	30
3.2. INSTRUMENTOS DE COLECTA DE DATOS	30
3.2.1. MUESTRAS EN EVALUACIÓN	30
3.2.2. MATERIALES DE VIDRIO	30
3.2.3. EQUIPOS Y MATERIALES	30
3.2.4. REACTIVOS	31
3.3. MÉTODOLOGIA EXPERIMENTAL	32
3.3.1. SIEMBRA	33
3.3.2. COSECHA	33
3.3.3. SELECCIÓN	35
3.3.4. LAVADO Y DESINFECTADO	35
3.3.5. SECADO	35
3.3.6. ALMACENAMIENTO	36
3.4. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS	36
3.4.1. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	36
3.4.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA	36
3.4.3. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO	36
3.4.4. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS	36
3.4.5. CONTENIDO DE FIBRA BRUTA	36
3.4.6. DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS	37

3.4.7. CONTENIDO DE MINERALES	37
3.4.8. COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES	37
3.4.9. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR MÉTODO ABTS	37
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	37
3.5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	41
4.2. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA	44
4.3. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE GRASA	47
4.4. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE FIBRA BRUTA	49
4.5. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CENIZA	51
4.6. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS	53
4.7. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS	55
4.8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	57
4.9. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE POTASIO	59
4.10. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CALCIO	62
4.11. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE MAGNESIO	64
4.12. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE SODIO	66
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
VIII. ANEXOS	78

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE DE QUINUA CULTIVADA EN EL PERÚ	6
CUADRO 2: SERIE HISTÓRICA DE LA SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE QUINUA EN EL PERÚ, PERIODO 1952 AL 2014	7
CUADRO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS DE LA QUINUA	13
CUADRO 4: PROCEDENCIA DE LAS PRINCIPALES HORTALIZAS PRODUCIDAS EN EL CONO ESTE DE LIMA	18
CUADRO 5: PRINCIPALES APORTES DE LAS HORTALIZAS A LA NUTRICIÓN HUMANA	19
CUADRO 6: COMPARATIVO DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE ESPINACA, ACELGA Y HOJA DE AMARANTO	22
CUADRO 7: COMPARACIÓN EN CONTENIDO DE PROTEÍNA Y LÍPIDOS DE LA HOJA DE QUINUA FRESCA CON OTRAS HORTALIZAS	23
CUADRO 8: ANÁLISIS QUÍMICO DE HOJAS TIERNAS DE SEIS VARIEDADES DE QUINUA	24
CUADRO 9: CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	33
CUADRO 10: PROGRAMACIÓN PARA LA COSECHA DE HOJAS DE QUINUA ...	35
CUADRO 11: FASES FENOLÓGICA DE CADA VARIEDAD DE QUINUA DURANTE LA RECOLECCIÓN	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: FASES FENOLÓGICAS DE LA QUINUA	14
FIGURA 2: FENOLOGÍA DE LA VARIEDAD BLANCA DE JUNÍN	27
FIGURA 3: FENOLOGÍA DE LA VARIEDAD PASANKALLA	28
FIGURA 4: FENOLOGÍA DE LA VARIEDAD SALCEDO	28
FIGURA 5: FENOLOGÍA DE LA VARIEDAD BLANCA CRIOLLA	29
FIGURA 6: FLUJO DE OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE HOJAS DE QUINUA	32
FIGURA 7: DISEÑO DE LA DISPOSICIÓN DEL CULTIVO DE LAS PLANTAS DE QUINUA	34
FIGURA 8: DISEÑO EXPERIMENTAL	39
FIGURA 9: CONTENIDO DE HUMEDAD (%) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	42
FIGURA 10: CONTENIDO DE PROTEÍNA (%BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	46
FIGURA 11: CONTENIDO DE GRASA (%BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	48
FIGURA 12: CONTENIDO DE FIBRA (%BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	50
FIGURA 13: CONTENIDO DE CENIZA (%BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	52
FIGURA 14: CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS (%BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	54
FIGURA 15: CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS (MG AGE/ G BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	56
FIGURA 16: CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL MÉTODO DE ABTS (μ MOL TE/ G BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	58
FIGURA 17: CONTENIDO DE POTASIO (MG/100 G DE BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	60

FIGURA 18: CONTENIDO DE CALCIO (MG/100 G DE BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	63
FIGURA 19: CONTENIDO DE MAGNESIO (MG/100 G DE BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	65
FIGURA 20: CONTENIDO DE SODIO (MG/100 G DE BS) DURANTE PERIODO DE RECOLECCIÓN	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, Y CONTENIDO DE MINERALES EN LAS CUATRO VARIEDADES DE LAS HOJAS DE QUINUA EN ESTUDIO	78
ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CURVA ESTÁNDAR DE ÁCIDO GÁLICO	83
ANEXO 3: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR MÉTODO ABTS Y CURVA ESTÁNDAR DE TROLOX	86
ANEXO 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE LA VARIEDAD JUNÍN	89
ANEXO 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE LA VARIEDAD PASANKALLA	97
ANEXO 6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE LA VARIEDAD SALCEDO	104
ANEXO 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE LA VARIEDAD BLANCA CRIOLLA	111

RESUMEN

La investigación evaluó el efecto del desarrollo fenológico en la composición proximal y capacidad antioxidante en las hojas de quinua *Chenopodium quinoa*, con el objetivo de determinar el periodo óptimo de corte para su consumo como hoja fresca en cuatro variedades: Blanca Junín, Pasankalla, Salcedo y Blanca Criolla. La toma de muestras se llevó a cabo en la comunidad de Matara, en el departamento de Cajamarca-Perú, las recolecciones fueron cada 8 días desde la fase de seis hojas verdaderas hasta la fase de floración, la variedad Salcedo fue la más prematura que alcanzó esta etapa a los 68 días de la siembra, seguido de la variedad Pasankalla a los 76 días y las últimas fueron las variedades Blanca Junín y Blanca Criolla a los 84 días cada una. Se determinó que el periodo de recolección de las hojas en la variedad Pasankalla y Blanca Criolla es entre los 52 y 60 días luego de la siembra (fase de ramificación e inicio de panojamiento) por su aporte proteico y de contenido de fibra, mientras que en las variedades Blanca Junín y Salcedo el periodo de recolección es entre los 44 y 52 días después de la siembra (fase de inicio de panojamiento y formación de panoja) por su aporte proteico, contenido de fibra, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.

Palabras clave: hojas de *Chenopodium quinoa*, fases fenológicas, Salcedo, Pasankalla, Blanca Junín, Blanca Criolla.

ABSTRACT

The research evaluated the effect of phenological development in the proximal composition and antioxidant capacity of quinoa's leaves (*Chenopodium quinoa*), with the objective to determinate the period of cut for consumption as fresh leaf in four varieties: Blanca Junín, Pasankalla, Salcedo and Blanca criolla. Sampling was carried out in the community of Matara, in the department of Cajamarca-Perú, the harvesting was every 8 days, from the emergency phase to the flowering phase, the variety Salcedo was the most premature because it reached this stage at 68 days of planting, followed by the Pasankalla variety at 76 days and the last were the Blanca Junín and Blanca Criolla varieties at 84 days. It was determined that the period of leaf collection in the varieties Pasankalla and Blanca Criolla is between 52 and 60 days after the sowing (branching phase and beginning of panning) for their protein and fiber content contribution; while in varieties: Blanca Junín and Salcedo the period is between 44 and 52 days after sowing (phase of panning initiation and panicle formation) due to its protein, fiber content, phenolic compounds and antioxidant capacity.

Key words: *Chenopodium quinoa* leaves, phenological phases, Salcedo, Pasankalla, Blanca Junín, Blanca Criolla.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua es un cultivo originario de los Andes, sobre el cual se ha llevado a cabo numerosas investigaciones sobre su contenido proteico y funcional. Según Miranda *et al.* (2013), el grano de la quinua puede ser consumido como harina, jugos, biscochos y galletas, y las hojas en ensaladas por su alto contenido de proteína.

En 1996, la quinua fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad, no sólo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana. En el año 2013, se celebró el año internacional de la quinua y se planteó como reto reducir la desnutrición mundial con ayuda de la producción y consumo de este milenario cultivo.

Según FAO (2011), las hojas de los cereales andinos como la kiwicha presentan mayores contenidos de nutrientes que muchas hortalizas de hoja como acelga, espinaca, verdolaga, etc., mostrando alto contenido de proteínas, fósforo, hierro, calcio y vitaminas como vitamina C, retinol, y niacina. Por otro lado, los nutrientes concentrados de las hojas de quinua tienen un bajo índice de nitrato y oxalato, los cuales son considerados elementos perjudiciales en la nutrición (SESAN, 2013).

Los compuestos fenólicos son antioxidantes naturales que contribuyen al refuerzo de las defensas naturales del organismo previniendo la oxidación de los tejidos.

Pruebas *in vitro* realizado por Gawlik-Dziki *et al.* (2013) del extracto de las hojas de quinua mostraron que sus compuestos fenólicos son los responsables de la capacidad antioxidante y anticancerígena. Cari (1987) encontró que las hojas de quinua presentan alto contenidos de hierro (120 a 245 mg/g) magnesio (0,75-1,34 por ciento) y calcio (3 por

ciento) en peso seco; así también menciona que los contenidos de Mg, Na y Mn incrementan y el contenido de N, P, K, Zn y Cu declinan con la edad de la planta.

Los estudios de la composición química y la bioactividad de las hojas de quinua abren una nueva perspectiva de uso en la dieta en forma de suplemento (Gawlik-Dziki *et al.* 2013). En la región andina del Perú, especialmente en el Cusco y Cajamarca, los pobladores desde hace mucho tiempo han introducido en su dieta las hojas de quinua y en Trujillo la municipalidad promueve el consumo de hoja de quinua para combatir la desnutrición infantil (PAN, 2014).

A diferencia de África y buena parte de Asia, la problemática en Perú es que no existen variedades en hojas de quinua disponibles comercialmente, además existe falta de difusión de los beneficios de su consumo debido a que no se dispone de información analítica de sus variedades.

En la presente investigación se caracterizó la composición química y capacidad antioxidante de las hojas de cuatro variedades de quinua (Blanca Junín, Pasankalla, Salcedo y Blanca Criolla) durante su desarrollo hasta encontrar el mejor periodo de cultivo con mayor aporte nutricional. De esta manera se busca aportar información científica para potenciar el aprovechamiento de estas plantas en la alimentación como producto hortícola.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Determinar la composición química y mineral de las hojas de cuatro variedades de quinua en diferentes etapas fenológicas.
- Determinar el periodo de recolección de las hojas de quinua, considerando la capacidad antioxidante, contenido de proteína y fibra bruta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA QUINUA

La quinua es una planta anual cuyo nombre científico es *Chenopodium quinoa*, de la familia de las chenopodiáceas. Se cultiva a una altura superior a los 3000 metros sobre el nivel del mar. Puede pasar los 2 metros de altura y tiene hojas irregulares, las flores son pequeñas y no tienen pétalos (SESAN, 2013).

Es una planta autóctona de los Andes, cuyo centro de origen se encuentra en algún valle de la Zona Andina y la mayor variabilidad se observa a orillas del Lago Titicaca y en su historia se reconoce que fue utilizada como alimento desde hace 5000 años (Peralta, 1985).

Según Mujica (1993), citado por la FAO (2011), la quinua tiene la siguiente clasificación taxonómica

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Clase:	Dicotiledonas
Orden:	Angiospermas
Familia:	Chenopodiáceas
Género:	Chenopodium
Sección:	Chenopodia
Subsección:	Cellulata

Por otro lado, el cultivo tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Puede crecer con humedades relativas desde 40 hasta 88 por ciento, y soporta temperaturas desde -4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente en el uso de agua, es tolerante y resiste la falta de humedad en el suelo, permitiendo producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm (FAO, 2011).

2.2. EL CULTIVO DE QUINUA Y SUS VARIEDADES

El cultivo de la quinua se remonta desde la cultura Inca y otros como los Aymaras le daban múltiples usos a los diferentes ecotipos y variedades como: la medicina, forraje para el ganado, pero principalmente en sus diferentes formas de alimentación. En la actualidad sigue siendo el alimento básico de muchos pueblos. Se constituye en la principal fuente de ingresos económicos para los habitantes de la zona y del país (Reynaga *et al.* 2010). La quinua es una planta anual, dicotiledónea, cuyo periodo vegetativo varía de 150 a 240 días (Repo-Carrasco, 1992).

Existe gran importancia en el cultivo de la quinua como fuente natural de proteína vegetal y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, vitaminas, además de elevado contenido de minerales (PROINPA, 2004) especialmente en calcio, fósforo y hierro (FAO, 2011) contribuyendo de esta manera en la alimentación humana desde el punto de vista nutricional y alimentario,

A continuación, se describen los cinco grupos de quinua de acuerdo con FAO (2011) y a Tapia (1990):

2.2.1. QUINUAS DE NIVEL DEL MAR

Se han encontrado en las zonas de Linares y Concepción (Chile) a 36° Latitud Sur. Son plantas más o menos robustas, de 1,0 a 1,4 m de altura, de crecimiento ramificado, y producen granos de color crema transparente (tipo Chullpi). Estas quinuas guardan gran similitud con la *Chenopodium nuttalliae* (Huahzontle) que se cultiva en forma aislada en México a 20° Latitud Norte.

2.2.2. QUINUAS DE ALTIPLANO

Se desarrollan en áreas mayores como cultivos puros o únicos y, entre los 3600 a 3800 msnm, corresponde a la zona del altiplano peruano-boliviano. En esta área se encuentra la mayor variabilidad de caracteres y se producen los granos más especializados en su uso. Las plantas crecen con alturas entre 0,5 a 1,5 m, con un tallo que termina en una panoja principal y por lo general compacta. En este grupo es donde se encuentra el mayor número

de variedades mejoradas y también los materiales más susceptibles al *mildiu* cuando son llevados a zonas más húmedas.

2.2.3. QUINUAS DE VALLES INTERANDINOS

Son las que se adaptan entre los 2500 a 3500 msnm, se caracterizan por su alto desarrollo hasta 2,5 m o más de altura y con muchas ramificaciones con inflorescencia laxa y que normalmente presentan resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa*).

2.2.4. QUINUAS DE SALARES

Son las que crecen en las zonas de los salares al sur del altiplano boliviano, la zona más seca con 300 mm de precipitación. Se cultiva como cultivos únicos a distancias de 1 m x 1 m y en hoyos para aprovechar mejor la escasa humedad. Son quinuas con el mayor tamaño de grano (> a 2,2 mm de diámetro), se las conoce como “Quinoa Real” y sus granos se caracterizan por presentar un pericarpio grueso y con alto contenido de saponina.

2.2.5. QUINUAS DE LAS YUNGAS

Es un grupo reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de las Yungas de Bolivia a alturas entre los 1500 y 2000 msnm, y se caracterizan por ser de desarrollo algo ramificado. Alcanzan alturas de hasta 2,20 m, son plantas verdes, y cuando están en floración toda la planta íntegra, toman la coloración anaranjada.

2.3. EL CULTIVO DE QUINUA EN EL PERÚ

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), por sus elevadas cualidades nutricionales constituyó a lo largo del tiempo, junto a otros cultivos nativos, uno de los alimentos básicos del hombre andino. Con la llegada hispana a América se introdujo otros cultivos, como los cereales, muchos de los cuales desplazaron a los tradicionales, razón por la cual la quinua pasó a constituirse en un cultivo marginal practicado por algunas comunidades campesinas de la zona andina (Rosas, 2015).

En los últimos años, se constata un progresivo aumento de la producción de quinua, especialmente en los países que han sido tradicionalmente los principales productores, esto es Bolivia, Perú y Ecuador. Se estima que más del 80 por ciento de la producción mundial de quinua se concentra en esos tres países (FAOSTAT 2013, citado por Ramírez 2015).

En la actualidad este cultivo se erige como de gran importancia entre los agricultores del país, como consecuencia de la gran demanda nacional y extranjera que se tiene, ya que este grano nativo destaca por sus bondades nutricionales. Así, la demanda internacional ha experimentado progresos exponenciales lo cual se ve reflejado en la cantidad de toneladas exportadas, que del año 2007 al 2012, pasaron de 1500 a 10400, respectivamente, como señala el Ministerio de Agricultura (Rosas, 2015).

En el Perú la quinua es cultivada en valles interandinos, ya sea como monocultivo o asociado al maíz, habas o como borde de cultivos de papa. En el altiplano es donde se cultiva la quinua profusamente, siendo Puno la región que concentra más del 70 por ciento del total de la producción nacional (Cuadro 1). Otros lugares de producción importante en el país son las regiones de Ayacucho, Cusco, Junín y Arequipa; precisamente en esta última región, se está cultivando quinua en los valles de Majes y Pedregal, aprovechando variedades precoces de buen rendimiento (MINAGRI 2015, citado por Rosas, 2015).

Cuadro 1: Distribución de superficie de quinua cultivada en el Perú

Departamento	Producción (Toneladas)	Superficie (Hectáreas)	Rendimiento (Kg/ha)
Amazonas	2	4	686
Ancash	140	132	1059
Apurímac	1262	1094	1153
Arequipa	1013	498	2034
Ayacucho	1444	1952	740
Cajamarca	141	151	934
Cusco	1796	1866	963
Huancavelica	429	472	910
Huánuco	293	356	824
Ica	41	18	2300
Junín	1448	1191	1216
La Libertad	354	328	1080
Moquegua	25	35	724
Puno	32740	27337	1198
Tacna	52	42	1238

FUENTE: MINAGRI (2015), citado por Rosas (2015)

En los últimos años, la superficie agrícola destinada a este cultivo ha tenido un incremento considerable, así del año 2001 se pasa de 25600 a 69416 hectáreas para el año 2014 (Cuadro 2). Sin embargo, la tecnología de producción actual es aún muy limitada, lo cual se refleja en el rendimiento promedio nacional, y tiene como explicación a las condiciones donde principalmente se cultiva la quinua, correspondiente a la región andina, la cual se encuentra condicionada por el aspecto ambiental y edáfico, de carácter adverso, y debido al facto económico, referido a una inversión reducida.

Cuadro 2: Serie histórica de la superficie cosechada, producción y rendimiento de quinua en el Perú, periodo 1951 al 2014

Año	Superficie (Hectáreas)	Rendimiento (Kg/Ha)	Producción (Toneladas)
1951	47200	900	42500
1961	28610	786	22494
1971	15035	426	6405
1981	18384	592	10880
1991	21007	735	15439
2001	25600	870	22267
2002	27852	1091	30374
2003	28326	1062	30085
2004	27676	975	26997
2005	28632	1138	32590
2006	29949	1016	30428
2007	30381	1047	31824
2008	31163	958	29867
2009	34026	1158	39397
2010	35313	1163	41079
2011	35475	1161	41182
2012	38495	1149	44210
2013	47543	1097	52130
2014	69416	1647	114343

FUENTE: MINAGRI (2015), citado por Rosas (2015)

En los valles interandinos se produce tradicionalmente, debido a la topografía del terreno y a la extensión de las áreas pequeñas del agricultor. Asimismo, el buen desarrollo del cultivo está marcado por la inversión que se realice, partiendo desde una buena preparación de terreno, pasando por una buena fertilización y realizando un buen manejo sanitario; así Flores (2010), menciona que el nivel de fertilización va depender del nivel de producción que se desee obtener.

El Perú tiene un nivel de consumo per cápita de 1,3 kilos de grano de quinua anual, con alto potencial de incremento en el mediano plazo. La promoción de la quinua viene impulsando el negocio gastronómico y la industria de alimentos funcionales. (INIA 2013, citado por Ramírez, 2015). En lo que respecta a la demanda creciente de quinua y considerando que los rendimientos han sido estables en los últimos cinco años, se advierte que existe un esfuerzo para aumentar la producción y atender la creciente demanda interna y externa. En el mercado internacional, la quinua peruana tiene como principales compradores a Japón, Alemania, Canadá y EE. UU; precisamente, este último país, encabeza las compras. Para el año 2011, el Ministerio de Agricultura le asignaba a EE. UU un 59,3 por ciento de compras (Rosas, 2015).

El cultivo de quinua en el Perú afronta en estos momentos el reto de poder ser productivo y rentable para los agricultores del ande, quienes han sido los que, a través del tiempo, como refiere Tapia (1990), han cultivado y diversificado la especie. Para que esto ocurra, la FAO menciona que las condiciones de producción deben tender a la tecnificación del cultivo, se debe trabajar en brindar talleres de asesoría a los agricultores, además de acceso al crédito, se debe hacer obras de ingeniería hidráulica para irrigar los campos, y también buscar la asociación de productores para obtener mejores precios de compra de insumos y mejores precios de venta del producto.

2.4. FENOLOGÍA Y FASES FENOLÓGICAS DE LA QUINUA

La fenología es una rama de la ciencia agrometeorológica que estudia el momento y la aparición estacional de los eventos del ciclo de vida y abarca las relaciones entre las condiciones atmosféricas como el clima y eventos o fenómenos biológicos periódicos, tales como las fases de desarrollo y crecimiento de las plantas, (Moza y Bhatnagar, 2005, citado por Tobaru 2009). Como Linneo expresó: “El almanaque de las plantas que se refiere al crecimiento de las hojas y de las flores, endurecimiento de tejido y caída de hojas”. Linneo fundó la fenología científica a mediados del siglo XVIII; sin embargo, las observaciones fenológicas se iniciaron y aprovecharon mucho antes por hombres ligados a la naturaleza (Salazar, 1994).

La fenología son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, cuyo seguimiento es una tarea muy

importante para agrónomos y agricultores, puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades (SESAN, 2013).

El desarrollo de una planta está influenciado por varios factores meteorológicos de los cuales los más importantes son las temperaturas del aire y del suelo y la duración de la luz del día o fotoperiodo (Oleszczuk *et al.* 2000, citado por Tobaru, 2009). El desarrollo vital de las plantas en las zonas con cambios estacionales esta sincronizado con procesos meteorológicos. El inicio y la duración de distintas fases de desarrollo son por ello distinto de un año a otro (Salazar, 1994).

Según Tobaru (2009), en fenología se registra las fechas de ocurrencia de esos fenómenos periódicos, que determina el periodo anual de vida del ser vivo que se está observando. Los fenómenos que observa la fenología son sucesos discretos o variables cualitativas. En Ecología, el estudio acerca de los fenómenos periódicos se limita exclusivamente a establecer, desde la siembra hasta la cosecha, la época de las diferentes fases de vegetación, lo cual sirve precisamente para la división del periodo vegetativo, en subperiodos y para determinar la época de los periodos críticos.

La aparición, transformación o desaparición de órganos en forma continua de un ser vivo se denomina fase. En plantas, se acostumbra a definir las fases como vegetativas o reproductivas y cuando se manifiesta exteriormente son designadas como fases visibles (floración, caída de follaje, etc) y cuando no, fases no visibles u ocultas (como la germinación) (Goyal y Ramírez, 2002, citado por Tobaru, 2009).

La duración de la fase es el tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de una fase y se expresa generalmente en días. Cada una tiene tres momentos o etapas que son:

2.4.1. COMIENZO DE FASE

Cuando sucede una aparición, desaparición o transformación ininterrumpida y en aumento de algún órgano. Es el inicio de un proceso continuo y que se generaliza en pocos días en la población. Se le considera como tal cuando el fenómeno alcanza el 20 por ciento de la población.

2.4.2. PLENITUD DE FASE

Es el momento en que visualmente puede decirse que el fenómeno tiene su máxima intensidad o cuando se aprecia la mayor ocurrencia para ese día. Usualmente se registra la fecha en que aparece en el 50 por ciento de la población observada como la fecha de la fase fenológica.

2.4.3. FIN DE FASE

Es la aparición, desaparición o transformación de los últimos órganos de la fase, sin interrumpir la continuidad del proceso. Se le registra cuando alcanza el 80 por ciento de la población.

El conocimiento de las fases de desarrollo de un cultivo posibilita identificar sus características morfológicas interrelacionándolas con la fisiología de la planta, las condiciones climáticas y la toma de decisiones con respecto a las prácticas culturales, aplicaciones de insumos, tratamientos fitosanitarios y otros (Roman, 2006, citado por Tobaru, 2009)

Existen dos formas de tratar las observaciones fenológicas para llegar a ciertas conclusiones (Alcántara, 1987, citado por Tobaru, 2009):

2.4.4. VARIABLES INDEPENDIENTES

El uso de los eventos fenológicos como una herramienta para la investigación microclimática. Los eventos fenológicos representan a sus propios parámetros climáticos, por lo que pueden ser tratados independientes sin consultar el clima local.

Comparación de eventos diferentes para la misma especie en la misma localidad, diferentes épocas.

Comparación del mismo evento particular de la misma especie en localidades diferentes.

Comparación de eventos de especies diferentes ocurriendo al mismo tiempo y en la misma localidad.

Comparación de eventos de especies diferentes que ocurren a tiempos diferentes en la misma localidad.

2.4.5. VARIABLES DEPENDIENTES

El uso de los eventos fenológicos como integradores de los efectos microclimáticos sobre plantas y animales.

El uso de eventos biológicos como indicadores de la presencia o ausencia de ciertos factores ambientales.

Varias combinaciones de datos ambientales y fenológicos para llegar a ciertas conclusiones o hacer predicciones respecto a las pruebas vegetales.

Mujica y Canahua, (1989), citados por Salazar (1994), señalan que el cultivo de la quinua tiene un periodo vegetativo de 5 a 8 meses, dependiendo de las variedades y los lugares de siembra.

Las fechas de siembra en la sierra varían de agosto a diciembre, lo cual está supeditado al inicio de las precipitaciones pluviales e incremento de las temperaturas; en zona bajo riesgo y valles interandinos puede prolongarse hasta fines de diciembre, efectuándose la cosecha desde marzo a mayo. En la costa puede sembrarse durante todo el año, siendo muy aceptada las siembras de invierno, dependiendo de la variedad (Salazar, 1994).

La oportunidad de siembra y las condiciones de humedad del suelo juegan un rol importante para la germinación, esta se produce entre los 3 a 5 días después de siembra, cuando existen buenas condiciones de humedad y temperatura. Si la humedad es baja, la germinación es reducida, si está en exceso, las semillas se asfixian y mueren. En las siembras de secano el embrión se deshidrata, momifica, no completa la germinación y no llega a emerger (Salazar, 1994).

Flores (1977), citado por Salazar (1994), define cinco sub-periodos en el crecimiento de la quinua:

1. De siembra a germinación.
2. De germinación a formación del primer par de hojas verdaderas.
3. De la formación del primer par de hojas verdaderas a la aparición de la inflorescencia.
4. De la aparición de la inflorescencia a la antesis.
5. De la antesis a la maduración.

De estos sub-periodos, el tercero y quinto son los más largos.

Ochoa (1973), citado por Salazar (1994), señala que el crecimiento relativo de las variedades de quinua aumenta uniformemente entre 29 y 71 días después de la germinación; después de esto, el crecimiento relativo en variedades tardías disminuye y su periodo vegetativo total alcanza 200 días o más.

Según SESAN (2013), FAO (2011) y SENAMHI (2011), la quinua presenta doce fases fenológicas bien marcadas y diferenciadas. Mujica y Canahua (2001), añaden que estas diferencias permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta. Teniendo estas referencias se elaboró el Cuadro 3 que describe cada una de las fases y se presenta la Figura 1 con sus imágenes respectivas.

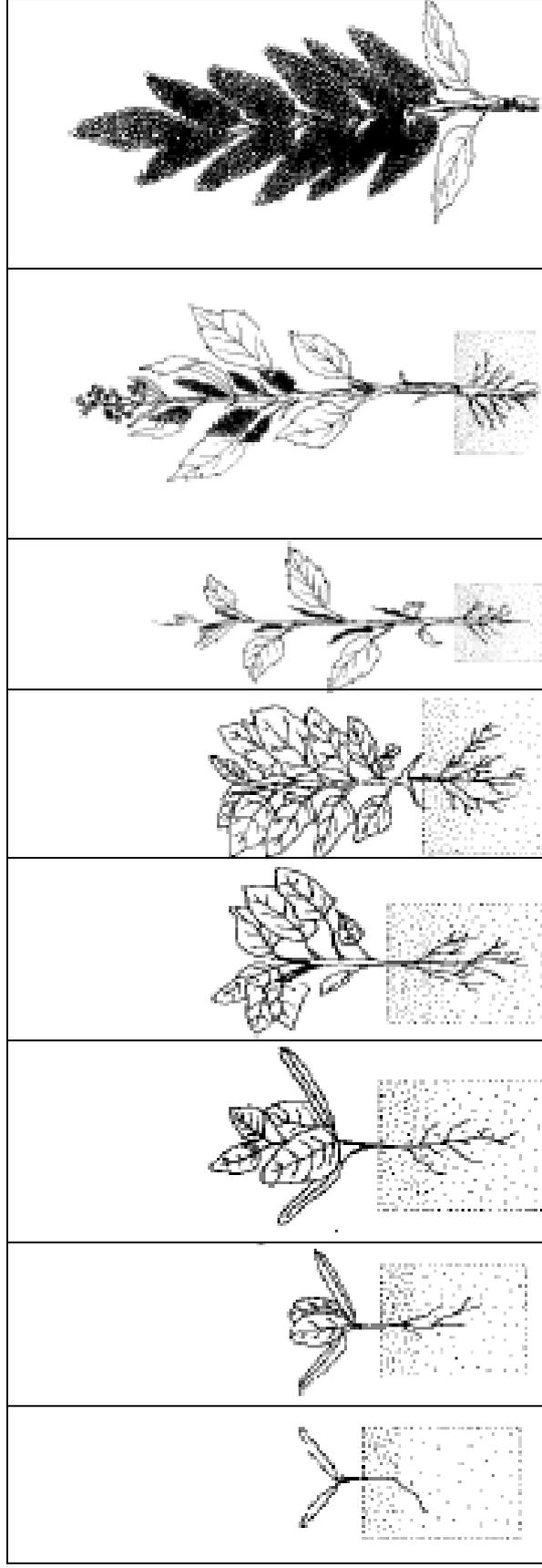
2.5. FISIOLÓGÍA DE LA QUINUA A FACTORES ABIÓTICOS

Las características climáticas de los andes han determinado que la agricultura en esta región sea de un alto riesgo permanente, debido a diversos factores abióticos como: sequías, heladas, granizadas, nevadas, salinidad de suelos, vientos e inundaciones. A pesar de estas condiciones la quinua ha podido adaptarse y crecer sin inconvenientes, siendo un cultivo importante en la alimentación de los pobladores altoandinos desde tiempos pasados (Rosas, 2015).

Cuadro 3: Descripción de las fases fenológicas de la quinua

Fase Fenológica	Descripción
Emergencia	Es cuando la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledóneas. Esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, siendo susceptibles al ataque de aves.
Dos hojas verdaderas	Es cuando aparecen dos hojas de forma romboidal y el siguiente par de hojas se encuentran en botón, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra.
Cuatro hojas verdaderas	Las siguientes dos hojas verdaderas emergen de la axila de las primeras. Ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía.
Seis hojas verdaderas	En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledóneas se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra.
Ramificación	Se observa ocho hojas verdaderas extendidas, las hojas cotiledóneas se caen y dejan cicatrices en el tallo. También se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra.
Inicio de panojamiento	La inflorescencia va emergiendo, con aglomeración de hojas pequeñas, que van cubriendo a la panoja, se aprecia el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. Ocurre de los 55 a 60 días de la siembra.
Panojamiento	La inflorescencia de la planta sobresale con claridad por encima de las hojas. Ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra.
Inicio de la floración	Es cuando la flor apical se abre y muestra los estambres, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas.
Floración o antesis	Sucedo cuando el 50 por ciento de las flores se encuentran abiertas, ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. La planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente.
Grano lechoso	El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra.
Grano pastoso	El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra.
Madurez fisiológica	El grano formado al ser presionado presenta resistencia a la penetración, Ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra. Presenta un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

FUENTE: SESAN (2013); FAO (2011); SENAMHI (2011).



EMERGENCIA	DOS HOJAS VERDADERAS	CUATRO HOJAS VERDADERAS	SEIS HOJAS VERDADERAS	RAMIFICACIÓN	PANOJA	FLORACIÓN	GRANO LECHOSO	GRANO PASTOSO	MADURACIÓN
------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	--------------	--------	-----------	------------------	------------------	------------

Figura 1: Fases fenológicas de la quinua

FUENTE: SENAMHI (2011)

2.5.1. RESPUESTA A LA SEQUÍA

La sequía es una limitante muy importante en la producción agrícola en los andes, lo cual está asociado a niveles insuficientes de precipitación y a una distribución inadecuada para el crecimiento óptimo de cultivos. Los granos andinos como la quinua han desarrollado mecanismos morfológicos, fisiológicos, anatómicos y bioquímicos que le permiten obtener producciones económicamente aceptables en condiciones de escasa precipitación. La quinua escapa a la sequía principalmente por precocidad, así como por caracteres morfológicos, como desarrollar una raíz ramificada, desarrollar menor tamaño y número en las hojas y por tener papilas higroscópicas en la cutícula de la hoja, lo que reduce la transpiración (Mujica y Jacobsen, 2001).

2.5.2. RESPUESTA A LAS HELADAS

El caso de las heladas también constituye uno de los principales factores limitantes de la producción de los andes. Monteros y Jacobsen (2001), manifiestan que las heladas radiactivas y conectivas son las más comunes. Salinas (2008), citado por Rosas (2015), menciona que la respuesta de la quinua está supeditada a la fase fenológica en que se encuentra, a la intensidad y la duración de la helada, a la humedad relativa y a la carga genética de la planta.

2.5.3. RESPUESTA A LA SALINIDAD

La salinidad es otro factor limitante de la producción de cultivos en la zona andina, debido a que causa una disminución del rendimiento de los cultivos, Mujica y Jacobsen, (2001) refieren que se tiene una reducción del área foliar como consecuencia de la inhibición de la división y crecimiento celular, disminución del crecimiento de los tejidos, raíces, tallos, hojas y muerte de la planta por imposibilidad de absorción del agua, perjudicando la nutrición y metabolismo de la misma. Quispe y Jacobsen, (2001) indican que las plantas halófilas, como la quinua, para su supervivencia en medios salinos, requieren disminuir el potencial hídrico en su sistema, comúnmente, incrementando solutos con el uso de iones presentes en el medioambiente (Na^+ , K^+ , Cl^-) y sintetizando solutos orgánicos; además, agrega, que otra respuesta fisiológica a la salinidad es disminuir la conductancia

estomática, de este modo reducen la transpiración, evitando la sequía fisiológica, para mantener la turgencia de las células, indispensable para el crecimiento.

2.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA QUINUA

La quinua sufre el ataque de una serie de insectos durante todo el ciclo vegetativo, desde que las plantas emergen hasta su madurez. Estas plagas de insectos causan diversos daños en el cultivo de la quinua, pudiendo reducir el rendimiento a niveles significativos. Según el tipo de daño que causan se clasifican en cuatro grupos:

2.6.1. CORTADORES DE PLANTAS TIERNAS

Existen por lo menos tres especies que pertenecen al grupo complejo denominado en el altiplano “ticonas”, que hacen mención a los gusanos de tierra. Las especies a las que se alude son: *Feltia experta*, *Copitarsia turbata*, *Agrotis ípsilon* y *Spodoptera eridani*. Las larvas atacan la quinua en sus primeros estadios o recién emergidas, cortando las plántulas a la altura del cuello de la raíz (Rosas, 2015).

2.6.2. MINADORES Y DESTRUCTORES DE GRANO

En este grupo se encuentra la plaga más importante de la quinua a nivel de la región andina, siendo esta *Eurysacca melanocampta*, conocida como “kcona-kcona”. Las larvas de la primera generación minan las hojas y brotes tiernos, destruyen inflorescencias en formación; en cambio, las larvas de la segunda generación destruyen inflorescencias formadas, granos lechosos, pastosos y maduros (Ortiz, 2001).

Otro insecto de este grupo es la mosca minadora, que en su estado inmaduro perfora la epidermis de las hojas. Allí se alimentan produciendo galerías o minas de aspecto blanquecino sucio, *Spolodea recurvalis*, ocasiona también daños en estado larval, alimentándose de hojas tiernas y flores. Posteriormente forman nidos pegando los glomérulos de las inflorescencias con hilos de sedas que ellas mismas fabrican; también pueden destruir los granos pastosos y maduros (Mujica, 1997).

2.6.3. MASTICADORES Y DEFOLIADORES

Los escarabajos atacan las hojas e inflorescencias tiernas, siendo más intensos los ataques cuando se producen periodos de sequía. Mujica (1997) refiere que producen esquelatización y defoliación de la hoja, en caso de ataques severos pueden destruir campos en pocos días.

2.6.4. PICADORES-CHUPADORES

En este grupo de insectos se destaca por su importancia económica, Gómez (2012) dice que los daños que causan son de dos tipos: directos, cuando realizan la succión de la savia de las hojas, brotes, tallos tiernos e inflorescencias, causando marchitez y muerte de las plantas, e indirectos cuando producen la transmisión de enfermedades viróticas.

Las enfermedades en el cultivo de la quinua son diversas. (Gandarillas *et al.* 2014, citado por Rosas, 2015) refieren como la más importante a nivel mundial a *Peronospora variabilis* Gaun (anteriormente denominada *Peronospora farinosa* f.s.p *chenopodii*), conocida como mildiú. Ames y Danielsen (2001), manifiestan que el organismo que lo causa se disemina en el campo por medio de esporangios y se puede conservar de una campaña agrícola a otra.

La enfermedad se inicia con un ligero cambio de color en la cara superior de la hoja, en forma más o menos circular, plana u ovalada, según la variedad. En la cara inferior de una hoja afectada y en la zona donde está la lesión se observa claramente un sobrecrecimiento fungoso de color ligeramente plomizo. Las primeras hojas afectadas son generalmente las de la base de la planta, esto porque es la zona donde se encuentra la humedad por más tiempo; precisamente la alta humedad relativa es la condición favorable para la formación y propagación de estructuras, refieren Gandarillas *et al.* (2014), citado por Rosas (2015). Esta enfermedad también puede provocar el enanismo y la defoliación prematura, donde en ataques severos y en las fases fenológicas más críticas de la planta, la enfermedad puede provocar la pérdida total en caso de cultivar variedades susceptibles.

Para el control de la enfermedad del mildiú, se recomienda realizar un manejo integrado, elaborando una estrategia básicamente de prevención (Rosas, 2015).

2.7. ORIGEN E IMPORTANCIA DE LAS HORTALIZAS

Las hortalizas en su conjunto constituyen un grupo de alimentos que presentan un elevado grado de sustitución en la dieta de las personas y una elevada complementariedad. Los productos sustitutos de las hortalizas son otras hortalizas, así mismo el consumo de hortalizas suele realizarse de manera integrada, combinando varios productos en un mismo plato. El origen de las hortalizas que actualmente se consumen en Perú y que se producen en la cuenca del Rímac es muy diverso. Existen cuatro zonas de procedencia: Asia, Mediterráneo, América Subtropical y los Andes. Las condiciones climáticas de la costa peruana hacen posible cultivar una amplia diversidad de hortalizas durante la mayor parte del año. En el Cuadro 4 se presenta el origen de principales productos hortícolas que se consumen en Lima (Morón, 2011)

Cuadro 4: Procedencia de las principales hortalizas consumidas en Lima

Región	Productos
Centroamérica	Ají, maíz, choclo, pimiento, zapallito
Región andina	Caihua, rocoto, tomate, vainita
Mediterráneo	Acelga, apio, col, coliflor, orégano, perejil
India	Berenjena
Asia Central	Ajo, cebolla, col china, espinaca, nabo, pepinillo, rabanito
Medio Oriente	Arveja china, arveja, betarraga, brócoli, lechuga, poro, zanahoria.

FUENTE: Ugás *et al.* (2000), citado Morón (2011)

2.8. APOORTE NUTRICIONAL DE LAS HORTALIZAS

En la nutrición humana juega un papel fundamental la combinación de alimentos ricos en proteínas (alimentos constructores y reparadores), en grasas y carbohidratos (alimentos energéticos), y en vitaminas y minerales (alimentos reguladores). Esto se logra a partir de una alimentación balanceada caracterizada por ser suficiente, completa, equilibrada, adecuada y variada.

La presencia de las hortalizas en la dieta humana, a pesar de que estas carecen de nutrientes energéticos, como hidratos de carbono, albúminas y grasas, se debe a su riqueza en vitaminas A, B, C, entre otras; en ácidos orgánicos fácilmente asimilables; en sales minerales como calcio, fosforo, hierro y aceites esenciales. Las hortalizas en su conjunto suponen una fuente muy importante de vitaminas, micronutrientes y fibra necesarias para el ser humano (Morón, 2011). Además, se puede destacar de manera particular las propiedades individuales como se muestra en Cuadro 5.

Cuadro 5: Principales aportes de las hortalizas a la nutrición humana

Nutrientes	Hortalizas
Aceites	Semillas de leguminosas, semillas maduras (cucurbitáceas ajonjolí etc)
Proteínas y aminoácidos	Arveja, frijol y otras leguminosas, choclo, hortaliza de hoja especialmente las crucíferas
Vitamina A (betacaroteno)	Brócoli y otras crucíferas, espárrago verde, espinaca y otras hojas verdes, hortalizas amarillas y anaranjadas, pimiento y ají, poro tomate, vaina, zanahoria, zapallo
Vitamina B1 (Tiamina)	Arveja y pallar verde, betarraga, coliflor, champiñones, choclo, espinaca
Vitamina B2 (Riboflavina) y niacina	Brócoli, espinaca, hojas de nabo y betarraga, hortalizas de hoja, leguminosas, zanahoria
Vitamina C (ácido ascórbico)	Ataco, col, coliflor y brócoli, espárrago, espinaca, frijol chino y otros germinados, hojas verdes, nabo, pimiento y ají, tomate y vainita
Vitamina E (Tocoferol)	Aceites vegetales, semillas y nueces
Vitamina K	Champiñones, choclo, hortalizas de hoja, poro
Calcio	Acelga, ajonjolí, alcachofa, ataco, berro, col, hojas verdes, zanahoria
Fierro	Espinaca, hojas de betarraga, hojas verdes, leguminosas, perejil
Fósforo	Alcachofa, brócoli, frijol y otras leguminosas

FUENTE: Ugás *et al.* (2000), citado por Morón (2011)

2.8.1. CONTEXTO PERUANO

En el Perú se han producido cambios significativos en la estructura demográfica y las condiciones sanitarias del país, como resultado de variaciones de la situación económica social y tecnológica que introducen cambios en los patrones de consumo alimenticio.

Alvarez (2011) revela que el 20 por ciento de las mujeres y el 15.6 por ciento de los varones de 20 a 24 años presentan exceso de peso, siendo mayor en el área urbana que en la rural. Menciona además que dos de cada diez mujeres de 12 a 49 años de edad padecen de anemia.

2.8.2. CONTEXTO INTERNACIONAL

La necesidad de concienciar a la población acerca de un adecuado equilibrio de su dieta es un tema recurrente en todos los países de Europa y América. Las incidencias de la obesidad adulta y de otros factores de riesgo asociados a dietas desequilibradas como cardiopatías, es diferente en cada uno de estos países, pero en todos se concluye que una dieta rica en productos naturales y equilibrada contribuyen a reducir la tasa de incidencia de estas enfermedades.

En el contexto actual (nacional e internacional) existe un fuerte interés de las instituciones sanitarias por concienciar a la opinión pública acerca de las bondades del consumo de hortalizas y frutas frescas. Estas campañas de publicidad y concienciación a todos los niveles han creado un clima favorable para la ampliación de los mercados locales de frutas y hortalizas. Cada vez sean más las personas de todos los ámbitos culturales preocupadas por su salud nutricional. Todas estas condiciones hacen que las hortalizas sean un producto ascendente con una demanda y futuro prometedor asociado a la producción de calidad orientada a las demandas del mercado (Morón, 2011).

2.9. CONSUMO DE HORTALIZA

2.9.1 ESPINACA

Las espinacas (*Spinacia oleracea L.*) fueron cultivadas por primera vez en China. En el siglo XI los españoles la trajeron a España, y en el siglo XV se distribuyó en toda Europa. Existen tres especies de espinacas, todas ellas se cultivan como planta alimentaria, bien para comer sus hojas maduras cocidas o, cuando son tiernas en ensaladas (INFOAGRO, 2005, citado por Chahua, 2007).

Las espinacas tienen un contenido alto de ácido fólico (vitamina B9), la cual tiene la capacidad de limpiar las arterias impidiendo la formación de placas, que son las causantes

de la arteriosclerosis. El ácido fólico reduce los niveles de homocisteína en sangre, la homocisteína está estrechamente relacionada con el desarrollo de infartos. Además, como todas las verduras, las espinacas son muy ricas en fibra, con conocidas propiedades para eliminar colesterol y proporciona saciedad (Huaraca, 2010). Mediante estudios in vivo, se ha constatado la efectividad de las proteínas presentes en la espinaca en casos de hipercolesterolemia al dificultar la absorción de colesterol y ácidos biliares (Paz, 2014).

A pesar de las muchas propiedades de este alimento, deben de abstenerse de comerlas las personas afectadas por enfermedades de riñón, y en todo caso no conviene consumirlas en exceso aún sin presentar estos problemas. La razón se encuentra en su alto contenido de ácido oxálico, que se combina con otros minerales, específicamente con el magnesio, potasio y hierro, para formar oxalatos. Estos se depositan en las articulaciones en forma de cristales y dañan los tejidos, empeorando los síntomas de enfermedades como la gota y la artritis (Maroto, 1986, citado por Chahua, 2007).

2.9.2 AMARANTHUS

La variedad *Amaranthus dubius* es consumido como hortaliza en la región andina, recolectados en estado tierno para ser consumidos en sopas o guisos, estas reciben comúnmente el nombre de yuyos o atacos, *Amaranthus spinosus* se puede consumir fresco en ensaladas, sopas, guisos, saltados, puré y pasteles (Jeri, 1982, citado por Calmet 1994).

Las hojas de amaranto se cultivan en muchos países del mundo como fuente de varios nutrientes como calcio, hierro, caroteno, riboflavina, ácido fólico, ácido ascórbico y proteínas, pueden suplementar al maíz y al arroz debido al aporte que la proteína foliar del amaranto hace al arroz y al maíz, tanto en lisina como en triptófano. Se han reportado niveles (base seca) de 27 por ciento de proteína foliar en *A. blitum*, 30 por ciento en *A. caudatus*, 33 por ciento en *A. tricolor*. El contenido de N, Ca, Mg, Fe y Zn, disminuyen con la edad en los brotes de amaranto mientras que el contenido de K se incrementa y el contenido de Mg se mantiene constante (Olufolaji *et al.* 1980, National Academy Press, 1984, Bressani y Elias 1988, citados por Calmet 1994).

2.9.3 ACELGA

Cáceres (1984), citado por Botello (2012), indica que es una excelente fuente de vitamina, además proveen apreciables cantidades de hierro y otros minerales esenciales. Su color es variable, entre el verde claro y un verde oscuro. Su sabor es parecido al de las espinacas, pero algo más suave. Proporciona vitamina A y calcio, la presencia de vitamina C permite tener una mayor resistencia contra las enfermedades infecciosas; también es rica en fibra, que favorece a la digestión de alimentos. Debido al hierro que proporciona la acelga, ayuda en la formación de la sangre y en combatir la anemia.

La acelga es una hortaliza de rebrote o sea que al cortar las hojas estas vuelve a brotar, por lo general la longitud de las hojas es un indicador visual de cosecha. El tiempo transcurrido para el primer corte es de 60 a 70 días y después se puede cosechar cada 12-15 días. La longitud para cortar las hojas exteriores es cuando pasen los 25 cm (Valdez, 1993, citado por Botello, 2012).

En Cuadro 6, se muestra la diferencia en el contenido nutricional de espinaca, acelga y hoja de amaranto

Cuadro 6: Comparativo del contenido nutricional de espinaca, acelga y hoja de amaranto

Componente	Amaranto	Espinaca	Acelga
Materia Seca (g)	13,10	9,30	8,90
Proteína (g)	3,50	3,20	2,40
Grasa (g)	0,50	0,30	0,30
Carbohidratos totales (g)	6,50	4,30	4,60
Fibra (g)	1,30	0,60	0,80
Ceniza (g)	2,60	1,50	1,60
Fósforo (mg)	67,00	51,00	39,00
Hierro (mg)	3,90	3,10	3,20
Sodio (mg)	-	71,00	14,70
Potasio (mg)	411,00	470,00	550,00
Vitamina A (IU)	6100,00	8100,00	6500,00
Tiamina (mg)	0,08	0,10	0,06
Niacina (mg)	1,40	0,60	0,50
Riboflavina (mg)	0,16	0,20	0,17
Vitamina C (mg)	80,00	51,00	32,00

FUENTE: National Research Council (1984), citado por Calmet (1994)

2.10. CARACTERÍSTICAS DE LA HOJA DE QUINUA Y SUS BENEFICIOS EN LA ALIMENTACIÓN

Las hojas de la quinua son anchas y polimorfas (en la parte inferior son grandes, romboidales y triangulares mientras que en la superior son pequeñas y lanceoladas, y muchas veces sobresalen de la inflorescencia), dependiendo de la variedad o densidad del sembrado (SESAN, 2013). Es más frecuente el ramificado en los valles interandinos del sur del Perú y Bolivia, en cambio el hábito simple se observa en pocas variedades del altiplano y en las variedades del centro y norte del Perú y Ecuador (Gandarillas, 1968a; Tapia, 1990; Mujica, 1992, citados por FAO 2011). El color de las hojas es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalaínas, del tipo betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas) (FAO, 2011).

Según SESAN (2013), el contenido nutricional de la hoja de quinua se compara a la espinaca. Las hojas tienen un bajo índice de nitrato y oxalato, los cuales son considerados elementos perjudiciales en la nutrición. Puentes (2006), señala que la época oportuna para utilizar la hoja de quinua en la alimentación humana se encuentra entre 60 y 90 días después de germinada, antes de la floración, en este período o después de él se vuelve muy dura y lignificada. En el Cuadro 7 se presenta la composición en proteína y lípidos de las hojas de quinua y de otras hortalizas.

Cuadro 7: Comparación en contenido de proteína y lípidos de la hoja de quinua fresca con otras hortalizas

Especie	por ciento proteínas	por ciento lípidos
Quinua	3,3	2,1
Alcachofa	3,0	0,2
Cebolla	1,4	0,2
Berros	1,7	0,5
Espinaca	2,2	0,3

FUENTE: Tapia (1979)

Las hojas tiernas más conocidas como “Chiwa” son utilizadas en la preparación de ensaladas, e incorporas en sopas (Mamani *et al.* 2012). Según Zalles y De Lucca (2006),

citado por FAO (2011), el consumo de estas hojas son el remedio contra el escorbuto y enfermedades causadas por avitaminosis. La infusión de las hojas se usa para tratar infecciones de las vías urinarias o como laxante, es un remedio probado contra el ántrax, herpes, urticaria, y otras afecciones de la piel.

Las hojas de quinua se consumen en muchas localidades de Perú, Bolivia y algunas de Ecuador, tanto frescas en ensaladas, como cocida en sopas o locros, es muy suave y agradable. Existe la creencia de que también es amarga y esto limita su consumo, pero es necesario aclarar que la saponina solo se localiza en el grano y no en el resto de la planta, por lo tanto, la hoja no es amarga (Peralta, 1985).

Spilari *et al.* (1989), citado por Ramírez (2015), al evaluar las hojas de quinua reportan que, las hojas en estado cocido tienen un comportamiento similar a las hojas crudas en cuanto al contenido de proteínas, cenizas, carbohidratos, calcio y fósforo. El contenido celular mostró patrones totalmente inversos al del material en estado crudo y los carotenos disminuyeron de manera sensible en el producto cocido, posiblemente por ser fácilmente destruidos por el calor. En el Cuadro 8 se muestra el análisis en hojas tiernas de seis variedades de quinua.

Cuadro 8: Análisis químico de hojas tiernas de seis variedades de quinua.

Variedad	Materia seca (por ciento)	Cenizas totales (por ciento bs)	Proteína (por ciento bs)
Sajama	12,7	27,1	21,9
Real de Bolivia	16,4	21,9	17,3
Blanca real	15,1	24,2	23,7
Blanca amarga	18,2	19,7	22,9
Cheweca	15,1	20,7	20,2
Tupiza	16,3	21,7	20,3

FUENTE: Cornejo (1976), citado por Ramírez (2015)

Las hojas y plántulas tiernas se emplean como reemplazo de las hortalizas de hoja (acelga, espinaca, col, etc.), hasta la fase fenológica de inicio de panojamiento (hojas) y plántula hasta la fase de ramificación; con ellas se prepara: ensalada especial de quinua, ensalada mixta, ensalada de papas con hojas de quinua, ensalada jardinera de quinua, ají de hojas

tiernas de quinua, sopa de hojas de quinua, sopa de llipcha de quinua, torreja de hojas de quinua (Muñoz *et al.* 1990 y Ortega, 1992, citados por Ramírez 2015). Se requiere mayores estudios sobre las hojas, a fin de establecer tanto la calidad de su proteína, como la biodisponibilidad del calcio, fósforo y hierro, así como de los β -carotenos.

2.11. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Numerosos estudios epidemiológicos han asociado el consumo de diferentes tipos de dieta con la prevención del desarrollo de enfermedades, lo que se ha atribuido a la presencia de determinados compuestos bioactivos. Estos compuestos son metabolitos secundarios de las plantas. Se encuentran de forma natural y contrariamente a las vitaminas y minerales, no son esenciales para el crecimiento y/o desarrollo (Muñoz *et al.* 2010).

Halliwell *et al.* (1995) definen a los antioxidantes como cualquier sustancia que, cuando está presente en bajas concentraciones en comparación con aquellos sustratos vulnerables a la oxidación, retarda o previene dicha oxidación; contribuyen a la protección del cuerpo humano en contra del daño producido por las especies reactivas de oxígeno (ROS), denominadas también radicales libres o moléculas prooxidantes.

Los radicales libres (por ejemplo, las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno) generados *in vivo* causan daños al ADN, lípidos, proteínas y otras biomoléculas. Los antioxidantes son necesarios para evitar la formación de radicales libres y se oponen a sus acciones *in vivo* (Halliwell, 1996, citado por Perla *et al.* 2012).

La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos se debe sobre todo a las propiedades redox, que les permite actuar como agentes reductores, donadores de hidrógeno, bloqueadores de oxígeno y captadores de radicales OH. Retrasan la degradación oxidativa de los lípidos y por tanto mejoran la calidad y el valor nutricional de los alimentos (Pokorny *et al.* 2001).

El interés por los compuestos fenólicos ha surgido debido a estudios nutricionales de su consumo muestra efectos sobre el tratamiento o la prevención de varias enfermedades, entre ellas, obesidad, cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. Sus propiedades biológicas, tales como sus actividades antiinflamatorias, antioxidantes y la

capacidad de quelar diversos metales, están estrechamente relacionadas con sus estructuras químicas (Muñoz *et al.* 2010; Martínez-Valverde *et al.* 2000).

2.12. VARIEDADES DE QUINUA EN ESTUDIO

La quinua es una especie tetraploide, tiene 36 cromosomas somáticas, 4 genótipos con un número básico de 9 cromosomas ($4n = 4 \times 9 = 36$). El color de las plantas de quinua es un carácter de herencia simple; en cambio el color de los granos es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco un carácter recesivo. El grano de quinua, de color blanco, gris o rosado, se clasifican en grande (2,2 – 2,6 mm), medio (1,8 – 2,1 mm) y pequeño (menor de 1,8 mm). Su pericarpio almacena un esteroide (saponina) que fluctúa entre el 0,06 y 5,1 por ciento que le da sabor amargo, presenta cierta toxicidad (Torres y Minaya, 1980, citados por Ramírez 2015).

El contenido de saponina en quinua es heredable, siendo recesivo el carácter dulce. La saponina se ubica en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido motivo de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere el grano (Gandarillas, 1967, citado por Ramírez 2015).

En lo que respecta a las variedades de quinua más cultivadas en el país, se tiene diferenciación por regiones o zona agroecológicas. Así se puede llegar a establecer variedades del altiplano y de valles interandinos, donde muchas de estas, a pesar de tener una utilización que se pierde en el tiempo, siguen teniendo vigencia en la actualidad.

2.12.1. BLANCA DE JUNÍN

Es una variedad propia de la región central del Perú. Se cultiva intensamente en la zona del valle del Mantaro, aunque también ha sido introducida con éxito en otras regiones. Tapia (1979) menciona que fue seleccionada por el Ing. Tantaleán, de material de la zona de Huancayo. Se indica que esta variedad presenta dos tipos: Blanca y Rosada, que fueron mejorados en la Estación Experimental del Mantaro por Herquinio y Román.

Esta variedad es poco tolerante al mildiú, siendo su periodo vegetativo largo, de 180 días, con granos blancos, medianos, de bajo contenido de saponina. La panoja es de forma

glomerulada, pudiendo la planta alcanzar una altura de 170 cm. Sus rendimientos varían mucho según el nivel de fertilización, pudiendo obtenerse hasta 2500 Kg/ha, con niveles de 80-40-0 de N – P₂O₅- K₂O, respectivamente (Apaza *et al.* 2013). Sus fases fenológicas se muestran en la Figura 2.

FASE VEGETATIVA					FASE REPRODUCTIVA		
Germinación	Emergencia de plántula	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Inicio de panoja y floración	Madurez fenológica
Días hasta la emergencia de plántulas a la superficie de suelo					: 7 días		
Días hasta el inicio de panoja					: 75 días		
Días hasta la floración					: 130 días		
Días hasta la madurez fisiológica					: 170 días		

Figura 2: Fenología de la variedad Blanca de Junín

FUENTE: Apaza *et al.* (2013)

2.12.2. PASANKALLA – INIA 415

Es una variedad liberada en el año 2006, obtenida por selección planta surco de ecotipos de la localidad de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno. El proceso de mejoramiento se realizó entre los años 2000 al 2005, en el ámbito de la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa-Puno, por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica suni del altiplano entre los 3800 y 3900 m.s.n.m. y soporta un clima frío seco. Es una variedad óptima para la agroindustria, con alta productividad, siendo su rendimiento potencial 4.5 tn/ha (Apaza *et al.* 2013).

La planta alcanza una altura de 130 cm. y tiene un periodo vegetativo precoz de 144 días en el Altiplano. La panoja es de forma glomerulada, teniendo un grano grande, que tiene color plomo en el pericarpio y color vino en la episperma. Esta variedad presenta resistencia al mildiú (Apaza *et al.* 2013). Sus fases fenológicas se muestran en la Figura 3.

FASE VEGETATIVA					FASE REPRODUCTIVA		
Germinación	Emergencia de plantula	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Iniiio de panoja y floración	Madurez fenológica
Días hasta la emergencia de plántulas a la superficie de suelo					: 9 días		
Días hasta el inicio de panoja					: 85 días		
Días hasta la floración					: 116 días		
Días hasta la madurez fisiológica					: 144 días		

Figura 3: Fenología de la variedad Pasankalla

FUENTE: Apaza *et al.* (2013)

2.12.3 SALCEDO – INIA

Es una variedad obtenida del cruce de las variedades Real Boliviana por Sajama, en 1995, y tiene como características: grano grande (2,0 mm de diámetro) y dulce, periodo vegetativo de 150 días en el Altiplano, panoja de forma glomerulada compacta.

Tiene buen potencial de rendimiento, tolerante al mildiu (*Peronospora variabilis*), y un contenido de saponina de 0,014 por ciento (grano dulce). También tiene tolerancia a heladas y sequías, mayor contenido de proteínas (14,5 por ciento). Se adapta a condiciones del altiplano, valles interandinos y costa, en esta última puede alcanzar 6000 Kg/ha de rendimiento (Apaza *et al.* 2013). Sus fases fenológicas se muestran en la Figura 4.

FASE VEGETATIVA					FASE REPRODUCTIVA		
Germinación	Emergencia de plantula	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Iniiio de panoja y floración	Madurez fenológica
Días hasta la emergencia de plántulas a la superficie de suelo					: 7 días		
Días hasta el inicio de panoja					: 57 días		
Días hasta la floración					: 95 días		
Días hasta la madurez fisiológica					: 150 días		

Figura 4: Fenología de la variedad Salcedo

FUENTE: Apaza *et al.* (2013)

2.12.4. CRIOLLA

Es una variedad que se desarrolla en la zona agroecológica del suni del altiplano puneño entre los 3800 y 3950 msnm, con clima semi seco frío, precipitación puvial de 400 a 560 mm, a temperaturas de 6 – 17°C. Su consumo tradicional es en sopas, ensaladas, guisos, postres y bebidas. Tiene un periodo vegetativo de 120 días en la costa y de 150 días en el altiplano. Tiene una altura promedio de 1,50 m, los tallos tienen un diámetro de 2,1 a 2,5 cm. Esta variedad es tolerante al Mildiu (Apaza *et al.* 2013). Sus fases fenológicas se muestran en la Figura 5.

FASE VEGETATIVA					FASE REPRODUCTIVA		
Germinación	Emergencia de plantula	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Iniio de panoja y floración	Madurez fenológica
Días hasta la emergencia de plántulas a la superficie de suelo					: 7 días		
Días hasta el inicio de panoja					: 63 días		
Días hasta la floración					: 105 días		
Días hasta la madurez fisiológica					: 160 días		

Figura 5: Fenología de la variedad Criolla

FUENTE: Apaza *et al.* (2013)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las siguientes instalaciones:

- Campo Experimental de cultivo en el caserío de Pampa Larga, distrito de Matara, provincia de Cajamarca, a una altitud de 2766 msnm, con coordenadas geográficas de 7° 14' 20.4" latitud Norte y 78° 15' 55.1" latitud Oeste.
- Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos de la facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Laboratorio de la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Laboratorio de La Molina Calidad Total.

3.2. INSTRUMENTOS DE COLECTA DE DATOS

3.2.1. MUESTRAS EN EVALUACIÓN

- Hojas de quinua, variedades: Blanca Junín, Pasankalla, Salcedo y Blanca Criolla.

3.2.2. MATERIALES DE VIDRIO

- Baguetas, balones de digestión, beakers 50, 150, 250 mL, matraces erlenmeyers 25, 50, 150 mL, fiolas 10, 25, 50, 100 mL, pipetas graduadas 1, 5, 10 mL, pipetas volumétricas 5, 10 mL, placas Petri, probetas de 25, 50, 100 mL, tubos de ensayo, vaso precipitado.

3.2.3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Agitador magnético con calentador marca Scilogex
- Agitador vortex
- Balanza analítica marca Mettler Toledo
- Balanza de precisión digital marca Ohaus
- Baño maría
- Bomba de vacío

- Bombilla de aspiración de jebe.
- Bolsas de polietileno de alta densidad
- Campana de desecación.
- Centrifuga.
- Crisol de porcelana.
- Cronómetro.
- Embudo.
- Equipo Kjendahl, digestor y destilador.
- Espectrofotómetro UV 2100 marca UNICO
- Estufa de secado marca NUMAK
- Extractor Soxhlet.
- Gradilla.
- Hornilla eléctrica.
- Micropipeta.
- Papel aluminio.
- Papel filtro.
- Potenciómetro.
- Refrigerador/Congelador.
- Secador.
- Selladora.
- Soporte universal.
- Termómetro.
- Tubos plásticos de centrifuga

3.2.4. REACTIVOS

- Ácido ascórbico.
- Ácido bórico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido clorhídrico.
- Ácido nítrico.
- Carbonato de sodio.
- Mezcla de catalizador $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: K_2SO_4 : 1:300.

- EDTA-Na₂ 0.01 M.
- Estándar de ácido gálico
- Estándar patrón de minerales Ca, Mg, K, Na.
- Metanol al 80 por ciento.
- Éter de petróleo marca TEDIA
- Reactivo Folin-Ciocalteu 2N.
- Isopropanol marca FERMONT
- Radical estable ABTS⁺ (2,2'-Azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)).
- Hidróxido de sodio.
- Solución de Na₂CO₃.

3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Las etapas seguidas en el proceso se describen a continuación en la Figura 6.

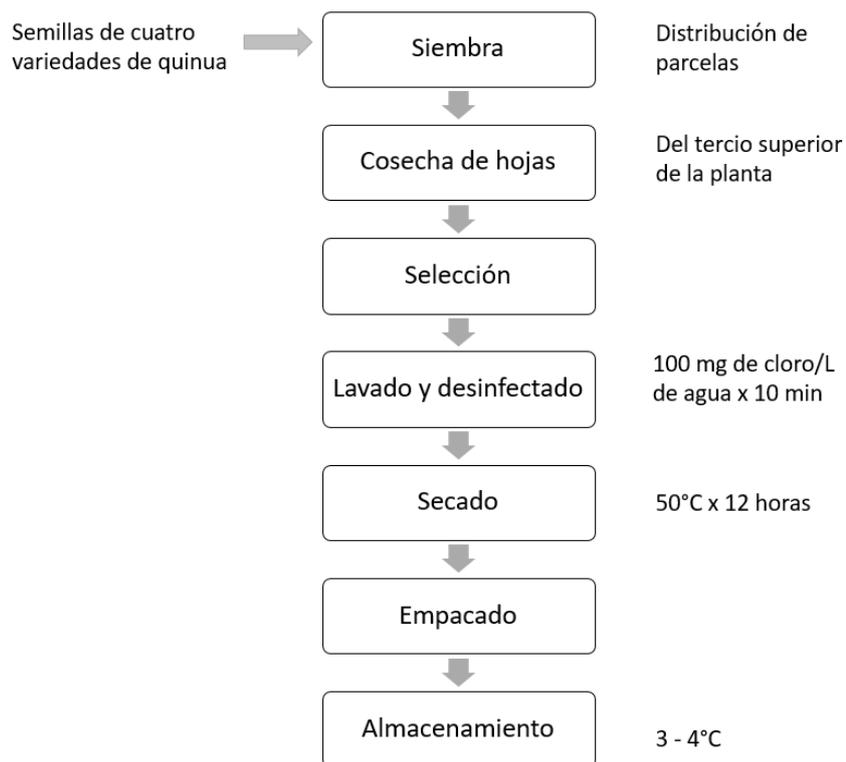


Figura 6: Flujo de operaciones para la obtención de muestra de hojas de quinua

3.3.1. SIEMBRA

Se sembraron las semillas de las cuatro variedades de quinua en el Campo Experimental, cuyas características se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Características del campo experimental

Parámetro	Cantidad
Repeticiones o bloques	4
Parcelas por bloque	4
Surcos por parcela	9
Ancho del campo experimental	25,4 m
Largo del campo experimental	32,8 m
Área de cada parcela	36,72 m ²
Área útil	587,52 m ²
Área total del campo experimental	833,12m ²

En el campo experimental, las plantas de cada una de las cuatro variedades en estudio fueron separadas en parcelas. Dentro de cada parcela fueron codificadas de M₁ a M₇ (correspondiente a cada semana) para que sean identificadas al momento de la cosecha. Las plantas codificadas como M* se utilizaron como control de desarrollo de la planta durante el muestreo de las 7 semanas.

La distribución se observa gráficamente en la Figura 7, y su leyenda se muestra en el Cuadro 10.

3.3.2. COSECHA

La cosecha de las hojas se inició a los 36 días después de su siembra. La cosecha fue manual y se realizó cada ocho días hasta la aparición de florescencia en cada una de las variedades. Se utilizaron las hojas que se encuentran en el tercio superior de la planta.

Los momentos establecidos para la cosecha de las hojas fueron basados en fechas teóricas antes de la floración, para determinar en cuál de estos momentos las hojas contienen mayor porcentaje de proteína, fibra, minerales y capacidad antioxidante.

VARIEDAD BLANCA CRIOLLA	VARIEDAD BLANCA DE JUNÍN	VARIEDAD SALCEDO	VARIEDAD PASANKALLA
M2 * M1 M6 M3 M5 M7 M4 * *	M6 M3 M5 M2 M4 M7 M* M1	M2 M7 M* M4 M1 M5 M3 M6	M5 M4 M2 M3 M* M6 M7 M1

VARIEDAD SALCEDO	VARIEDAD PASANKALLA	VARIEDAD BLANCA CRIOLLA	VARIEDAD BLANCA DE JUNÍN
M2 M4 M3 M7 M5 M1 M6 M * * *	M7 M5 M1 M4 M2 M6 M3 M* M*	M5 M4 M6 M3 M* M1 M7 M2	M4 M2 M6 M3 M* M5 M7 M1

VARIEDAD BLANCA DE JUNÍN	VARIEDAD SALCEDO	VARIEDAD PASANKALLA	VARIEDAD BLANCA CRIOLLA
M M6 M3 M2 M4 M5 M1 M7 * * *	M* M4 M1 M6 M2 M5 M7 M3	M4 M1 M3 M6 M* M5 M7 M2	M6 M2 M* M4 M7 M5 M3 M1

VARIEDAD PASANKALLA	VARIEDAD BLANCA CRIOLLA	VARIEDAD BLANCA DE JUNÍN	VARIEDAD SALCEDO
M1 M M3 M5 M6 M2 M4 M7 * * *	M3 M1 M2 M4 M5 M7 M* M6	M7 M3 M6 M4 M1 M2 M5 M*	M3 M7 M* M4 M6 M5 M2 M1

Figura 7: Distribución de las cuatro variedades de quinua por parcela en el campo

Las hojas de quinua se cosecharon con el cronograma del Cuadro 10, teniendo como referencia las fases fenológicas.

El experimento tuvo 28 tratamientos, con tres repeticiones cada uno, representados por la combinación de las 4 variedades y 7 momentos de cosecha (M).

Cuadro 10: Programación para la cosecha de hojas de quinua de cada variedad

Muestra de quinua	Momento de cosecha de las hojas
M ₁	a los 36 días de la siembra
M ₂	a los 44 días de la siembra
M ₃	a los 52 días de la siembra
M ₄	a los 60 días de la siembra
M ₅	a los 68 días de la siembra
M ₆	a los 76 días de la siembra
M ₇	a los 84 días de la siembra
M*,M*1, etc	plantas control durante la evaluación

3.3.3. SELECCIÓN

Se seleccionaron las hojas que se encontraron en buen estado, de tal modo que no presentaran daños físicos ni microbiológicos. El número de hojas cosechadas dependió de la cantidad disponible al momento de la cosecha.

3.3.4. LAVADO Y DESINFECTADO

Se procedió a lavar las hojas por inmersión en agua potable, de este modo se eliminó los restos de tierra y partículas extrañas. Finalmente, las hojas fueron desinfectadas durante 10 minutos con una solución de hipoclorito a una concentración de 100 mg/L de agua según lo recomendado por Gawlik-Dziki *et al.* (2013).

3.3.5. SECADO

Se secaron las hojas a temperatura de 50°C por 12 horas según Gawlik-Dziki *et al.* (2013), luego las muestras fueron colocadas en bolsas herméticas de polietileno de alta densidad.

3.3.6. ALMACENAMIENTO

Las hojas se almacenaron en congelación hasta el momento de evaluación en donde serán acondicionadas de acuerdo a las pruebas a realizar.

3.4. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos de las muestras:

3.4.1. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Se determinó el contenido de la humedad (%) mediante el método 930.04 (AOAC, 2005), cuantificado por pérdida de peso durante el secado en estufa.

3.4.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA

Método semi-micro Kjeldhal, usando el factor $N \times 6.25$ para llevar el nitrógeno a una proteína total. (AOAC, 2005), método 920.152.

3.4.3. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO.

Se utilizó el método Soxhlet, para esto se empleó el éter de petróleo para la extracción de la grasa. (AOAC, 2005), método 920.39.

3.4.4. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS.

Cuantificado por la pérdida de peso después de incinerar la muestra en mufla a 600°C por 6 horas. (AOAC, 2005). Se utilizó el método 940.226.

3.4.5. CONTENIDO DE FIBRA BRUTA

Se determinó mediante hidrolisis por acción de ácidos y álcalis. (AOAC, 2005). Se utilizó el método 930.10

3.4.6. DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

Se determinó por diferencia de peso o método Weende, restando de 100 los porcentajes de humedad, extracto etéreo, ceniza, fibra y proteína. (Banderas, 2012)

3.4.7. CONTENIDO DE MINERALES

El contenido de K, Ca, Na y Mg se determinó mediante la técnica de ensayo 975.03, recomendada por la AOAC (2005), este método se basa en la destrucción de la materia orgánica por vía seca hasta lograr la digestión del alimento para posteriormente solvatar los residuos con ácido nítrico diluido, para después determinar los analitos mediante espectrometría de absorción atómica con llama.

3.4.8. COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES

Los compuestos fenólicos totales se cuantificaron por el método de Singleton y Rossi (1965) procedimiento descrito por Yapuchura (2010). Se realizó una extracción de los componentes fenólicos con metanol, después de separarlo por centrifugación, el sobrenadante se le hace reaccionar con el reactivo de Folin-Ciocalteu y carbonato de sodio. Se determinó espectrofotométricamente a una absorbancia de 765 nm en base a una recta patrón de ácido gálico. (Anexo 2).

3.4.9. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR MÉTODO ABTS

Se midió la capacidad antioxidante hidrofílica por el método recomendado por Arnao 2001, descrito por Jumbo (2012), donde los compuestos con actividad antioxidante reaccionan con el radical estable ABTS⁺ (2,2'-Azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), monitoreándose la reducción de su absorbancia a 734 nm. (Anexo 3).

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Las siguientes variables son las que determinan el periodo óptimo de cultivo: composición proximal, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y minerales.

El diseño experimental que se realizó se muestra en la Figura 8.

3.5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño estadístico empleado fue el DCA con 3 repeticiones para las cuatro variedades de quinua y siete periodos de cultivo, teniendo como variables de estudio los diferentes controles, tal como se observa en la Figura 8 haciendo una comparación de medias para definir si existen diferencias significativas entre los periodos de cultivo. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el programa de estadística Statgraphics 5.1

a. POBLACIÓN

Son las plantas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedades Blanca de Junín, Pasankalla, Salcedo y Blanca Criolla que se encuentran dentro de campo experimental.

b. MUESTRA

Son las hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedades Blanca Junín, Pasankalla, Salcedo y Blanca Criolla que se recolectaron en los periodos señalados en la metodología experimental.

MATERIA PRIMA	SIEMBRA	CULTIVO DE HOJAS	SECADO	EMPACADO Y ALMACENAMIENTO	VARIABLE RESPUESTA
	Quinoa Junín Quinoa Pasankalla Quinoa Salcedo Quinoa Criolla	1er Muestreo (36 días) 2do Muestreo (44 días) 3er Muestreo (52 días) 4to Muestreo (60 días) 5to Muestreo (68 días) 6to Muestreo (76 días) 7mo Muestreo (84 días)			Humedad Proteína Fibra bruta Cenizas Compuestos Fenólicos Capacidad Antioxidante Contenido de minerales (K, Ca, Na, Mg)
VARIABLES	Variedad de Quinoa	Periodo de recolección	Temperatura	Material/Temperatura	-----
PARÁMETROS	Cuatro variedades de quinua	Después de los 36 días de siembra cada ocho días hasta que inicie la floración, se recolecta del tercio superior de la planta	50°C por 12 horas	Bolsas de polietileno de alta densidad almacenadas a 3 - 4°C	-----

Figura 8: Diseño experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las quinuas sembradas en los campos de cultivo del caserío de Pampa Larga, distrito de Matara, provincia de Cajamarca, fueron observadas desde la aparición de las 6 hojas verdes (36 días después de la siembra) hasta la floración. La importancia de estudiar la fenología era saber cómo va cambiando la composición proximal, contenido de micronutrientes y capacidad antioxidante de las hojas, como variables dependientes; con la finalidad de señalar el mejor momento de cosecha para su consumo.

En el Cuadro 11 se reporta las observaciones en el campo, de acuerdo con (SESAN, 2013, FAO, 2011 y SENAMHI, 2011) se identificaron las fases en la que se encuentra cada variedad al momento de su cosecha. Considerando los días transcurridos desde la siembra, las variedades poseen diferentes tiempos en alcanzar sus fases fenológicas

Cuadro 11: Fases fenológicas de cada variedad de quinua durante la recolección

Periodo de recolección (Días después de la siembra-DDS)	Variedad			
	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
Primera recolección (M1- 36 días)	6 hojas verdaderas	6 hojas verdaderas	6 hojas verdaderas	6 hojas verdaderas
Segunda recolección (M2 - 44 días)	Ramificación	Ramificación	Ramificación	Ramificación
Tercera recolección (M3 - 52 días)	Inicio de panojamiento	Inicio de panojamiento	Panojamiento	Inicio de panojamiento
Cuarta recolección (M4 - 60 días)		Panojamiento	Inicio de floración	
Quinta recolección (M5 - 68 días)	Panojamiento	Inicio de floración	Floración	Panojamiento
Sexta recolección (M6 - 76 días)	Inicio de floración	Floración		Inicio de floración
Séptima recolección (M7 - 84 días)	Floración			Floración

La primera recolección se realizó a los 36 días de siembra que correspondió a la fase de seis hojas verdaderas (1er periodo), esto se confirma con lo reportado por Ramírez *et al.* (2016), las siguientes recolecciones se realizaron cada ocho días hasta que se observó la fase de floración. Las variedades en estudio llegaron a su fase de floración en diferentes fechas luego de su siembra, siendo la variedad Salcedo la más prematura a los 68 días, seguido de la variedad Pasankalla a los 76 días y las últimas en llegar a esta fase fueron las variedades Junín y Criolla a los 84 días. En la fase de floración, la mitad de las flores se encuentra abiertas y empiezan a caer las hojas inferiores menos activas. Apaza *et al.* (2013) reportan para estas mismas variedades diferentes tiempos para llegar a la fase de floración, por ejemplo, la variedad Salcedo llegó hasta 95 días y la variedad Blanca Junín hasta 130 días. Ramírez *et al.* (2016) y Ramos (2014) señalan que la fase de floración en promedio llega 100 días para otras variedades.

Morrón (1999), citado por Ramírez (2015) y Caballero *et al.* (2015) indican que las hojas de quinua están listas para consumo humano cuando llega a la fase de inicio de la floración, esto ocurre entre 60 a 82 días, después las hojas se vuelven muy duras. Los agricultores usan las manos para tocar las hojas y saben el momento que están listas para consumirlas, estas tienen una apariencia suave y no quebradiza. La fase de inicio de la floración será ocho días antes de la floración, como se muestra en el Cuadro 13; en forma ascendente se tiene a la variedad Salcedo a los 60 días (cuarto periodo), la variedad Pasankalla a los 68 días (quinto periodo) y las variedades Junín y Criolla a los 76 días (sexto periodo).

A continuación, se analiza las variables dependientes (composición proximal, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y minerales) de las cuatro variedades de quinua y cómo cambian durante el desarrollo de la fase fenológica desde la fase seis hojas verdaderas hasta la fase de floración.

4.1. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

En la Figura 9 se muestra los resultados de humedad promedio en las hojas cosechadas. Se evidencia que la humedad de las hojas decrece independiente de la variedad de estudio. Existe diferencia significativa entre los valores de humedad durante la fase seis hojas verdaderas y la fase de floración (Anexos 4, 5, 6 y 7).

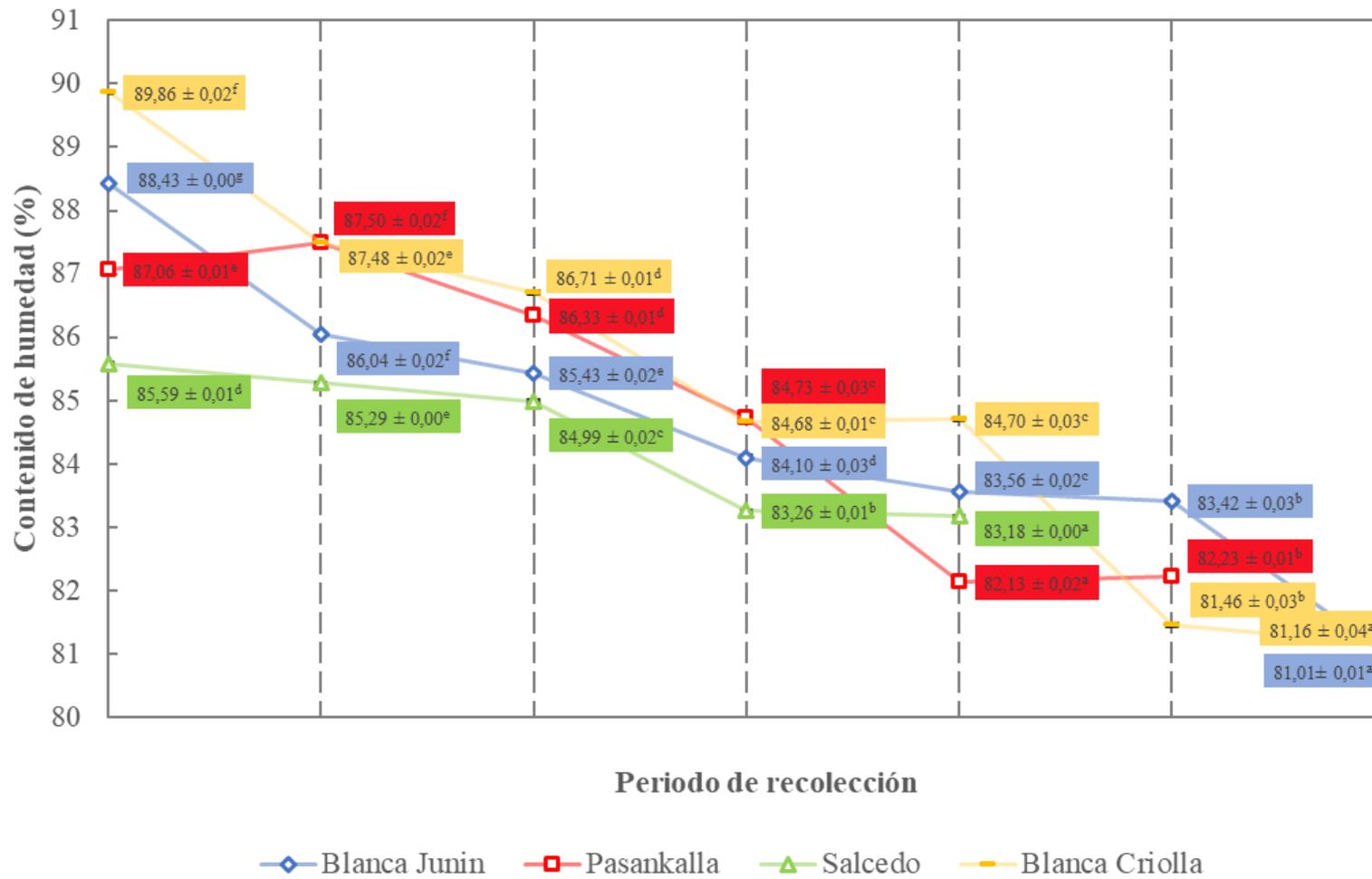


Figura 9: Contenido de humedad (%) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

Las hojas de la variedad Blanca Criolla presentan la máxima humedad con $89,86 \pm 0,02$ por ciento y la variedad Salcedo la menor humedad con $85,59 \pm 0,01$ en la primera recolección. En el quinto periodo de recolección las hojas de la variedad Pasankalla presentan el menor contenido de humedad $82,13 \pm 0,02$. La humedad en las hojas de las variedades Blanca Junín y Blanca Criolla no presentan diferencia significativa en el séptimo periodo de recolección que corresponde a la floración, siendo sus valores de $81,01 \pm 0,01$ por ciento y $81,16 \pm 0,04$ por ciento respectivamente.

Las hojas de las cuatro variedades (Blanca Junín, Pasankalla, Salcedo y Blanca Criolla) reportan valores de humedad mayores a otras hojas nativas que se utilizan como infusión con fines medicinales tales como: aliso (53,6 por ciento), cedrón (61,2 por ciento), hierba santa (70,3 por ciento), matico (77,4 por ciento), toronjil (74,2 por ciento), mientras que con las siguientes hojas presentan valores similares durante sus fases de desarrollo: llantén (83,4 por ciento), chupasangre (80,4 por ciento), pachasalvia (82,6 por ciento), maguey (82,6 por ciento) (Chirinos *et al.* 2013).

Durante las últimas semanas todas las accesiones presentaron una disminución de humedad, Barceló *et al.* (2005) explica que el fenómeno de pérdida de agua se debe a la transpiración estomática, lenticelar y cuticular. El mismo autor menciona que la transpiración estomática representa alrededor del 90 por ciento del total de agua perdida durante el desarrollo fenológico de las plantas.

Puentes (2006) señala que la etapa idónea para la recolección de hojas de quinua se encuentra entre los 60 y 90 días después de germinada, antes de la floración, durante este periodo y después de él, las hojas se vuelven duras y lignificadas. A medida que la humedad disminuye en las hojas el perfil de frescura en el paladar también, debido a que las hojas se van secando durante su desarrollo. Si la humedad es mayor a 83 por ciento las hojas se perciben como frescas, por debajo de este porcentaje se empiezan a sentir ligeramente secas y no agradables al paladar, por el criterio de palatabilidad la recolección de hojas debería efectuarse entre los 36 y 60 días después de la siembra. Estas fechas corresponden a la fase de desarrollo de seis hojas a inicio de panojamiento.

En Tamil Nadu (Sur de la India), las hojas de kiwicha son cosechadas después de tres semanas de sembradas y se les utiliza como verduras tiernas. Ciertas variedades permanecen suculentas por tiempos prolongados y pueden cosecharse hasta después de cinco semanas de crecimiento. También hay variedades disponibles que soportan cortes periódicos (desmoche); el primer corte lo realizan a los 20 días después de la siembra y de ahí para adelante se hacen cortes semanales, inclusive, hasta diez cortes. Después que las flores desarrollan, el follaje y los tallos se tornan fibrosos, quebradizos, porosos y sabor desagradable (Huayapa, 1991).

4.2. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA

Puentes (2006) señala que la proteína cumple un rol importante en la planta desde la germinación hasta la madurez fenológica. En las primeras etapas fenológicas, las plantas requieren de mayores nutrientes como proteínas para la formación de las hojas, raíces y tallos, después se redistribuyen los nutrientes para la formación de flores y granos. En las hojas de todas las variedades se observó un incremento del contenido de proteína hasta llegar un máximo y posteriormente un descenso en este componente hasta la fase de floración, en el cual el contenido de proteína es el menor.

El mayor contenido de proteína en base seca se encuentra en el tercer periodo de recolección de la variedad criolla con $42,44 \pm 0,23$ por ciento, correspondiente a la fase fenológica inicio de panojamiento, fase en donde se empieza a formar la inflorescencia y sobresale por encima de las hojas. En la Figura 10 se presenta los resultados del contenido de proteína en base seca de las hojas de quinua. Se observa que el contenido de proteína se incrementa progresivamente hasta el segundo o tercer periodo de recolección, dependiendo de la variedad.

La Figura 10 muestra el contenido de proteína en función al periodo de recolección, se observó un aumento del contenido hasta fase inicio de panojamiento (tercer periodo) para las variedades Blanca Junín, Blanca Criolla y Pasankalla, en cambio para la variedad Salcedo aumenta hasta la fase de ramificación (segundo periodo), después el contenido de proteína descende a medida que continua con otras fases fenológicas. Caballero *et al.* (2015) observaron la misma fluctuación en las hojas y tallos de quinua, el porcentaje de

proteína ascendió hasta la fase inicio de panojamiento después de esta fase los valores de proteína descendieron hasta el momento de la cosecha.

Trabajos similares, por ejemplo, López *et al.* (2013) reporta que el contenido de proteína en hojas de amaranto es de 15,49 por ciento, Bravo *et al.* (2016) reporta un valor de 12,47 por ciento para la harina de hojas de quinua, Ramírez (2015) reporta un valor de 26,24 por ciento para la variedad Blanca Hualhuas cosechada al inicio de la fase de panojamiento; Caballero *et al.* (2015) determinaron un valor promedio de 19,97 por ciento en la fase de inicio de panojamiento para la variedad “Jacha Grano”. Los valores obtenidos en las cuatro variedades de hojas de quinua presentan contenidos mayores de proteína en la fase de inicio de panojamiento (tercer periodo) que van desde $36,00 \pm 0,15$ hasta $42,44 \pm 0,23$ por ciento, siendo la mayor para la variedad Blanca Criolla. Sin embargo, cuando las variedades llegan a la fase de floración la proteína de las hojas decrecen considerablemente en 42,46 por ciento para la variedad Blanca Criolla (de $42,44 \pm 0,23$ a $24,42 \pm 0,28$ por ciento) y en 24,02 por ciento para la variedad Pasankalla (de $36,93 \pm 0,12$ a $28,06 \pm 0,09$ por ciento) con respecto al tercer periodo.

Las evaluaciones estadísticas realizadas de cada variedad de quinua muestran que existen diferencias significativas en el contenido de proteína en las diferentes fases fenológicas. En la prueba de comparación estas diferencias están bien marcadas en los tres últimos periodos para las diferentes variedades analizadas (Anexos 4, 5, 6 y 7).

Con los datos obtenidos se recomienda el consumo, por su aporte de proteínas, a las hojas frescas de la variedad Criolla y Junín en el tercer periodo (fase de inicio de panojamiento a los 52 días después siembra), a las hojas frescas de la variedad Salcedo en el segundo periodo (fase de ramificación a los 44 días de siembra), y a las hojas de la variedad Pasankalla en el tercer periodo (fase de inicio de panojamiento a los 52 días de siembra), en general todas tienen hojas más tiernas y agradables para el consumo.

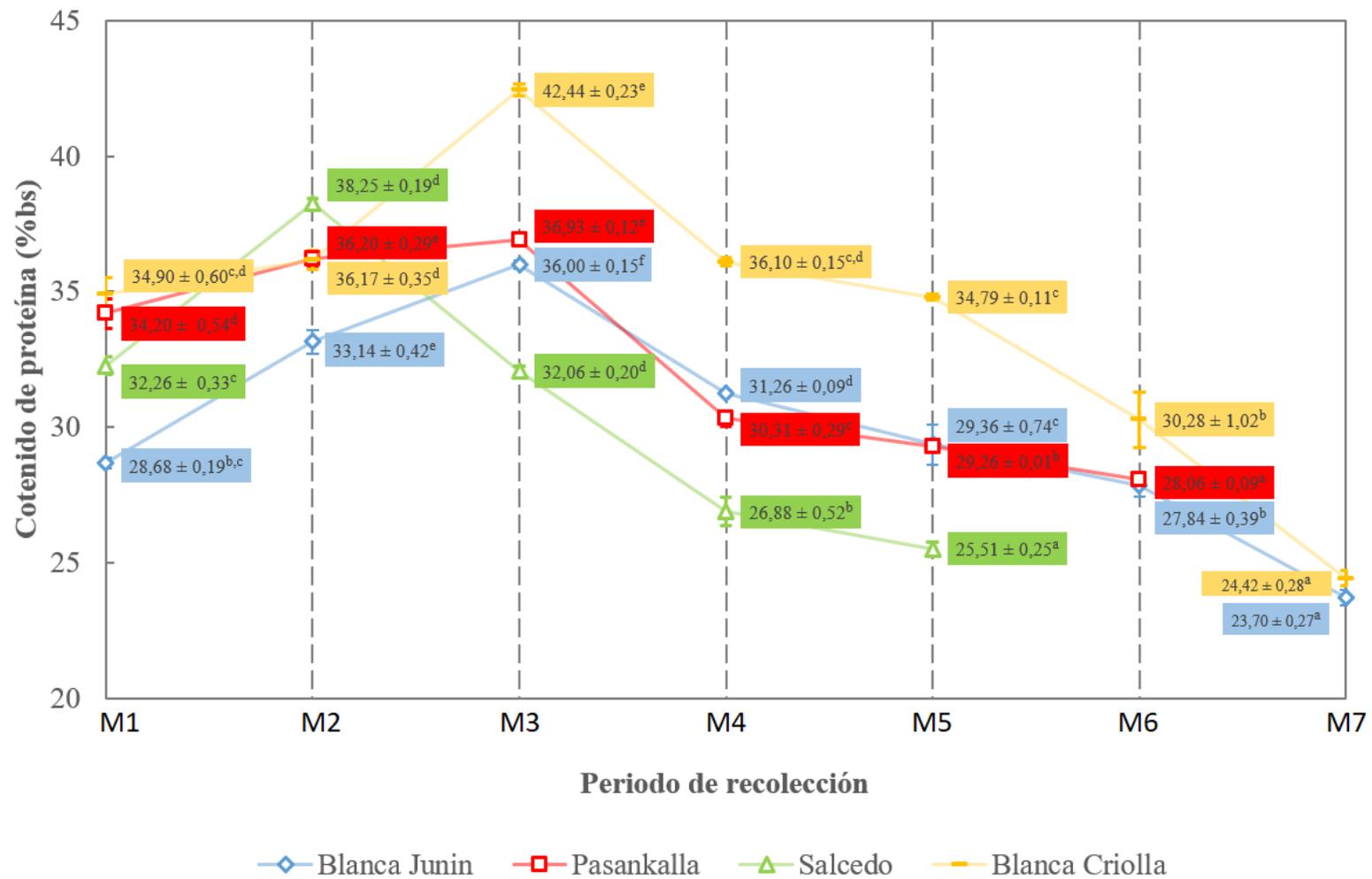


Figura 10: Contenido de proteína (% base seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

Debido a su considerable contenido de proteína de las hojas de quinua se han utilizado en la formulación de panes y galletas fortificadas aportando propiedades funcionales y organolépticas (Swieca *et al.* 2014; Bravo y Pérez, 2016). Se recomienda el consumo de las hojas de quinua, por su aporte en proteína, de la fase de inicio de panojamiento en las cuatro variedades de quinua.

4.3. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE GRASA

En la Figura 11 se presenta el contenido de grasa en las hojas de quinua, de la cual se observa que todas las variedades presentan entre 2 y 5 por ciento de grasa en base seca durante el periodo de estudio.

Las evaluaciones estadísticas de cada variedad de quinua durante los periodos de recolección muestran que existe diferencia significativa en el contenido de grasa, teniendo el mayor contenido: en la variedad Junín en el sexto periodo de recolección con $3,37 \pm 0,14$ por ciento (fase de inicio de floración), en la variedad Pasankalla en el tercer periodo de recolección con $3,43 \pm 0,06$ por ciento (fase de inicio de panojamiento), en la variedad Salcedo en el cuarto periodo de recolección con $3,63 \pm 0,10$ por ciento (fase de inicio de inicio de floración) y en la variedad Blanca criolla en el cuarto periodo de recolección con $4,95 \pm 0,10$ por ciento (fase de inicio de inicio de panojamiento) (Anexos 4, 5, 6 y 7).

Las hojas de las cuatro variedades de quinua, desde el primer periodo (seis hojas verdaderas) hasta llegar a la fase de floración presentaron mayor contenido de grasa que el contenido en las hojas de *Amaranthus hypocondriacus L.*, con 1,5 por ciento en base seca (0,37 por ciento bh) reportado por López-Mejía *et al.* (2013), pero menor contenido que los granos de quinua reportados por Peralta (1985), con 6,85 por ciento en base seca.

Se espera que las hojas de quinua de las variedades estudiadas tengan un aporte similar en el contenido de ácidos grasos. Asimismo, con respecto al aporte de grasa de las hojas de quinua, la recomendación para su consumo es el periodo de inicio de panojamiento.

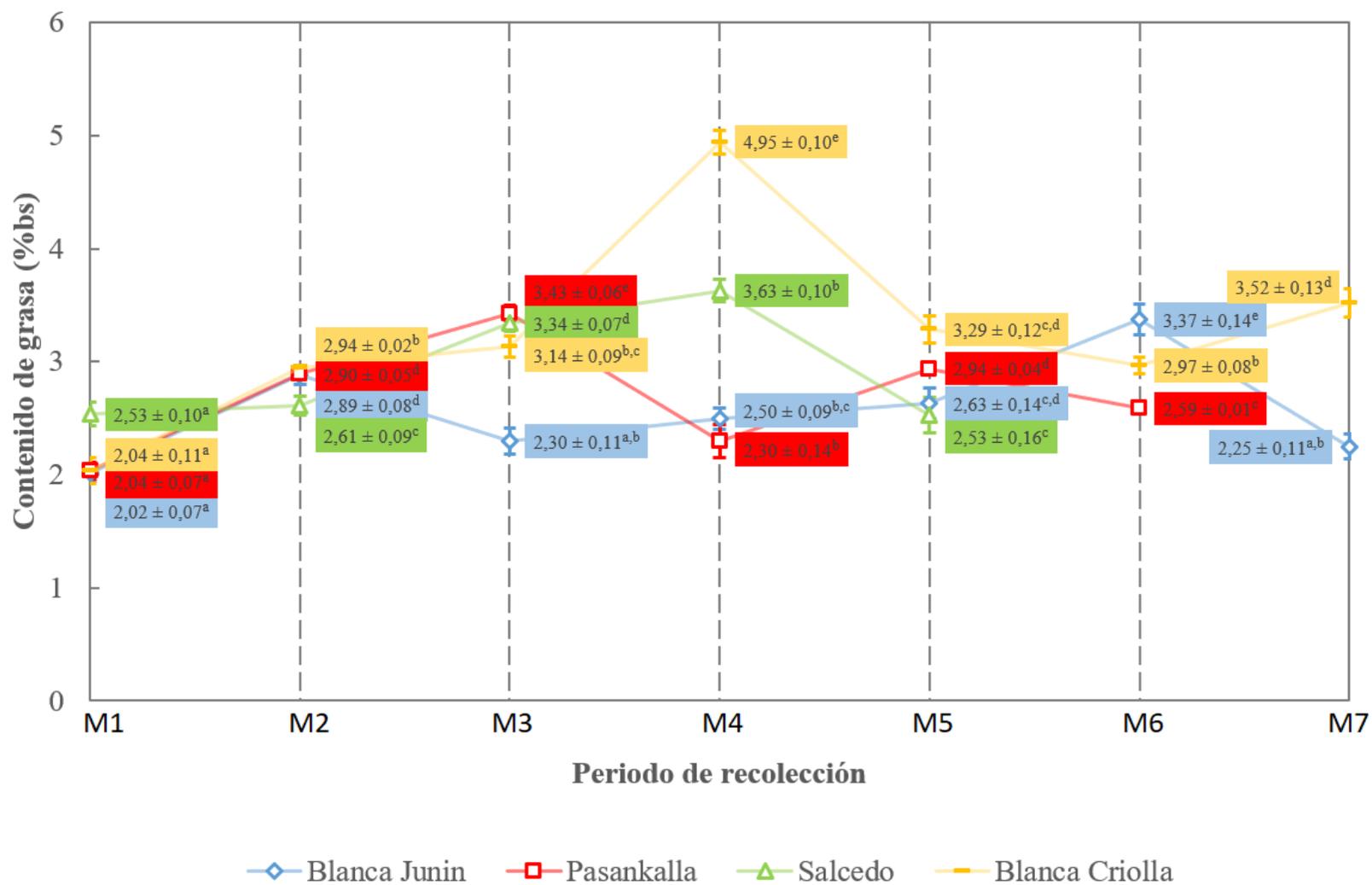


Figura 11: Contenido de grasa (% base seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

4.4. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE FIBRA BRUTA

En la Figura 12 se observa que el contenido de fibra en las cuatro variedades se incrementa hasta llegar a su valor máximo al inicio de la fase de floración, el contenido de fibra en la última etapa de recolección es de $12,14 \pm 0,44$ por ciento, $10,26 \pm 0,18$ por ciento, $9,86 \pm 0,21$, y $7,71 \pm 0,21$ por ciento en las variedades Blanca Criolla, Blanca Junín, Salcedo y Pasankalla.

En la Figura 12 se muestra los resultados obtenidos de contenido de fibra en las variedades estudiadas. Se produjo un aumento en el contenido de fibra hasta el cuarto periodo de recolección en las variedades Blanca Junín y Salcedo, luego se mantiene constante, en cambio, la variedad Pasankalla tuvo una ligera caída del contenido de fibra hasta el cuarto periodo. El comportamiento de la variedad Blanca Criolla con respecto al contenido de fibra a lo largo del periodo de recolección fue irregular.

Los valores obtenidos en las cuatro variedades de hojas de quinua presentan contenidos mayores de fibra en base seca a los reportados por Bravo *et al.* (2016), con 1,05 por ciento de la harina de hojas de quinua. López *et al.* (2013) reporta que el contenido de fibra en hojas de *Amarantus hypocondriacus L.* es de 10,65 por ciento en base seca.

Las evaluaciones estadísticas para cada variedad de quinua muestran que existe diferencia significativa en el contenido de fibra en los periodos de cultivo. En la prueba de comparación las variedades Blanca Junín y Salcedo no existe diferencias significativas a partir del tercer periodo (Anexos 4, 5, 6 y 7).

Se recomienda el consumo de las hojas de quinua por su aporte en fibra, las recolectadas en la fase de inicio de panojamiento para todas las variedades estudiadas, porque después de este periodo la fibra aumenta en la mayoría de las variedades haciendo que las hojas sean más duras.

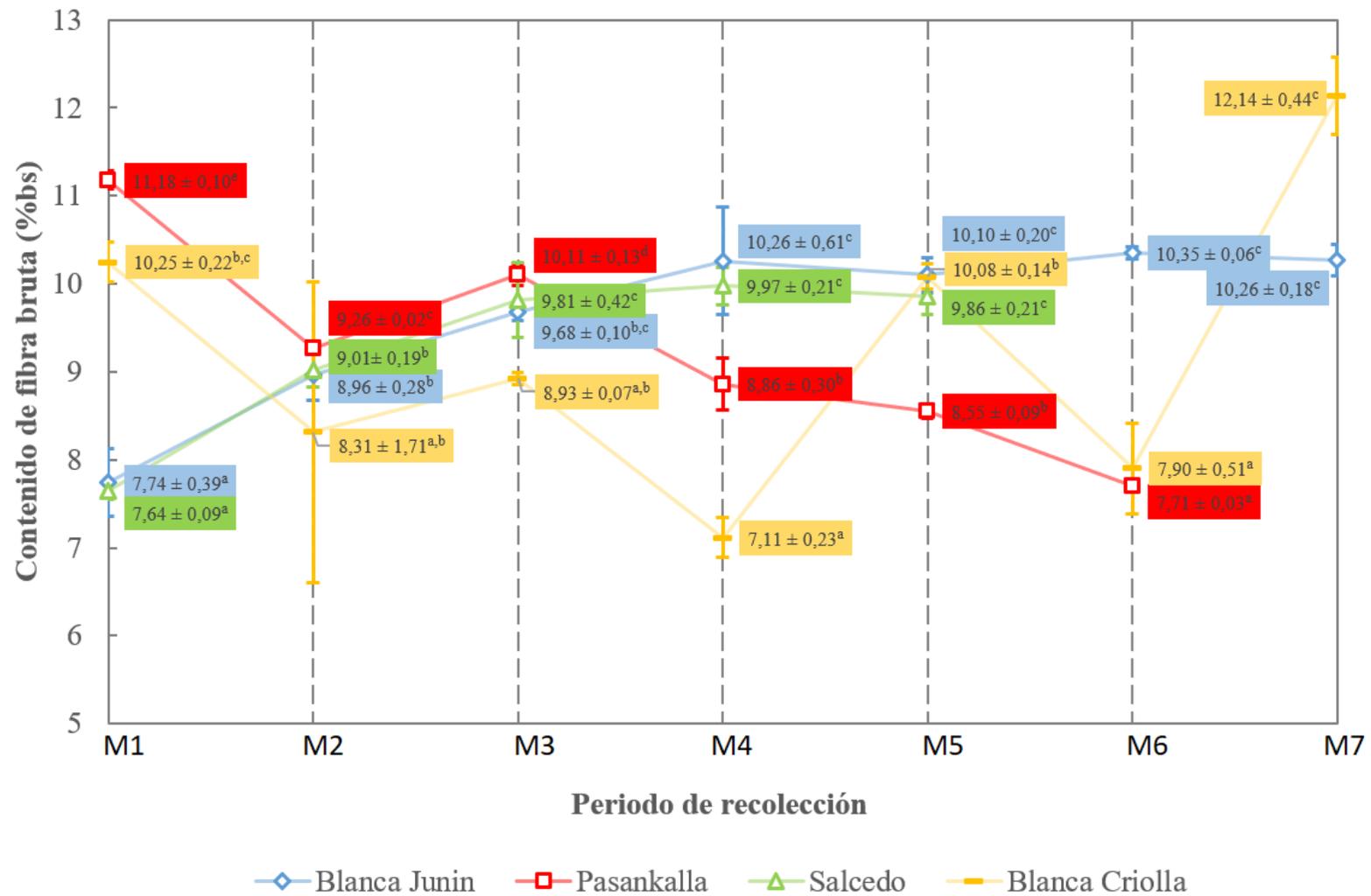


Figura 12: Contenido de fibra bruta (% base seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

4.5. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CENIZA

En la Figura 13 se observa que el contenido de cenizas se incrementa hasta el segundo periodo de recolección en la variedad Blanca Junín (fase de ramificación) con un máximo de $28,08 \pm 0,44$ por ciento bs, lo mismo ocurre con las variedades Blanca Criolla y Pasankalla hasta el tercer periodo (fase de inicio de panojamiento) con $28,20 \pm 0,52$ por ciento y $25,83 \pm 0,19$ por ciento bs, respectivamente y en la variedad Salcedo se incrementó hasta el cuarto periodo (fase de inicio de floración) con $24,57 \pm 0,10$ por ciento de ceniza en bs. Luego el contenido de las cenizas tiende a decrecer en las siguientes fases de desarrollo para todas las variedades.

El contenido de cenizas refleja el contenido de minerales que posee las hojas durante el periodo de evaluación. Los minerales que se pueden encontrar en las hojas de las *Chenopodium* según Bhargava *et al.* (2008), son potasio, calcio, sodio, hierro, magnesio, zinc, cobre, níquel, cromo y cadmio. El mismo autor señala que las hojas aportan significativamente calcio y magnesio al ser incluidas en la dieta.

Las evaluaciones estadísticas de cada variedad quinua muestran que existen diferencias significativas en el contenido de ceniza. La prueba de comparación señala que no hay diferencias significativas en los periodos cuarto, quinto y sexto en la variedad Blanca Junín y en los dos últimos periodos en la variedad Blanca Criolla, (Anexos 4, 5, 6 y 7).

El contenido de mineral en las hojas y granos está relacionado con las condiciones climáticas, del suelo y diversidad genética, por lo que a pesar de ser sembradas en un mismo terreno se obtienen diferentes resultados durante las fases de desarrollo. Oleszczuk *et al.* (2000), citado por Tobaru (2009), menciona que el desarrollo de una planta está influenciado por varios factores meteorológicos de los cuales los más importantes son las temperaturas del aire y del suelo, y la duración de la luz del día. Se recomienda la recolección de hojas en el periodo inicio del panojamiento para todas las variedades por su aporte de minerales. El contenido de potasio, sodio, magnesio y calcio en las hojas de quinua se detallará más adelante.

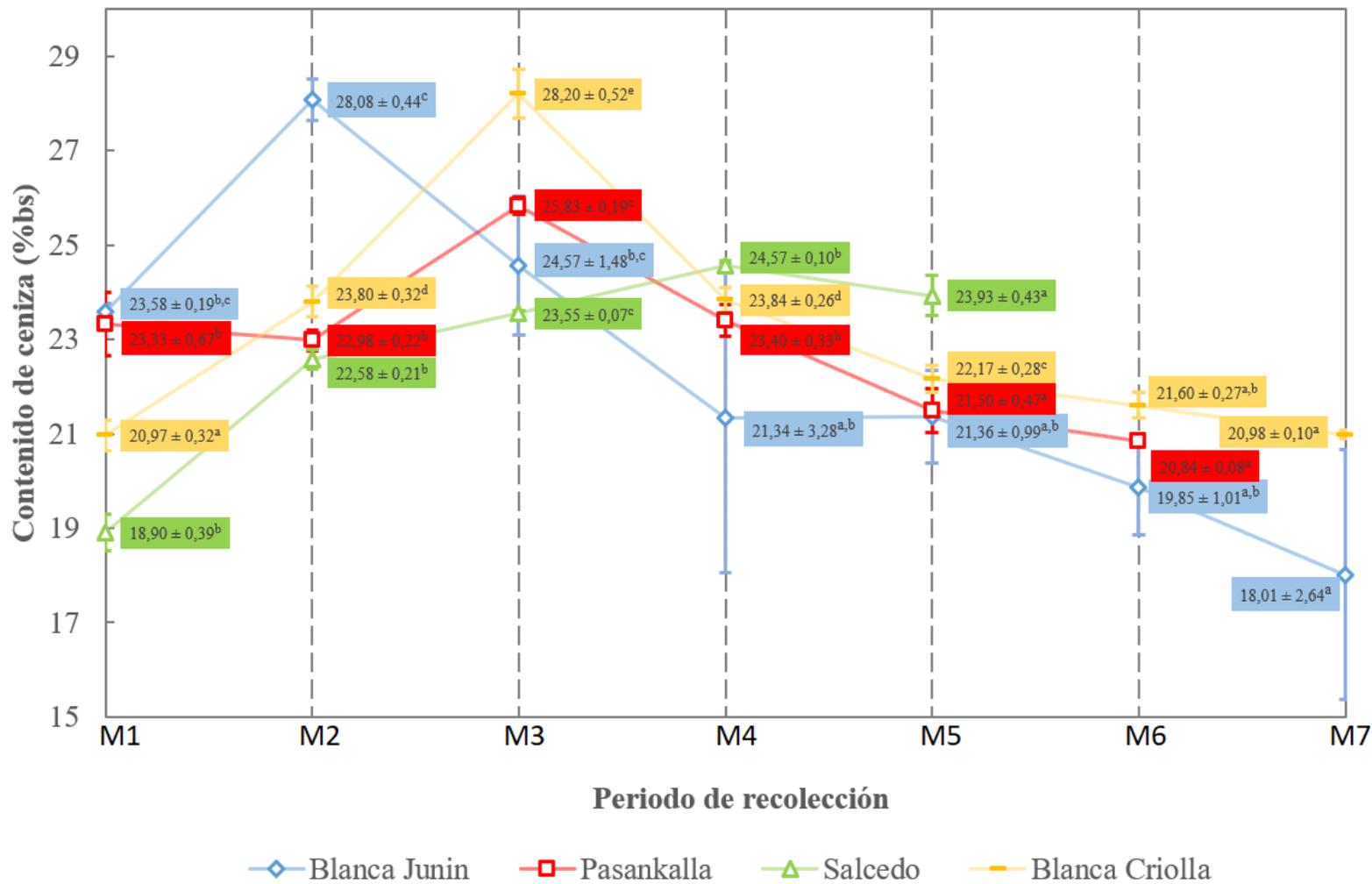


Figura 13: Contenido de ceniza (% base seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

4.6. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS

En la Figura 14 se muestra que el contenido de carbohidratos tiende a disminuir desde el inicio hasta el segundo periodo de recolección en las variedades Blanca Junín y Salcedo, y hasta el tercer periodo de recolección en las variedades Blanca Criolla y Pasankalla, siendo la variedad Blanca Criolla la de menor contenido en el tercer periodo con $17,29 \pm 0,69$ por ciento de carbohidratos en base seca.

Luego de la etapa de declive, se incrementa el contenido de carbohidratos hasta la fase de floración, la variedad Blanca Junín presenta el mayor contenido con $45,78 \pm 2,77$ por ciento de carbohidratos en el séptimo periodo.

Las evaluaciones estadísticas realizadas para cada variedad de quinua muestran que existen diferencias significativas en el contenido de carbohidratos a lo largo de los periodos de recolección. En la prueba de comparación, el contenido de carbohidratos no hay diferencia significativa entre los periodos cuarto, quinto y sexto periodo para la variedad Blanca Junín, en cambio en las variedades Pasankalla y Salcedo existe diferencias significativas en los tres últimos periodos de recolección, correspondiente entre las fases de panojamiento y floración (Anexos 4, 5, 6 y 7).

En la Figura 14, a partir del tercer periodo de recolección se observa incremento en el contenido de carbohidratos, Augustí (2008) menciona un lento incremento de los azúcares en fase de crecimiento rápido de sus estados fenológicos, pues en esta etapa se presenta la acumulación de azúcares del tipo estructural y de reserva que van dirigidos a la semilla. Debido al incremento de carbohidratos, componentes como la proteína disminuyen (Figura 10) y otros como la fibra bruta aumentan (Figura 12) porque a partir de fase de ramificación empieza un crecimiento acelerado con la formación de panoja, flores y granos lechosos, que hacen que los nutrientes se distribuyan a estas partes de la planta.

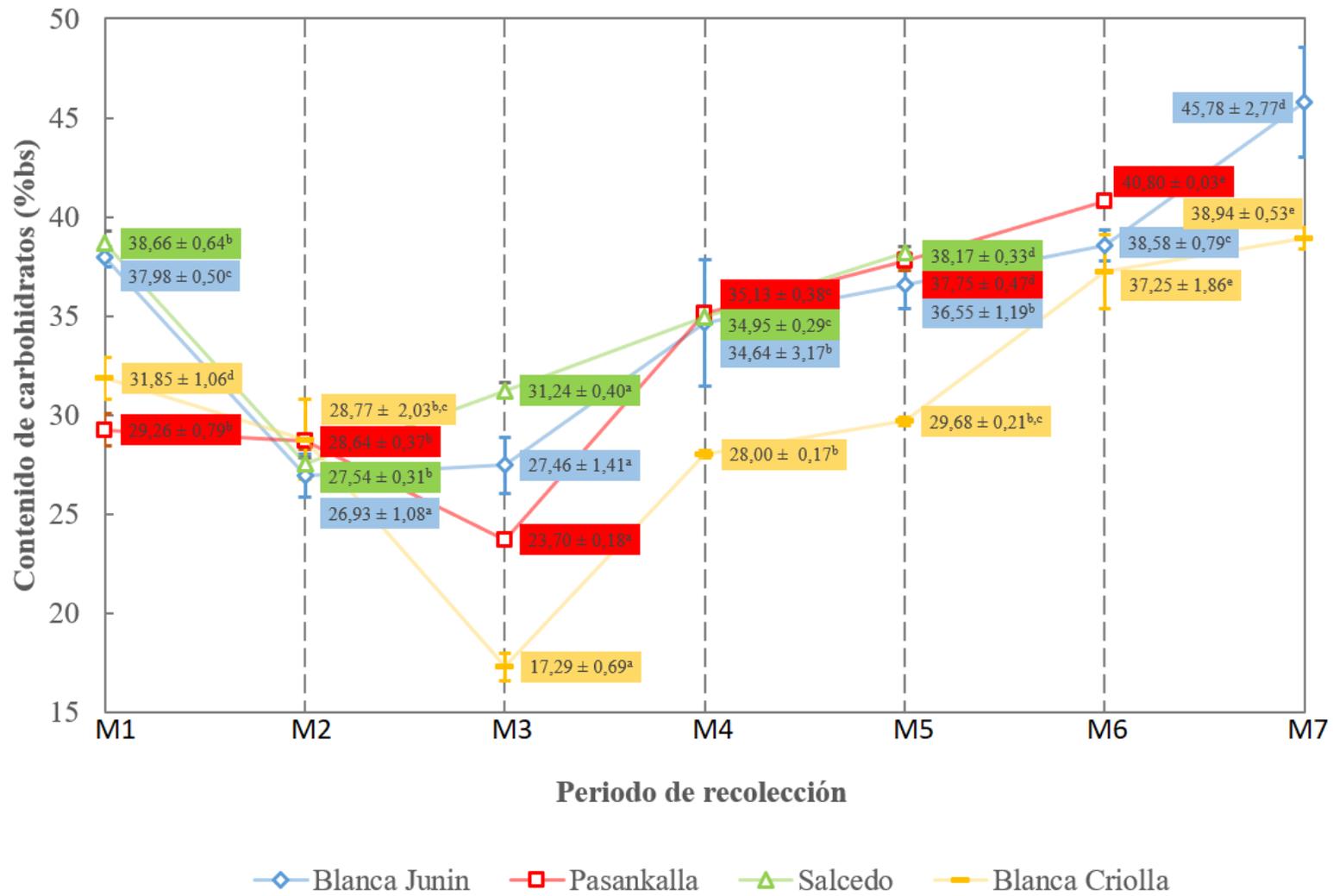


Figura 14: Contenido de carbohidratos (% base seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

4.7. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS

La OMS (1998) indican que “a finales del periodo vegetativo y antes del periodo de floración ocurre la mayor concentración de principios activos”, si bien estos metabolitos no son esenciales para el funcionamiento celular, cumplen otras funciones específicas: como mecanismos de defensa, agentes polinizadores, sustancia de reserva, etc. Algunos de estos metabolitos son los compuestos fenólicos, alcaloides, terpenos, terpenoides, saponinas y quinonas. Por esa razón es importante analizar estos compuestos en las hojas de quinua, en especial los compuestos fenológicos y la capacidad antioxidante.

En la Figura 15 se presentan el contenido de compuestos fenólicos, siendo el segundo periodo de recolección en el que se encuentra el mayor contenido: Pasankalla ($81,21 \pm 1,67$ mg AGE/g bs), Blanca Junín ($69,39 \pm 1,89$ mg AGE/g bs), Blanca Criolla ($66,11 \pm 0,72$ mg AGE/g bs) y Salcedo ($63,05 \pm 1,68$ mg AGE/g bs).

El valor obtenido del contenido de compuestos fenólicos en las hojas de quinua de la variedad Pasankalla ($81,21 \pm 1,67$ mg AGE/ g bs) recolectados en el segundo periodo (fase de ramificación) es mayor a lo reportado por (Chirinos *et al.* 2013) en las hojas de Aliso ($72,3 \pm 1,8$ mg AGE/ g bs), Chupasangre ($65,8 \pm 0.7$ mg AGE/ g bs), Pachasalvia ($61,2 \pm 0.7$ mg AGE/ g bs) e Inca muña ($56,8 \pm 0.4$ mg AGE/ g bs).

La evaluación estadística muestra que no existen diferencias significativas en el contenido de compuestos fenólicos en los periodos: segunda recolección (fase ramificación) y quinta recolección (fase de panojamiento) de la variedad Blanca Junín, mientras que en la variedad Pasankalla el contenido de compuestos fenólicos registra diferencias en la fase de ramificación con las otras fases. El contenido de compuestos fenólicos en la variedad Salcedo no presenta diferencias entre el segundo periodo (fase ramificación) y tercer periodo (fase de panojamiento); por otro lado, en la variedad Blanca criolla existe diferencias de la fase de seis hojas respecto a las otras (Anexos 4, 5, 6 y 7).

El menor contenido de compuestos fenólicos se encuentra en las variedades: Blanca Criolla (primer periodo) con $47,78 \pm 1,27$ mg AGE/g bs, Pasankalla (cuarto periodo) con $53,20 \pm 1,91$ mg AGE/g bs, Salcedo (quinto periodo) con $53,72 \pm 1,52$ mg AGE/g bs y la Blanca

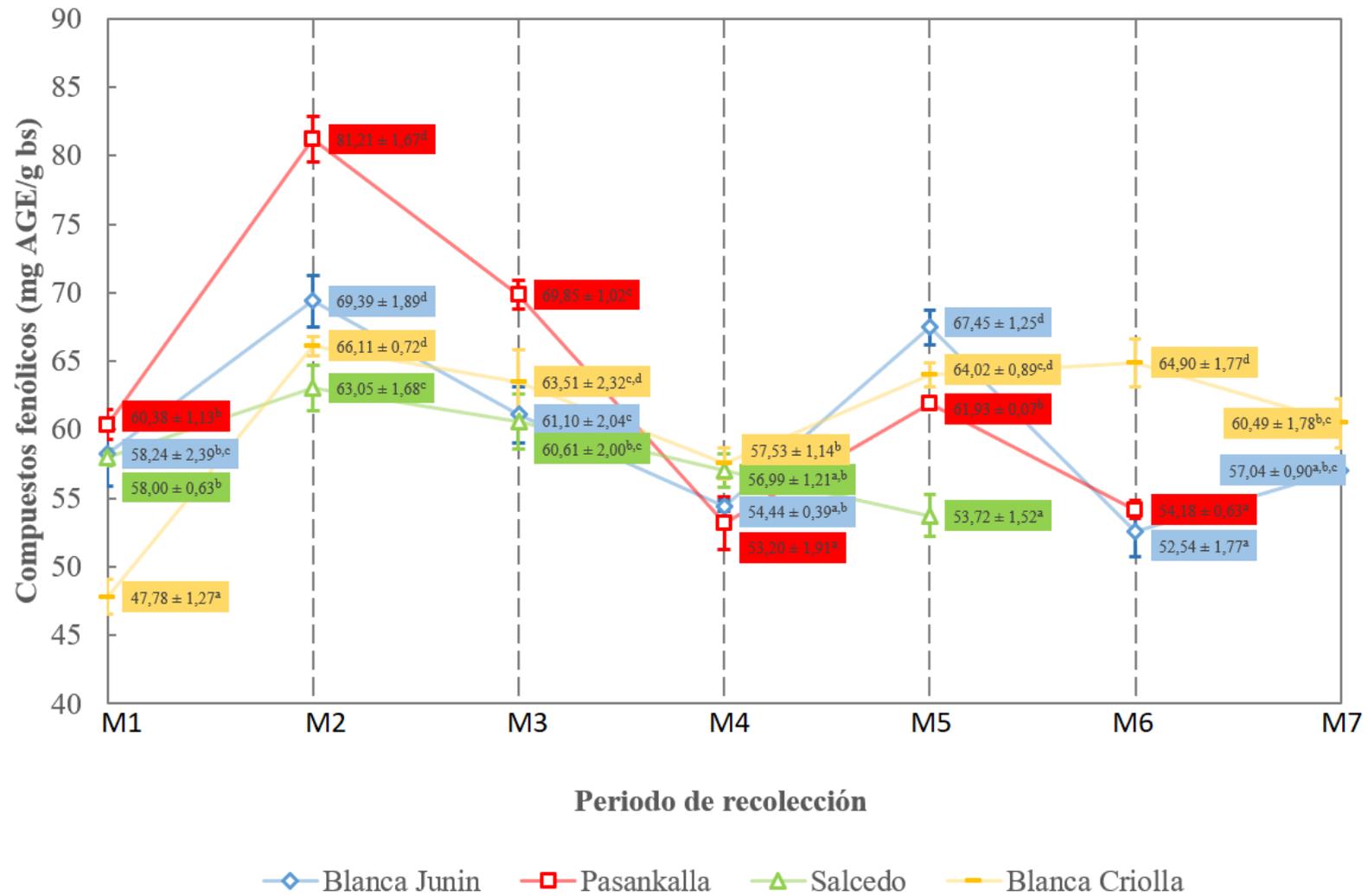


Figura 15: Contenido de compuestos fenólicos (mg Ácido gálico equivalente/g bs) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

Junín (sexto periodo) con $52,54 \pm 1,77$ mg AGE/g bs. En este sentido, por el aporte del contenido de compuestos fenólicos, se recomienda que la recolección de las hojas se realice entre las fases de ramificación e inicio de panojamiento (segundo y tercer periodos).

4.8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

En la Figura 16 se presenta los resultados de la capacidad antioxidante de las hojas de quinua durante el periodo de recolección. En la fase de ramificación (segundo periodo) se encuentra la mayor capacidad antioxidante en las variedades: Pasankalla ($1492,02 \pm 106,20$ $\mu\text{mol TE/g bs}$), Blanca Junín ($1126,69 \pm 20,86$ $\mu\text{mol TE/g bs}$) y Blanca Criolla ($945,77 \pm 36,90$ $\mu\text{mol TE/g bs}$); en la variedad Salcedo ($1042,18 \pm 36,74$ $\mu\text{mol TE/g bs}$) en el tercer periodo (fase de panojamiento).

En la Figura 16 se muestra el comportamiento de la capacidad antioxidante mediante el método ABTS de las cuatro variedades de hojas de quinua. Se observa que la capacidad antioxidante en la variedad Pasankalla durante los tres primeros periodos de recolección es mayor que las otras variedades, con un valor máximo en el segundo periodo ($1492,02 \pm 106,20$ $\mu\text{mol TE/g bs}$). El color de las hojas es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalaínas, tanto del tipo betacianinas (rojo-violeta) y betaxantinas (amarillas) (Gallardo *et al.* 1996). El color de las hojas de la variedad Pasankalla es diferente a las otras variedades, son de color rojo-violeta, la presencia de los pigmentos responsables de su coloración resulta en un mayor contenido de capacidad antioxidante.

El valor obtenido de capacidad antioxidante en las hojas de quinua de la variedad Pasankalla ($1492,02 \pm 106,20$ $\mu\text{mol TE/ g bs}$) recolectados en la fase de ramificación (segundo periodo) es mayor, a los encontrados en otras hojas reportados por Chirinos *et al.* (2013), como: hojas de Aliso ($1045,3 \pm 19,4$ $\mu\text{mol TE/ g bs}$), Molle ($751,0 \pm 11,5$ $\mu\text{mol TE/ g bs}$), Chinchilcoma ($656,5 \pm 16,1$ $\mu\text{mol TE/ g bs}$), Inca muña ($645,1 \pm 8,9$ $\mu\text{mol TE/ g bs}$) y Pachasalvia ($510,8 \pm 4,5$ $\mu\text{mol TE/ g bs}$).

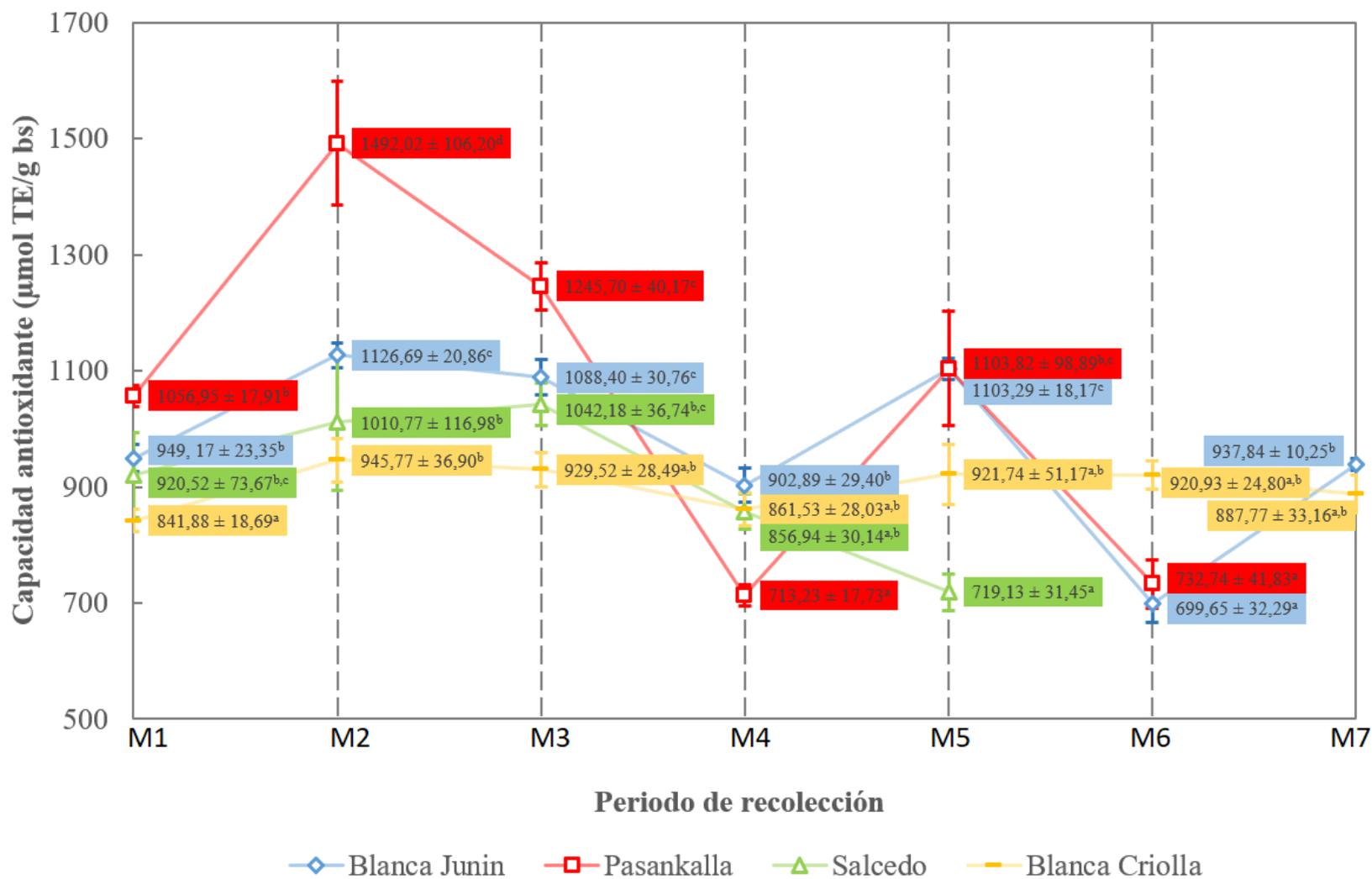


Figura 16: Capacidad antioxidante (µmol TE/g bs) por el método de ABTS durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

La evaluación estadística muestra que no existe diferencia en la capacidad antioxidante entre las fases de ramificación, inicio de panojamiento y panojamiento de la variedad Blanca Junín, mientras que en la variedad Pasankalla la capacidad antioxidante en la fase de ramificación (segundo periodo de recolección) presenta diferencias con las otras fases. La capacidad antioxidante en la variedad Salcedo no presenta diferencias en las tres primeras fases, por otro lado, en la variedad Blanca criolla no existe diferencias en la capacidad antioxidante desde la fase de ramificación hasta la floración (Anexos 4, 5, 6 y 7).

La menor capacidad antioxidante se encuentra en la variedad Blanca Junín, en el sexto periodo con $699,65 \pm 32,29 \mu\text{mol TE/g bs}$, la variedad Pasankalla en el cuarto periodo con $713,23 \pm 17,73 \mu\text{mol TE/g bs}$, la variedad Salcedo en el quinto periodo con $719,13 \pm 31,45 \mu\text{mol TE/g bs}$ y la variedad Blanca Criolla en el primer periodo con $841,88 \pm 18,69 \mu\text{mol TE/g bs}$.

4.9. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE POTASIO

El contenido de potasio en las hojas de quinua durante el periodo de evaluación es fluctuante en todas las variedades (Figura 10). El máximo contenido se encuentra en el primer periodo de recolección en la variedad Blanca Criolla con $8738,11 \pm 21,55 \text{ mg}/100 \text{ g bs}$, quinto periodo en la variedad Junín con $6827,69 \pm 7,85 \text{ mg}/100 \text{ g bs}$, en la variedad Pasankalla el mayor valor se encuentra en el primer periodo con $6052,88 \pm 3,21 \text{ mg}/100 \text{ g bs}$ y la variedad Salcedo presenta su mayor contenido en el tercer periodo con $5842,22 \pm 9,67 \text{ mg}/100 \text{ g bs}$.

Bhargava *et al* (2008) reporta en 100 gramos de peso seco los valores promedio del contenido de potasio en hojas de los géneros *Chenopodium*, siendo 6777,56 mg de potasio del género *Chenopodium quinoa Willd*, 5107,50 mg de potasio del género *Chenopodium giganteum* y 6006,23 mg de potasio del género *Chenopodium album*. El 20 por ciento de las muestras evaluadas tiene un contenido menor de potasio que el género *Chenopodium giganteum*, y solo tres de las 25 muestras tienen un contenido mayor al género *Chenopodium quinoa Willd*.

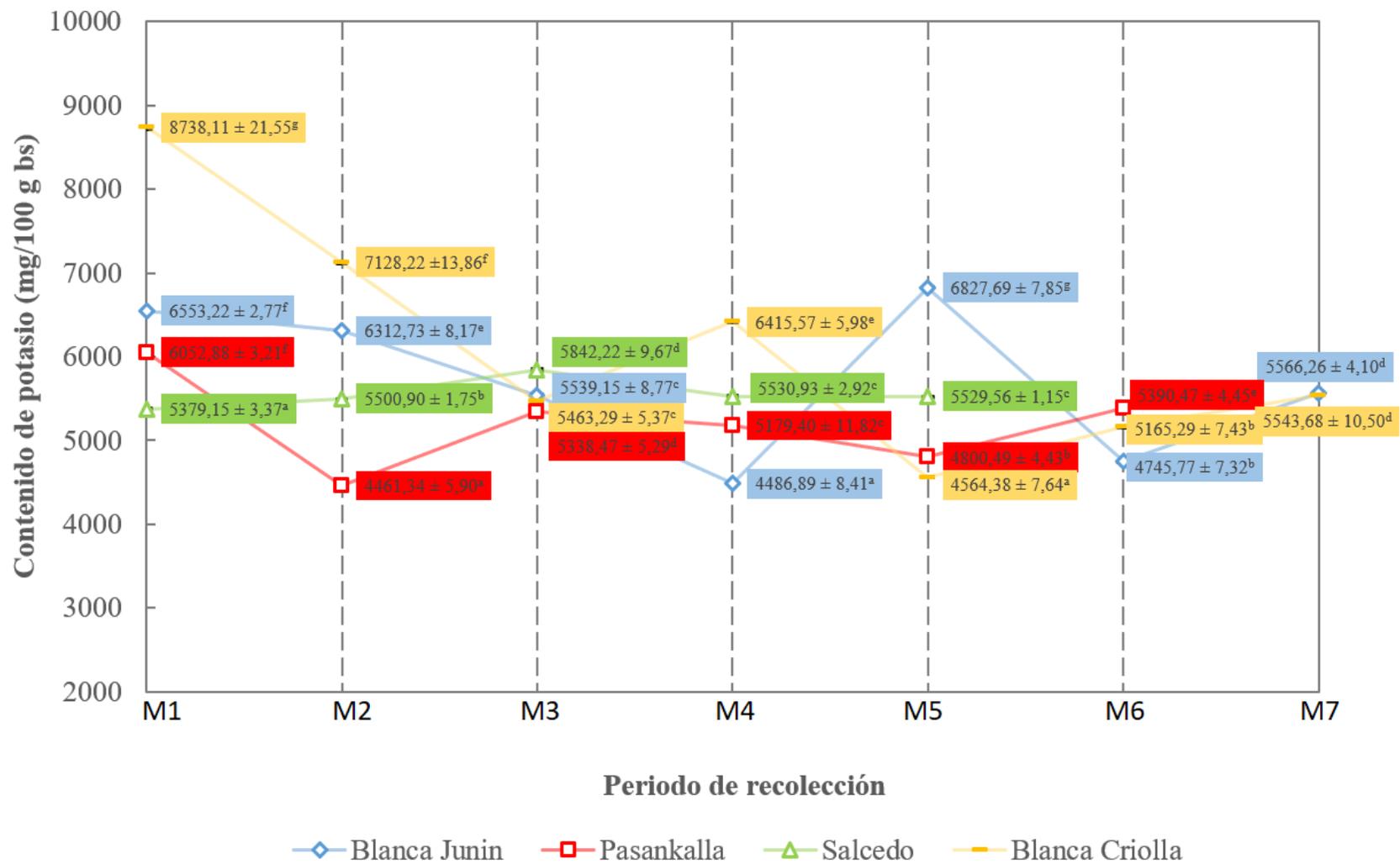


Figura 17: Contenido de potasio (mg/100 g de muestra seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

La evaluación estadística muestra que existe diferencia en el contenido de potasio en todos los periodos de recolección en las variedades Junín, Pasankalla y Blanca criolla, mientras que en la variedad Salcedo no existe diferencias en el cuarto y quinto periodo (Anexos 4, 5, 6 y 7).

El potasio se encuentra dentro de la solución de las células de la planta y cumplen con la función de mantener la presión de turgencia de la célula (evita que a planta se marchite prematuramente). El contenido de potasio en las plantas está relacionado con el nitrógeno, de manera que ambos resultan necesarios para que se formen las proteínas. Un adecuado nivel de potasio determina que la planta sea más resistente a las enfermedades. Las plantas con deficiencia de potasio normalmente muestran necrosis en las puntas de las hojas y a lo largo de sus bordes. Como el potasio es móvil dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas más viejas (Bloodnick, 2016).

La FDA (2009) indica que el valor diario recomendado de ingesta de potasio en hombres y mujeres de 19 a 70 años es de 3500 mg/día. El mayor contenido de potasio es de $8738,11 \pm 21,55$ mg K/100 g de bs, y encuentra en el primer periodo de recolección (fase 6 hojas verdaderas) de la variedad Blanca Criolla, mientras que el menor contenido de potasio es de $4461,34 \pm 5,90$ mg K/100 g de bs, en el segundo periodo de recolección (fase ramificación) de la variedad Pasankalla; el consumo de hojas de quinua de las cuatro variedades son fuente de aporte de potasio para la alimentación humana.

Como opción para el consumo de las hojas frescas (contenido de potasio en base húmeda), se recomienda la recolección en el segundo periodo (fase de ramificación) de las variedades Blanca Junín ($881,3 \pm 1,72$ mg K en bh) y Blanca Criolla ($892,38 \pm 2,81$ mg K en bh), para las variedades Pasankalla y Salcedo el periodo recomendado es el tercero (fase de inicio de panojamiento) aportando $729,54 \pm 1,03$ mg K en bh y $878,78 \pm 0,75$ mg K en bh, respectivamente. Consumiendo 100 gramos de las hojas frescas de quinua recolectadas en el periodo sugerido, se estaría cubriendo un mínimo del 20 por ciento del valor diario requerido de potasio sugerido por FDA (2009).

4.10. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CALCIO

En la Figura 18, se observa que el contenido de calcio tiende a incrementarse con el transcurso de tiempo siendo las variedades Blanca Junín y Pasankalla las que tienen el mayor contenido en el sexto periodo con $3637,92 \pm 5,61$ mg Ca/100 g bs y $3088,12 \pm 2,55$ mg Ca/100 g bs, correspondiente a las fases de inicio de floración y floración respectivamente. El mayor contenido en la variedad Salcedo se encuentra en el cuarto periodo (fase inicio de floración) con $2146,43 \pm 1,13$ mg Ca/100 g bs y en la variedad Blanca Criolla en el quinto periodo de recolección (fase de panojamiento) con $2046,65 \pm 3.43$ mg Ca/100 g bs.

La evaluación estadística muestra que existen diferencias significativas en el contenido de calcio en todos los periodos de recolección de las variedades Junín, Salcedo y Blanca Criolla, mientras que en la variedad Pasankalla no existen diferencias en los periodos 3 y 4 de recolección, correspondientes a la fase de inicio panojamiento y panojamiento (Anexos 4, 5, 6 y 7).

Bhargava, *et. al.* (2008) reporta en 100 gramos de peso seco los valores promedio del contenido de calcio en hojas de los géneros *Chenopodium*, siendo 1112 mg de calcio del género *Chenopodium quinoa Willd.*, 1340,50 mg de calcio del género *Chenopodium giganteum* y 1133,15 mg de calcio del género *Chenopodium album*. El 99 por ciento de las muestras recolectadas, de las cuatro variedades en estudio, tienen un contenido mayor de calcio que el género *Chenopodium giganteum*.

El calcio forma parte de la estructura celular de las plantas, estas lo acumulan principalmente en las hojas como ion Ca^{2+} , interviene en la formación de las proteínas y proporciona vigor evitando que las plantas envejezcan. El calcio es transportado a los tejidos en crecimiento donde se usa el calcio, cualquier factor que desacelere la transpiración, como la humedad alta o las temperaturas frías, puede provocar deficiencia de calcio, aun cuando los niveles de calcio sean normales en el sustrato. Los síntomas de deficiencia del calcio se observan en los tejidos nuevos tales como: las puntas de las raíces, las hojas jóvenes y las puntas de los brotes (Bloodnick, 2016).

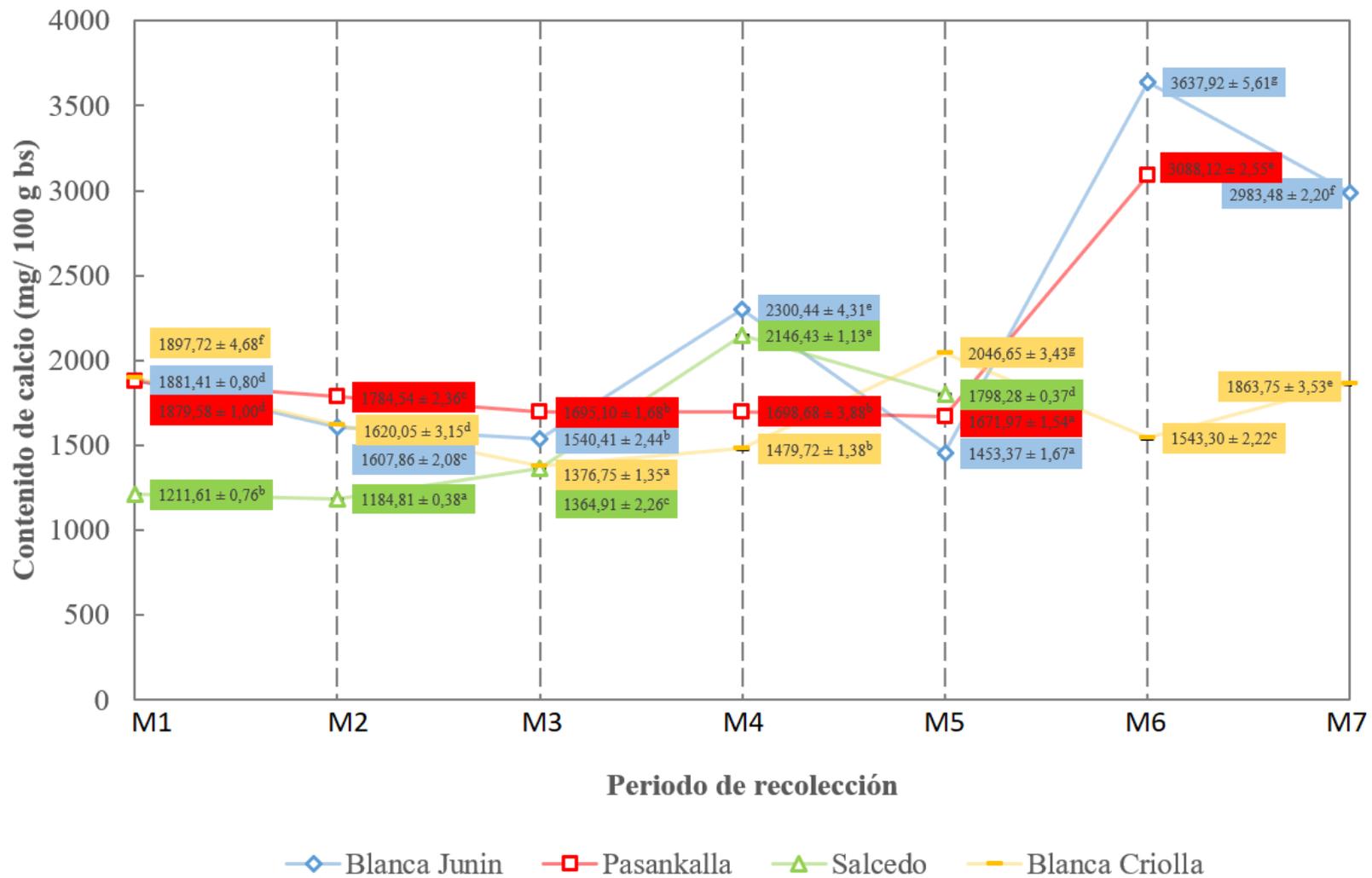


Figura 18: Contenido de calcio (mg/100 g de muestra seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

La FDA (2009) indica que el valor diario recomendado de ingesta de calcio en hombres y mujeres de 19 a 70 años es de 1000 mg/día. El mayor contenido de calcio es de $3637,92 \pm 5,61$ mg Ca/100 g de bs, y encuentra en el sexto periodo de recolección (fase inicio de floración) de la variedad Blanca Junín, mientras que el menor contenido de calcio es de $1184,81 \pm 0,38$ mg Ca/100 g de bs, en el segundo periodo de recolección (fase ramificación) de la variedad salcedo. El consumo de hojas de quinua de las cuatro variedades son fuente de aporte de potasio para la alimentación humana.

Como opción para el consumo de las hojas frescas (contenido de calcio en base húmeda), se recomienda la recolección en el segundo periodo (fase de ramificación) de las variedades Blanca Junín y Blanca Criolla con $224,47 \pm 0,44$ mg Ca en bh y $202,81 \pm 0,64$ mg Ca en bh respectivamente. En las variedades Pasankalla y Salcedo el periodo recomendado de recolección es el tercero (fase inicio de panojamiento y panojamiento respectivamente) con $231,65 \pm 0,133$ mg Ca en bh y $204,84 \pm 0,18$ mg Ca en bh. Consumiendo 100 gramos de las hojas frescas de quinua recolectadas en el periodo sugerido, se estaría cubriendo un mínimo del 20 por ciento del valor diario requerido de calcio sugerido por la FDA (2009).

4.11. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE MAGNESIO

El contenido de magnesio durante el periodo de evaluación se muestra en la Figura 19. El contenido de magnesio tiende a disminuir con el progreso del desarrollo de las plantas, siendo la variedad Pasankalla la de mayor contenido durante todo el tiempo de evaluación, su mayor contenido se presenta en el quinto periodo (fase inicio de floración) con $1015,49 \pm 0,94$ mg Mg en peso seco.

La evaluación estadística muestra que existen diferencias significativas en el contenido de magnesio en todos los periodos de recolección de las cuatro variedades (Ver anexos 4, 5, 6 y 7).

Bhargava, *et, al* (2008) reporta en 100 gramos de peso seco los valores promedio del contenido de magnesio en hojas de los géneros *Chenopodium* siendo 816,89 mg de magnesio del género *Chenopodium quinoa Willd*, 824,25 mg de magnesio del género

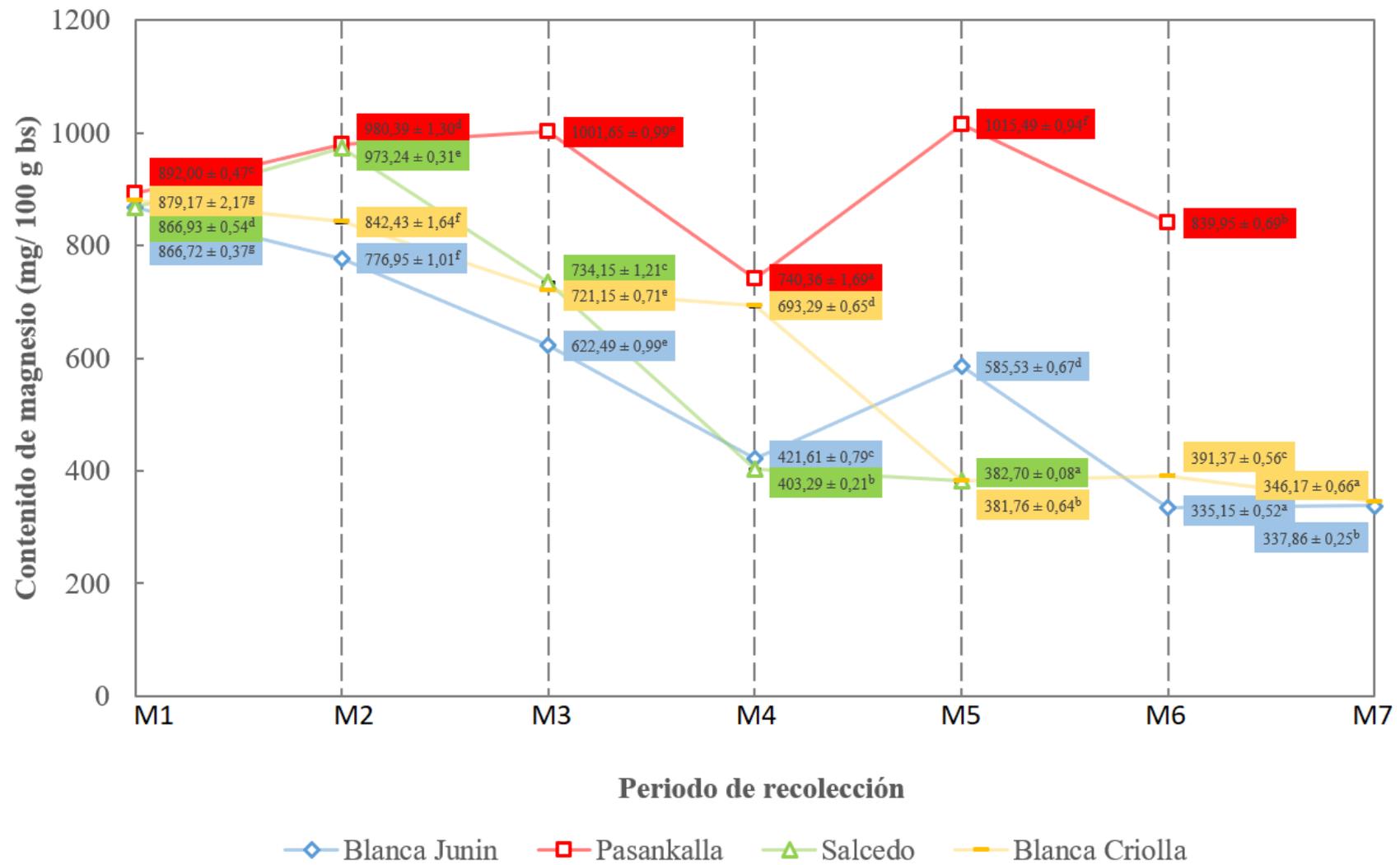


Figura 19: Contenido de magnesio (mg/100 g de muestra seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

Chenopodium giganteum y 742,08 mg de magnesio del género *Chenopodium album*. El 40 por ciento de las muestras recolectadas, de las cuatro variedades en estudio, tienen un contenido mayor de magnesio que el género *Chenopodium giganteum*.

El magnesio forma parte de la clorofila, es el átomo central, por lo tanto, resulta indispensable para la fotosíntesis, interviene en el crecimiento de las plantas a través de la actividad hormonal. El magnesio tiene movilidad en las plantas, los síntomas de su deficiencia aparecen primero en las hojas más viejas: se tornan amarillas con venas verdes, en algunas hojas aparecen manchas rojizas o purpuras, la deficiencia en magnesio también conduce a una mayor susceptibilidad a enfermedades (Bloodnick , 2016).

La FDA (2009) indica que el valor diario recomendado de ingesta de magnesio en hombres y mujeres de 19 a 70 años es de 400 mg/día. El mayor contenido de magnesio es de $1015,49 \pm 0,94$ mg Mg/100 g de bs, y encuentra en el quinto periodo de recolección (fase inicio de floración) de la variedad Pasankalla, mientras que el menor contenido de magnesio es de $335,15 \pm 0,52$ mg Mg/100 g de bs, en el sexto periodo de recolección (fase inicio de floración) de la variedad Blanca Junín.

Como opción para el consumo de las hojas frescas (contenido de magnesio en base húmeda), se recomienda la recolección en el segundo periodo (fase de ramificación) de las variedades Blanca Junín ($108,47 \pm 0,21$ mg Mg en bh), Salcedo ($143,19 \pm 0,03$ mg Mg en bh), Blanca Criolla ($105,46 \pm 0,33$ mg Mg en bh), mientras que en la variedad Pasankalla el periodo sugerido para la recolección es el tercero (fase inicio de panojamiento) ($136,88 \pm 0,19$ mg Mg en bh). Consumiendo 100 gramos de las hojas frescas de quinua recolectadas en el periodo sugerido, se estaría cubriendo un mínimo del 26 por ciento del valor diario requerido de calcio sugerido por FDA (2009).

4.12. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE SODIO

El contenido de sodio en las hojas de quinua tiende a un descenso durante los primeros periodos de evaluación, luego del cual los valores se incrementan hasta llegar la etapa de floración. El mayor contenido de sodio es de $95,13 \pm 0,04$ mg /100 g bs en la variedad

Blanca Junín durante el primer periodo. El contenido de sodio en las diferentes etapas de evaluación se puede observar en la Figura 20.

La evaluación estadística muestra que existen diferencias en el contenido de sodio entre todas las variedades. En la variedad Pasankalla el mayor contenido de sodio se presenta en la primera recolección (fase de seis hojas verdaderas) y difiere de las otras fases. Por otro lado, el contenido de sodio en las variedades Salcedo y Blanca criolla es diferente en cada fase, siendo la fase de floración en la que presenta el mayor contenido (Anexos 4, 5, 6 y 7).

Bhargava, *et al* (2008) reporta en 100 gramos de peso seco los valores promedio del contenido de sodio en hojas de los géneros *Chenopodium*, siendo 6235,22 mg de sodio del género *Chenopodium quinoa Willd*, 11355,25 mg de sodio del género *Chenopodium giganteum* y 9373,38 mg de sodio del género *Chenopodium album*. El total de las muestras evaluadas presentan un contenido de sodio notablemente menor que las reportadas por Bhargava *et al*. (2008), pues presentan un rango de contenido de sodio con un mínimo de $21.10 \pm 0,03$ mg en bs y máximo de $95.13 \pm 0,04$ mg en bs en toda la evaluación.

El sodio es visto como un ion residual innecesario para las plantas, sin embargo, investigaciones señalan que en realidad las plantas los utilizan en pequeñas cantidades. El sodio no es un elemento esencial para las plantas, pero puede ser usado en pequeñas cantidades, como auxiliar para el metabolismo y la síntesis de clorofila. En algunas plantas, puede ser empleado como sustituto parcial de potasio y es útil en la apertura y el cierre de estomas, lo cual ayuda a regular el equilibrio interno de agua (Bloodnick, 2016).

La FDA (2009) indica que el valor diario recomendado de ingesta de sodio en hombres y mujeres de 19 a 70 años es de 2400 mg/día. El mayor contenido de sodio es de $95,13 \pm 0,04$ mg Na/100 g de bs, y encuentra en el primer periodo de recolección (fase seis hojas verdaderas) de la variedad Blanca Junín, mientras que el menor contenido es de $20,70 \pm 0,02$ mg Na/100 g de bs, en el cuarto periodo de recolección (fase inicio de panojamiento) de la variedad Blanca Criolla.

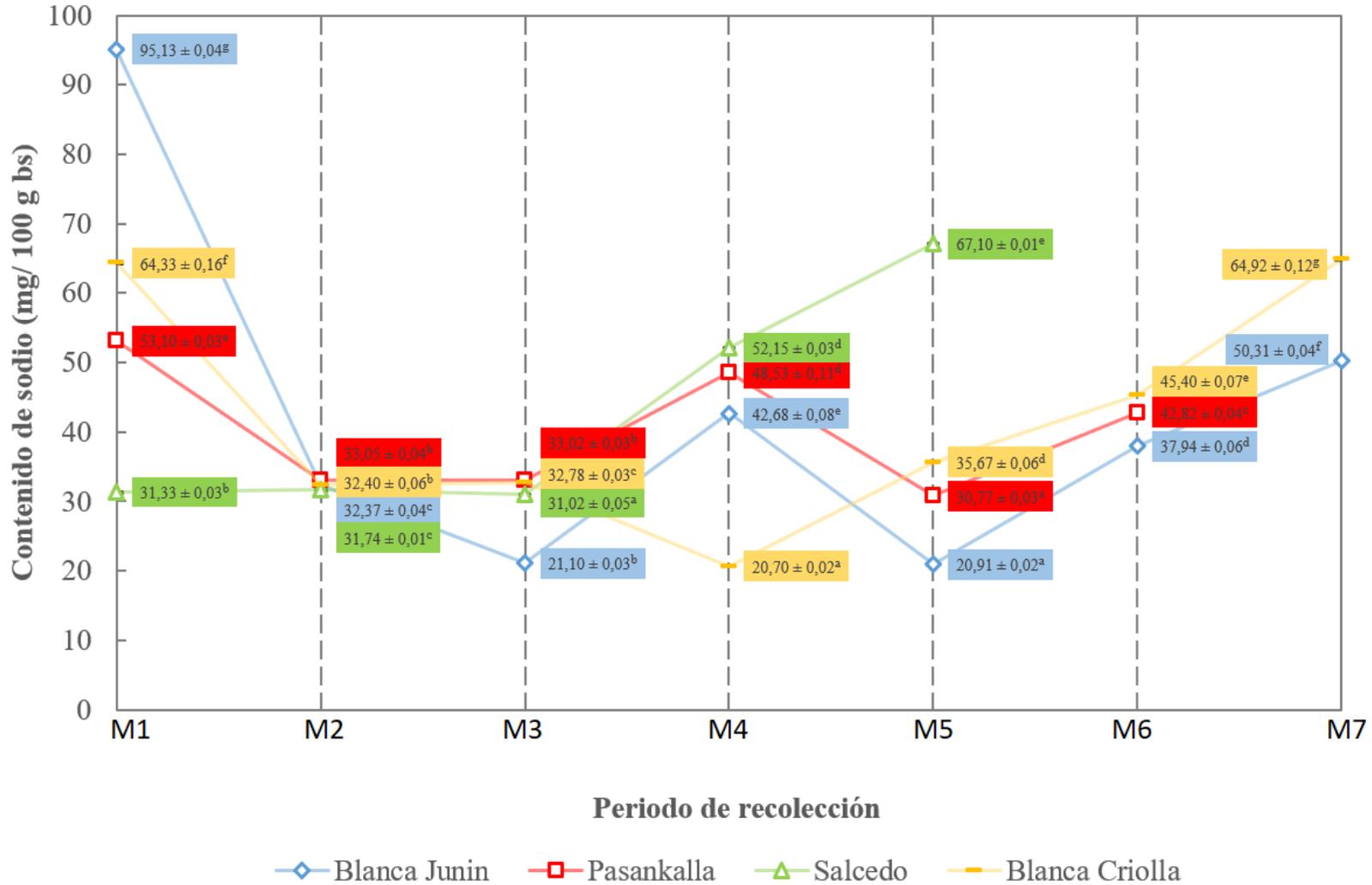


Figura 20: Contenido de sodio (mg/100 g de muestra seca) durante periodo de recolección

Letras diferentes indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad

Como opción para el consumo de las hojas frescas (contenido de sodio en base húmeda), la recomendación es recolectar las muestras en el segundo periodo (fase de ramificación) en las variedades Blanca Junín ($4,52 \pm 0.01$ mg Na en bh), y Salcedo ($4,67 \pm 0.00$ mg Na en bh), mientras que en las variedades Pasankalla ($4,51 \pm 0.01$ mg Na en bh) y Blanca Criolla ($4,36 \pm 0.01$ mg Na en bh) el periodo sugerido de recolección es el tercero (fase inicio de panojamiento).

V. CONCLUSIONES

- Existen diferencias significativas en la composición química, contenido de minerales y capacidad antioxidante durante el desarrollo morfológico de las hojas de quinua en las variedades Blanca Junín, Pasankalla, Salcedo y Blanca Criolla. La recolección de las hojas no afecta al desarrollo normal de la planta.
- El periodo de recolección para el consumo de la hoja fresca de quinua de las variedades Blanca Junín y Salcedo es entre los 44 y 52 días luego de la siembra, correspondiente a la etapa de ramificación con las siguientes características: $33,14 \pm 0,42$ por ciento de proteínas en bs, $8,96 \pm 0,28$ por ciento de fibra en bs para la primera variedad y $38,25 \pm 0,19$ por ciento de proteína en bs, $9,01 \pm 0,19$ por ciento de fibra en bs para la variedad Salcedo.
- El periodo de recolección para el consumo de la hoja fresca de quinua de las variedades Pasankalla y Blanca criolla es entre los 52 y 60 días luego de la siembra, correspondiente a la etapa de inicio de panojamiento con las siguientes características: $36,93 \pm 0,12$ por ciento de proteína en bs, $10,11 \pm 0,13$ por ciento de fibra en bs, contenido de compuestos fenólicos de $69,85 \pm 1,02$ mg AGE/g bs y capacidad antioxidante de $1245,70 \pm 40,17$ umol TE/g bs para la primera variedad y de $42,44 \pm 0,23$ por ciento de proteína en bs, $8,93 \pm 0,07$ por ciento fibra en bs, contenido de compuestos fenólicos de $63,51 \pm 2,32$ mg AGE/g bs y capacidad antioxidante de $929,52 \pm 28,49$ umol TE/g bs.

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar las hojas de quinua deshidratadas en la elaboración de sopas e infusiones, y también en la línea de panificación, para fortificación en macronutrientes y micronutrientes.
- Analizar otras variedades quinua, priorizando las que presentan pigmentos en sus hojas, pues son la que pueden tener mayor contenido de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante.
- Analizar la textura de las hojas de quinua por método instrumental y determinar la textura óptima de cosecha de las hojas para consumo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agustí, M. 2008. Crecimiento y maduración del fruto. En: Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (eds.). *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. 2a ed. Interamericana Mc-Graw-Hill, p. 419-433. Madrid-España.
- Alvarez, D. 2011. Estado nutricional en el Perú. Informe de la Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentario y Nutricional-DEVAN. Lima-Perú.
- Ames, T y Danielsen, S. 2001. Enfermedades de la quinua. Recursos genéticos y sistemas de producción. Centro Internacional de la Papa. pp 119-121. Lima-Perú.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. *Official Methods of Analysis*, 18th edition. Association of Analytical Chemists. Washington DC.
- Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R. & Pinedo, R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima-Perú.
- Banderas, M. 2012. Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de ciencias exactas y naturales. Quito-Ecuador.
- Barceló C.; Nicolás R.; Sabater G. & Sánchez T. 2005. *Fisiología Vegetal*. Ediciones Pirámide. Madrid-España.
- Bhargava, A.; Shukla, S.; Srivastava, J.; Singh, N. & Ohri, D. 2008. Genetic diversity for mineral accumulation in the foliage of *Chenopodium* spp. *Scientia Horticulturae* 118 (2008) 338-346. India.
- Bloodnick, 2016. Rol de los minerales en el cultivo de las plantas. Premier Tech. Promix. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formación/rol-de-los-minerales-en-el-cultivo-de-las-plantas/>. Visitado en marzo 2017.
- Botello, N. 2012. Producción hidropónica de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) con tres soluciones nutritivas en el D-5 de la ciudad de el alto. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia.

- Bravo, J.; Perez, J. 2016. Evaluación del grado de sustitución de harina de avena (*Avena sativa*) y harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) para formular una galleta enriquecida. *Revista Ingeniería: Ingeniería, Ciencia, Tecnología e Innovación* VOL 3/Nº 2. Chiclayo-Perú.
- Caballero, A.; Maceda, W.; Miranda, R.; Bosque, H. 2015. Rendimiento y contenido de proteína de la quinua (*Chenopodium quinoa willd*), en cinco fases fenológicas, bajo cuatro niveles de incorporación de estiércol. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2 (1): 68-75.
- Calmet, A. 1994. Producción de amaranto (*Amaranthus caudatus*) como hortaliza de hoja y características morfológica de algunas especies del género *Amaranthus*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Cari, A. 1987. Absorción de nutrientes por tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) bajo cuatro niveles de fertilidad en un Mollisol del altiplano de Puno. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Chahua, J. 2007. Evaluación de cinco cultivares de espinaca (*Spinacea oleracea L.*) bajo cultivo orgánico. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Chirinos, R.; Pedreschi R.; Rogez, H.; Larondelle, Y. & Campos, D. 2013. Phenolic compound content and antioxidant activity in plants with nutritional and/or medicinal properties from the Peruvian Andean region. *Industrial Crops and Products* 47 (2013) 145 – 152.
- CODEX ALIMENTARIUS. 2017. Etiquetado de los Alimentos. Quinta edición. Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2011. La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Informe técnico elaborado por Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos). La Paz - Bolivia.
- FDA (Food and Drug Administration). 2009. Guía para la industria: Guía de etiquetado de alimentos. Apéndice F: Cálculo del porcentaje de valor diario (VD) para los nutrientes

- Flores, J. 2010. Tecnología productiva de la quinua. Ministerio de Agricultura y Riego. Primera edición. Pp 21. Lima-Perú.
- Gallardo, M.; Prado, F. y Gonzales, J. 1996. Efecto del NaCl sobre el contenido de betalaínas en *Chenopodium quinoa* Willd. En: XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Actas. 20-21 marzo. Mendoza, Argentina. Pp. 284-285.
- Gawlik-Dziki, U.; Swieca, M.; Sulkowski, M.; Dziki, D.; Baraniak, B. & Czyz, J. 2013. Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts – In vitro study. *Food and Chemical Toxicology*. Volumen 57, Pp 154-160. Julio 2013.
- Gómez, L. 2012. Manual del Cultivo de la Quinua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Primera Edición. pp 26-33. Lima – Perú.
- Halliwell, B.; Aeschbach, R.; Loliger, J. y Aruoma, O. 1995. The Characterization of antioxidants. *Food Chemistry and Toxicology*. Vol. 33. No 7. 601-617.
- Huaraca, P. 2010. Estudio investigativo de la espinaca, cultivo, producción, explotación, análisis de sus propiedades nutricionales y creación de nuevas recetas culinarias. Tesis para optar el título de Administrador Gastronómico. Universidad Tecnológica Equinocial. Quito-Ecuador.
- Huayapa, J. 1991. Evaluación de cuatro genotipos de kiwicha *Amaranthus caudatus* como cultivo hortícola y granífero. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2013. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – ENDES. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Depósito Legal N° 2014-06315. Disponible en: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1151/pdf/Libro.pdf. Visitado en enero 2016
- Jumbo, N. 2012. Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de un filtrante de cinco hierbas aromáticas y esteviosido (*Stevia rebaudiana* B.). Tesis para optar el Grado de Magister Scintiae en Tecnología de Alimentos.
- López-Mejía, O.; López-Malo, A. & Palou, E. 2013. Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypocondriacus* L.) seeds or leaves. *Industrial Crops and Products* 53 (2014) 55-59. México.
- Mamani, E.; Flores, J.; Pinto, M. y Rojas, W. 2012. Estado de la conservación in situ de la quinua Silvestre en el área circundante al Lago Titicaca, Bolivia.
- Martinez-Valverde, I.; Periago, M.; ROS, G. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 50:5-18.

- Miranda, R.; Huanca, M.; Mamani, P.; Aliaga, S.; Yucra E. y Garcia, M. 2013. Yield and nitrogen accumulation in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) produced with manure and supplemental irrigation.
- Monteros, C. y Jacobsen, S. 2001. Respuesta agronómica y fisiológica de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a temperaturas congelantes en tres estados fenológicos. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTO_FaoRIc/old/prior/seglim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro14/cap3.4.htm. Visitado en marzo 2016.
- Morón C., K. M. 2011. Estudio para la comercialización de hortalizas orgánicas en el departamento de Lima. Trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Agraria la Molina. Lima-Perú.
- Mujica, A. 1997. Cultivo de la quinua. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima-Perú.
- Mujica, A. y Canahua, A. 2001. Agronomía del cultivo de la quinua. En: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro. FAO. Oficina Regional para America Latina y el Caribe.
- Mujica, A. y Jacobsen, S. 2001. Importancia de los factores abióticos adversos en la agricultura andina. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRIc/old/prior/seglim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro14/cap3.1.htm. Visitado en marzo 2016.
- Muñoz, S.; Olza, J.; Gómez, C. 2010. Tratado de Nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos. Eds. A. Gill y M. Ruiz. 2ed. Madrid, ES, Médica Panamericana. Tomo II, p. 397-428.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1998. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. World Health Organization CH. 122 p.
- Ortiz, R. 2001. Insectos y plagas en quinua. Revista editada por el Centro Internacional de la Papa. pp 115-117. Lima-Perú.
- PAN (Programa Articulado Nutricional, Trujillo). 2014. Boletín Informativo Trujillo Informa.com. Mes septiembre 2014.
- Paz L. Jefferson. 2014. Elaboración y control de calidad de pan enriquecido con fibra de cutícula de tomate (*Solanum lycopersicum*) y espinaca (*Spinacia oleracea*). Tesis para optar el título de Bioquímico-Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.

- Peralta, E. 1985. La quinua. Un gran alimento y su utilización. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo No. 175. Estación Experimental "Santa Catalina". Ecuador.
- Perla, V.; Holm, D.; Jayanty, S. 2012. Effect of cooking methods on polyphenols, pigments and antioxidant activity in stored potato tubers. *LWT- Food Science and Technology* 45: 161-171.
- Pokorny, J.; Yanishiieva, N.; Gordon, M. 2001. Antioxidantes de los Alimentos. 2da ed. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2004. Promoción e Investigación de Productos Andinos. Conservación de recursos filogenético. *Revista Regional Altiplano*. La Paz-Bolivia.
- Puentes, N. 2006. Implementación de los cultivos de quinua en el municipio de Saboya-Boyaca. Escuela superior de administración pública. Especialización proyectos de desarrollo Bogotá D.C. Colombia. Disponible en: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/implementaci%C3%B3n%20de%20cultivos%20de%20quinua%20en%20el%20municipio%20de%20saboy%C3%A1%20boyac%C3%A1.pdf>. Visitado en marzo 2016.
- Quispe, H. y Jacobsen, S. 2001. Tolerancia a la salinidad en quinua. Revista editada por el Centro Internacional de la Papa (CIP). pp 181, 182. Lima – Perú.
- Ramírez, C.V.; Romero G., G.; Gómez P., J.J. 2016. Respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) en la sabana Norte de Bogotá. *Rev.udcaactual.divulg.cient.*, 19 (2): 325-332.
- Ramírez M., E.J. 2015. Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y arveja (*Pisum sativum*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Ramos, J. 2014. Manejo Agronómico en el cultivo de la quinua. Gobierno Regional de Ica. Dirección Regional Agraria Ica, Agencia Agraria Chincha. Lima. Perú.
- Repo-Carrasco, R. 1992. Cultivos Andinos y la Alimentación infantil. Investigaciones N°1. Servicio Editoriales Didi de Arteta S.A. Lima.
- Reynaga, A.; Quispe, M.; Calderon, I.; Huarachi, A. y Soto, J. 2010. Caracterización físico - química y nutricional de los 13 ecotipos de quinua real (*Chenopodium Quinoa Willd.*) del altiplano sur de Bolivia con fines agroindustriales y exportación. Facultad de Química Industrial UMSA.

- Rosas H., G. F. 2015. Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopium quinoa* Willd) bajo dos sistemas de cultivo en la Unión Leticia, Tarma. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Salazar H., S.A. 1994. Evaluación comparativa de la fenología de veinte genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones del Callejón de Huaylas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria La Molina. Lima – Perú.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2011. Manual de Observaciones Fenológicas. Perú. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>. Visitado en marzo 2016.
- SESAN (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional). 2013. Investigación sobre el cultivo de la quinua o quinoa *Chenopodium Quinoa*. Guatemala.
- Swieca, M.; Seczyk, L.; Gawlik-Dziki, U. & Dziki, D. 2014. Bread enriched with quinoa leaves – The influence of protein-phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality. *Food Chemistry* 162 (2014) 54-62.
- Tapia, M. 1979. Valor Nutritivo de la quinua y la kañihua. IICA. LME N° 40 pp 155.
- Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.
- Tobaru H., J. 2009. Determinación de la fenología y evaluación agronómica de seis cultivares de soya (*Glycinemax* (L) Merr). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Agrícola. Universidad Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Yapuchura, R. 2010. Estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) e inca muña (*Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kuntze). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos. Universidad Agraria La Molina. Lima - Perú.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, Y CONTENIDO DE MINERALES EN LAS CUATRO VARIEDADES DE LAS HOJAS DE QUINUA EN ESTUDIO

Cuadro 1: Contenido de humedad (%) durante semanas de recolección en cuatro variedades de hojas de quinua (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	88,43 \pm 0,00 ^g	87,06 \pm 0,01 ^e	85,59 \pm 0,01 ^d	89,86 \pm 0,02 ^f
2 ^{do} periodo	86,04 \pm 0,02 ^f	87,50 \pm 0,02 ^f	85,29 \pm 0,00 ^e	87,48 \pm 0,02 ^e
3 ^{er} periodo	85,43 \pm 0,02 ^e	86,33 \pm 0,01 ^d	84,99 \pm 0,02 ^c	86,71 \pm 0,01 ^d
4 ^{to} periodo	84,10 \pm 0,03 ^d	84,73 \pm 0,03 ^c	83,26 \pm 0,01 ^b	84,68 \pm 0,01 ^c
5 ^{to} periodo	83,56 \pm 0,02 ^c	82,13 \pm 0,02 ^a	83,18 \pm 0,00 ^a	84,70 \pm 0,03 ^c
6 ^{to} periodo	83,42 \pm 0,03 ^b	82,23 \pm 0,01 ^b		81,46 \pm 0,03 ^b
7 ^{mo} periodo	81,01 \pm 0,01 ^a			81,16 \pm 0,04 ^a

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de humedad en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 2: Contenido de materia seca (%) durante semanas de recolección en cuatro variedades de hojas de quinua (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	11,57 \pm 0,00 ^a	12,94 \pm 0,01 ^b	14,41 \pm 0,01 ^b	10,14 \pm 0,02 ^a
2 ^{do} periodo	13,96 \pm 0,02 ^b	12,50 \pm 0,02 ^a	14,71 \pm 0,00 ^a	12,52 \pm 0,02 ^b
3 ^{er} periodo	14,57 \pm 0,02 ^c	13,67 \pm 0,01 ^c	15,01 \pm 0,02 ^c	13,29 \pm 0,01 ^c
4 ^{to} periodo	15,90 \pm 0,03 ^d	15,27 \pm 0,03 ^d	16,74 \pm 0,01 ^d	15,32 \pm 0,01 ^d
5 ^{to} periodo	16,44 \pm 0,02 ^e	17,87 \pm 0,02 ^f	16,82 \pm 0,00 ^e	15,30 \pm 0,03 ^d
6 ^{to} periodo	16,58 \pm 0,03 ^f	17,77 \pm 0,01 ^e		18,54 \pm 0,03 ^e
7 ^{mo} periodo	18,99 \pm 0,01 ^g			18,84 \pm 0,04 ^f

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de materia seca en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 3: Contenido de proteína (%bs) durante semanas de recolección en cuatro variedades de hojas de quinua (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	28,68 \pm 0,19 ^{b,c}	34,20 \pm 0,54 ^d	32,26 \pm 0,33 ^c	34,90 \pm 0,60 ^{c,d}
2 ^{do} periodo	33,14 \pm 0,42 ^e	36,20 \pm 0,29 ^e	38,25 \pm 0,19 ^d	36,17 \pm 0,35 ^d
3 ^{er} periodo	36,00 \pm 0,15 ^f	36,93 \pm 0,12 ^e	32,06 \pm 0,20 ^d	42,44 \pm 0,23 ^e
4 ^{to} periodo	31,26 \pm 0,09 ^d	30,31 \pm 0,29 ^c	26,88 \pm 0,52 ^b	36,10 \pm 0,15 ^{c,d}
5 ^{to} periodo	29,36 \pm 0,74 ^c	29,26 \pm 0,01 ^b	25,51 \pm 0,25 ^a	34,79 \pm 0,11 ^c
6 ^{to} periodo	27,84 \pm 0,39 ^b	28,06 \pm 0,09 ^a		30,28 \pm 1,02 ^b
7 ^{mo} periodo	23,70 \pm 0,27 ^a			24,42 \pm 0,28 ^a

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de proteína en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 4. Contenido de grasa (%bs) durante semanas de recolección en cuatro variedades de hojas de quinua (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	2,02 \pm 0,07 ^a	2,04 \pm 0,07 ^a	2,53 \pm 0,10 ^a	2,04 \pm 0,11 ^a
2 ^{do} periodo	2,89 \pm 0,08 ^d	2,90 \pm 0,05 ^d	2,61 \pm 0,09 ^c	2,94 \pm 0,02 ^b
3 ^{er} periodo	2,30 \pm 0,11 ^{a,b}	3,43 \pm 0,06 ^e	3,34 \pm 0,07 ^d	3,14 \pm 0,09 ^{b,c}
4 ^{to} periodo	2,50 \pm 0,09 ^{b,c}	2,30 \pm 0,14 ^b	3,63 \pm 0,10 ^b	4,95 \pm 0,10 ^e
5 ^{to} periodo	2,63 \pm 0,14 ^{c,d}	2,94 \pm 0,04 ^d	2,53 \pm 0,16 ^c	3,29 \pm 0,12 ^{c,d}
6 ^{to} periodo	3,37 \pm 0,14 ^e	2,59 \pm 0,01 ^c		2,97 \pm 0,08 ^b
7 ^{mo} periodo	2,25 \pm 0,11 ^{a,b}			3,52 \pm 0,13 ^d

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de grasa en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 5. Contenido de fibra bruta (%bs) durante semanas de recolección en cuatro variedades de hojas de quinua (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	7,74 \pm 0,39 ^a	11,18 \pm 0,10 ^c	7,64 \pm 0,09 ^a	10,25 \pm 0,22 ^{b,c}
2 ^{do} periodo	8,96 \pm 0,28 ^b	9,26 \pm 0,02 ^c	9,01 \pm 0,19 ^b	8,31 \pm 1,71 ^{a,b}
3 ^{er} periodo	9,68 \pm 0,10 ^{b,c}	10,11 \pm 0,13 ^d	9,81 \pm 0,42 ^c	8,93 \pm 0,07 ^{a,b}
4 ^{to} periodo	10,26 \pm 0,61 ^c	8,86 \pm 0,30 ^b	9,97 \pm 0,21 ^c	7,11 \pm 0,23 ^a
5 ^{to} periodo	10,10 \pm 0,20 ^c	8,55 \pm 0,09 ^b	9,86 \pm 0,21 ^c	10,08 \pm 0,14 ^b
6 ^{to} periodo	10,35 \pm 0,06 ^c	7,71 \pm 0,03 ^a		7,90 \pm 0,51 ^a
7 ^{mo} periodo	10,26 \pm 0,18 ^c			12,14 \pm 0,44 ^c

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de fibra bruta en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 6. Contenido de ceniza (%bs) durante semanas de recolección en cuatro variedades de hojas de quinua (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	23,58 \pm 0,19 ^{b,c}	23,33 \pm 0,67 ^b	18,90 \pm 0,39 ^b	20,97 \pm 0,32 ^a
2 ^{do} periodo	28,08 \pm 0,44 ^c	22,98 \pm 0,22 ^b	22,58 \pm 0,21 ^b	23,80 \pm 0,32 ^d
3 ^{er} periodo	24,57 \pm 1,48 ^{b,c}	25,83 \pm 0,19 ^c	23,55 \pm 0,07 ^c	28,20 \pm 0,52 ^e
4 ^{to} periodo	21,34 \pm 3,28 ^{a,b}	23,40 \pm 0,33 ^b	24,57 \pm 0,10 ^b	23,84 \pm 0,26 ^d
5 ^{to} periodo	21,36 \pm 0,99 ^{a,b}	21,50 \pm 0,47 ^a	23,93 \pm 0,43 ^a	22,17 \pm 0,28 ^c
6 ^{to} periodo	19,85 \pm 1,01 ^{a,b}	20,84 \pm 0,08 ^a		21,60 \pm 0,27 ^{a,b}
7 ^{mo} periodo	18,01 \pm 2,64 ^a			20,98 \pm 0,10 ^a

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de ceniza en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 7. Contenido de carbohidratos (%bs) durante semanas de recolección en cuatro variedades de hojas de quinua (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	37,98 \pm 0,50 ^c	29,26 \pm 0,79 ^b	38,66 \pm 0,64 ^b	31,85 \pm 1,06 ^d
2 ^{do} periodo	26,93 \pm 1,08 ^a	28,64 \pm 0,37 ^b	27,54 \pm 0,31 ^b	28,77 \pm 2,03 ^{b,c}
3 ^{er} periodo	27,46 \pm 1,41 ^a	23,70 \pm 0,18 ^a	31,24 \pm 0,40 ^a	17,29 \pm 0,69 ^a
4 ^{to} periodo	34,64 \pm 3,17 ^b	35,13 \pm 0,38 ^c	34,95 \pm 0,29 ^c	28,00 \pm 0,17 ^b
5 ^{to} periodo	36,55 \pm 1,19 ^b	37,75 \pm 0,47 ^d	38,17 \pm 0,33 ^d	29,68 \pm 0,21 ^{b,c}
6 ^{to} periodo	38,58 \pm 0,79 ^c	40,80 \pm 0,03 ^e		37,25 \pm 1,86 ^e
7 ^{mo} periodo	45,78 \pm 2,77 ^d			38,94 \pm 0,53 ^e

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de carbohidratos en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 8. Contenido de compuestos fenólicos (mg AGE/g bs) durante periodos de recolección (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	58,24 \pm 2,39 ^{b,c}	60,38 \pm 1,13 ^b	58,00 \pm 0,63 ^b	47,78 \pm 1,27 ^a
2 ^{do} periodo	69,39 \pm 1,89 ^d	81,21 \pm 1,67 ^d	63,05 \pm 1,68 ^c	66,11 \pm 0,72 ^d
3 ^{er} periodo	61,10 \pm 2,04 ^c	69,85 \pm 1,02 ^c	60,61 \pm 2,00 ^{b,c}	63,51 \pm 2,32 ^{c,d}
4 ^{to} periodo	54,44 \pm 0,39 ^{a,b}	53,20 \pm 1,91 ^a	56,99 \pm 1,21 ^{a,b}	57,53 \pm 1,14 ^b
5 ^{to} periodo	67,45 \pm 1,25 ^d	61,93 \pm 0,07 ^b	53,72 \pm 1,52 ^a	64,02 \pm 0,89 ^{c,d}
6 ^{to} periodo	52,54 \pm 1,77 ^a	54,18 \pm 0,63 ^a		64,90 \pm 1,77 ^d
7 ^{mo} periodo	57,04 \pm 0,90 ^{a,b,c}			60,49 \pm 1,78 ^{b,c}

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de compuestos fenólicos en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 9: Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol TE/g bs}$) durante periodos de recolección (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	949,17 \pm 23,35 ^b	1056,95 \pm 17,91 ^b	920,52 \pm 73,67 ^{b,c}	841,88 \pm 18,69 ^a
2 ^{do} periodo	1126,69 \pm 20,86 ^c	1492,02 \pm 106,20 ^d	1010,77 \pm 116,98 ^b	945,77 \pm 36,90 ^b
3 ^{er} periodo	1088,40 \pm 30,76 ^c	1245,70 \pm 40,17 ^c	1042,18 \pm 36,74 ^{b,c}	929,52 \pm 28,49 ^{a,b}
4 ^{to} periodo	902,89 \pm 29,40 ^b	713,23 \pm 17,73 ^a	856,94 \pm 30,14 ^{a,b}	861,52 \pm 28,03 ^{a,b}
5 ^{to} periodo	1103,29 \pm 18,17 ^c	1103,82 \pm 98,89 ^{b,c}	719,13 \pm 31,45 ^a	921,74 \pm 51,17 ^{a,b}
6 ^{to} periodo	699,65 \pm 32,29 ^a	732,74 \pm 41,83 ^a		920,93 \pm 24,80 ^{a,b}
7 ^{mo} periodo	937,84 \pm 10,25 ^b			887,77 \pm 33,16 ^{a,b}

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en la capacidad antioxidante en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 10: Contenido de Potasio (mg/100g bs) durante periodos de recolección (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	6553,22 \pm 2,77 ^f	6052,88 \pm 3,21 ^f	5379,15 \pm 3,37 ^a	8738,11 \pm 21,55 ^g
2 ^{do} periodo	6312 \pm 8,17 ^e	4461,34 \pm 5,90 ^a	5500,90 \pm 1,75 ^b	7128,22 \pm 13,86 ^f
3 ^{er} periodo	5539,15 \pm 8,77 ^c	5338,47 \pm 5,29 ^d	5842,22 \pm 9,67 ^d	5463,29 \pm 5,37 ^c
4 ^{to} periodo	4486,89 \pm 8,41 ^a	5179,40 \pm 11,82 ^c	5530,93 \pm 2,92 ^c	6415,57 \pm 5,98 ^e
5 ^{to} periodo	6827,69 \pm 7,85 ^g	4800,49 \pm 4,43 ^b	5529,56 \pm 1,15 ^c	4564,38 \pm 7,64 ^a
6 ^{to} periodo	4745,77 \pm 7,32 ^b	5390,47 \pm 4,45 ^e		5165,29 \pm 7,43 ^b
7 ^{mo} periodo	5566,26 \pm 4,10 ^d			5543,68 \pm 10,50 ^d

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de potasio en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 11: Contenido de Calcio (mg/100g bs) durante periodos de recolección (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1 ^{er} Periodo	1881,41 \pm 0,80 ^d	1879,58 \pm 1,00 ^d	1211,61 \pm 0,76 ^b	1897,72 \pm 4,68 ^f
2 ^{do} periodo	1607,86 \pm 2,08 ^c	1784,54 \pm 2,36 ^c	1184,81 \pm 0,38 ^a	1620,05 \pm 3,15 ^d
3 ^{er} periodo	1540,41 \pm 2,44 ^b	1695,10 \pm 1,68 ^b	1364,91 \pm 2,26 ^c	1376,75 \pm 1,35 ^a
4 ^{to} periodo	2300,44 \pm 4,31 ^e	1698,68 \pm 3,88 ^b	2146,43 \pm 1,13 ^e	1479,72 \pm 1,38 ^b
5 ^{to} periodo	1453,37 \pm 1,67 ^a	1671,97 \pm 1,54 ^a	1798,28 \pm 0,37 ^d	2046,65 \pm 3,43 ^g
6 ^{to} periodo	3637,92 \pm 5,61 ^g	3088,12 \pm 2,55 ^e		1543,30 \pm 2,22 ^c
7 ^{mo} periodo	2983,48 \pm 2,20 ^f			1863,75 \pm 3,53 ^e

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de calcio en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 12: Contenido de Magnesio (mg/100g bs) durante periodos de recolección (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1^{er} Periodo	866,72 \pm 0,37 ^g	892,00 \pm 0,47 ^c	866,93 \pm 0,54 ^d	879,17 \pm 2,17 ^g
2^{do} periodo	776,95 \pm 1,01 ^f	980,39 \pm 1,30 ^d	973,24 \pm 0,31 ^e	842,43 \pm 1,64 ^f
3^{er} periodo	622,49 \pm 0,99 ^e	1001,65 \pm 0,99 ^e	734,15 \pm 1,21 ^c	721,15 \pm 0,71 ^e
4^{to} periodo	421,61 \pm 0,79 ^c	740,36 \pm 1,69 ^a	403,29 \pm 0,21 ^b	693,29 \pm 0,65 ^d
5^{to} periodo	585,53 \pm 0,67 ^d	1015,49 \pm 0,94 ^f	382,70 \pm 0,08 ^a	381,76 \pm 0,64 ^b
6^{to} periodo	335,15 \pm 0,52 ^a	839,95 \pm 0,69 ^b		391,37 \pm 0,56 ^c
7^{mo} periodo	337,86 \pm 0,25 ^b			346,17 \pm 0,66 ^a

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de magnesio en el periodo de recolección de cada variedad.

Cuadro 13: Contenido de Sodio (mg/100g bs) durante periodos de recolección (promedio \pm SD, n=3)

Variedad	Blanca Junín	Pasankalla	Salcedo	Blanca Criolla
1^{er} Periodo	95,13 \pm 0,04 ^g	53,10 \pm 0,03 ^e	31,33 \pm 0,02 ^b	64,33 \pm 0,16 ^f
2^{do} periodo	32,37 \pm 0,04 ^c	33,05 \pm 0,04 ^b	31,74 \pm 0,01 ^c	32,40 \pm 0,06 ^b
3^{er} periodo	21,10 \pm 0,03 ^b	33,02 \pm 0,03 ^b	31,02 \pm 0,05 ^a	32,78 \pm 0,03 ^c
4^{to} periodo	42,68 \pm 0,08 ^e	48,53 \pm 0,11 ^d	52,15 \pm 0,03 ^d	20,70 \pm 0,02 ^a
5^{to} periodo	20,91 \pm 0,02 ^a	30,77 \pm 0,03 ^a	67,10 \pm 0,01 ^e	35,67 \pm 0,06 ^d
6^{to} periodo	37,94 \pm 0,06 ^d	42,82 \pm 0,04 ^c		45,40 \pm 0,07 ^e
7^{mo} periodo	50,31 \pm 0,04 ^f			64,92 \pm 0,12 ^g

Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas en el contenido de sodio en el periodo de recolección de cada variedad.

ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CURVA ESTÁNDAR DE ÁCIDO GÁLICO

Los compuestos fenólicos totales se cuantificaron por el método de Singleton y Rossi (1965) procedimiento descrito por Yapuchura (2010). Se realizó una extracción de los componentes fenólicos con metanol, después de separarlo por centrifugación, el sobrenadante se le hace reaccionar con el reactivo de Folin-Ciocalteu y carbonato de sodio. Se determinó espectrofotométricamente a una absorbancia de 765 nm en base a una recta patrón de ácido gálico.

EQUIPOS

Centrifuga

Licuada/Homogenizador

Refrigeradora/Congeladora

Espectrofotómetro

REACTIVOS

Metanol

0.25N Folin-Ciocalteu

1N Na₂CO₃

PROCEDIMIENTO

1. Se licuó 5 g de materia prima con 25 mL de metanol 95% (solvente) hasta obtener una consistencia uniforme (1/2-1 minuto).
2. Se colocó la mezcla dentro de un tubo cónico protegido de la luz y se dejó macerar por 20 horas a 3-4°C.
3. Antes de tomar una alícuota para el análisis, se centrifugó la muestra a 15000 RPM por 20 minutos.
4. Con una pipeta se tomó 0.5 mL de sobrenadante y se le añadió 8 mL de agua doble destilada. Al mismo tiempo se preparó un blanco con 0,5 mL de metanol. El sobrenadante se puede guardar a -20°C para análisis posteriores.
5. Seguidamente se le adicionó 0.5 mL del reactivo de folin-ciocalteu 0.25N, se agitó en vortex y se dejó reaccionar por 3 minutos.

6. Luego se añadió 1 mL de 1N Na₂CO₃, se agitó en vortex y se dejó reaccionar por 10 minutos.
7. A continuación se centrifugó a 15000 RPM por 20 minutos.
8. Se llevó el espectrofotómetro a cero con metanol 95%.
9. En algunos casos, se golpeó suavemente la cubeta para eliminar las burbujas y se procedió a tomar la lectura en el espectrofotómetro a 755 nm.
10. Si la lectura de la absorbancia estuvo por encima de 0,6; se puede diluir el extracto de la muestra a un factor conveniente y repetir el ensayo de nuevo (paso 4). Por ejemplo a 0,2 mL de muestra se le añade 0,3 mL de solvente hasta formar un total de 0,5 mL.
11. Se repitieron las lecturas a través del tiempo, cada 30 minutos hasta que se observó que no habían cambios significativos en la absorbancia.
12. Se estimó la cantidad de compuestos fenólicos, usando curva estándar de ácido clorogénico.

Ácido clorogénico Equivalente = $(a + bx)$ (mL del extracto total/g muestra) (0,5 mL de muestra reactante/mL extracto de muestra)(100)

Siendo:

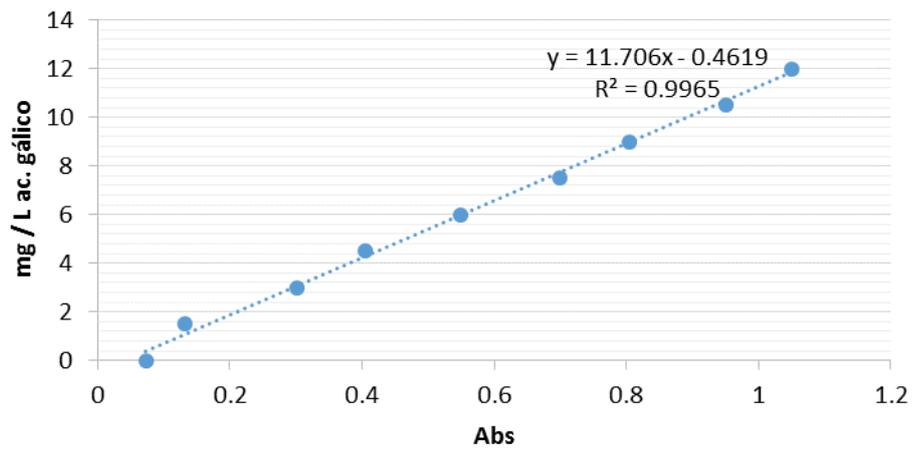
Ácido clorogénico Equivalente = mg Ácido clorogénico Equivalente / 100 g de tejido

a) El término extracto total, hace referencia a los mL de solvente + mL de muestra (donde, 1 g de muestra = 1 mL de muestra, asumiendo la densidad a 1).

b) El término (0,5 mL de muestra reactante/mL extracto de muestra) es el factor de dilución. Por ejemplo, si usamos 0,5 mL de la muestra de extracto en el análisis entonces la proporción sería 0,50/0,50. Sin embargo, si 150 µL del extracto de la muestra aumenta la absorbancia por encima de 0,6; entonces se puede usar 0,2 mL del extracto simple más 0,3 mL del solvente, dando una proporción de 0,5/0,2, entonces el factor de dilución es 2,5.

c) El término $a + bX$ viene de la curva estándar.

Curva standar de Ac. Gálico a 765 nm



ANEXO 3: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CURVA ESTÁNDAR DE TROLOX

Se desarrolló el método adaptado por Arnao (2001) el cual se basa en la cuantificación espectrofotométrica de la reducción de un radical estable pre-formado (ABTS, (2,2'-azino-di-(3-ethyl benzthiazoline-6-sulphonic acid)) en medio alcohólico (metanol). Conociendo la concentración inicial de dicho radical se puede estimar la concentración final luego de la reacción y, a partir de ésta, estimar la capacidad antioxidante del extracto.

EQUIPOS

Centrifuga

Licuada/Homogenizador

Refrigeradora/Congeladora

Espectrofotómetro

REACTIVOS

ABTS, (2,2'-azino-di-(3-ethyl benzthiazoline-6-sulphonic acid))

Metanol

PROCEDIMIENTO

1. Se licuó 5 g de materia prima con 25 mL de metanol (solvente) hasta obtener una consistencia uniforme (1/2-1 minuto).
2. Se colocó la mezcla dentro de un tubo cónico protegido de la luz y se dejó macerar por 20 horas a 3-4°C.
3. Antes de tomar una alícuota para el análisis, se centrifugó la muestra a 15000 RPM por 20 minutos.
4. Con una pipeta se tomó alícuotas del sobrenadante y se transfirió a tubos Eppendorf. Estos extractos se utilizaron para medir la capacidad antioxidante hidrofílica. El sobrenadante se puede guardar a -20°C para análisis posteriores.

5. Se llevó el espectrofotómetro a cero con metanol.
6. Se aseguró una absorbancia inicial a 734 nm de la solución diluida de ABTS que debe estar alrededor de $1,1 \pm 0,02$.
7. Con una micropipeta se añadió una alícuota de 150 μL de la muestra con 2850 μL de solución diluida de ABTS dentro de una vial de plástico limpio, se corrió un blanco con 150 μL del solvente puro (de acuerdo a la solución de extracción) hasta obtener un factor de corrección.
8. Se dejó que la muestra y el ABTS reaccionaran en un agitador en la oscuridad y con los viales cerrados, a temperatura ambiente por 30 minutos.
9. En diferentes intervalos de tiempo (15 minutos) se transfirió la solución a una cubeta de vidrio limpia. En algunos casos, se golpeó suavemente la cubeta para eliminar las burbujas y se procedió a tomar la lectura en el espectrofotómetro a 734 nm.
10. Se repitieron las lecturas a través del tiempo hasta que se observó que no habían cambios significativos en la absorbancia. El punto final de la absorbancia fue usado para calcular la actividad antioxidante.
11. Si la lectura de la absorbancia (paso 9) estuvo por debajo de 0,1; se puede diluir el extracto de la muestra a un factor conveniente y repetir el ensayo de nuevo (paso 7). Por ejemplo 50 μL de muestra es añadida a 100 μL de solvente hasta formar un total de 150 μL .
12. Se calculó la disminución de la absorbancia debido a los antioxidantes como sigue:

$$\Delta\text{ABTS} = \text{ABTS}_d - (A_{734\text{ nm}})_{\text{muestra}}$$

ΔABTS es la disminución en la absorbancia debido solo al antioxidante

ABTS_d es la absorbancia del ABTS debido al efecto de la dilución con 150 μL del solvente.

13. Se estimó la actividad antioxidante hidrofílica como equivalente de Trolox usando la respectiva curva estándar. El trolox es una sustancia hidrosoluble análoga de la vitamina E (6-hydroxi-2,5,7,8-tetramethylcroman-2-ácido carboxílico).

Trolox Eq. = $(a + bx) * (0,25)$ (mL del extracto total/g muestra) (150 μL de muestra reactante 1 μL extracto de muestra)

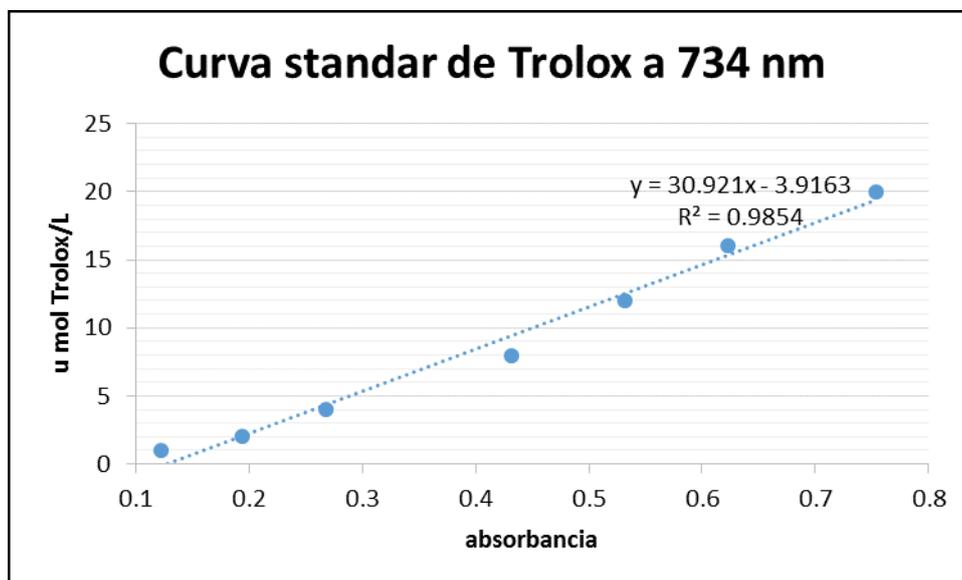
Trolox Eq. = μg Equivalente Trolox / g tejido

a) 0,25 es usado para expresar Trolox en unidades de μg . Es obtenido a partir del peso molecular del Trolox. Por ejemplo $0,25 \mu\text{g}$ Trolox = 1 micromolar Trolox.

b) El término $(150 \mu\text{L de muestra reactante}/\mu\text{L extracto de muestra})$ es el factor de dilución. Por ejemplo, si usamos $150 \mu\text{L}$ de la muestra de extracto en el análisis entonces la proporción sería $150/150$. Sin embargo, si $150 \mu\text{L}$ del extracto de la muestra disminuye la absorbancia por debajo de 0,1; entonces se puede usar $50 \mu\text{L}$ del extracto simple más $100 \mu\text{L}$ del solvente, dando una proporción de $150/50$, entonces el factor de dilución es 3.

c) El término extracto total se refiere a los mL del solvente + mL de la muestra (donde, $1 \text{ g de muestra} = 1 \text{ mL de muestra}$, asumiendo la densidad a 1)

El término $a + bX$ viene de la curva estándar.



**ANEXO 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO
DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE
LA VARIEDAD JUNÍN**

4.1 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de humedad.

Variable dependiente: Humedad

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Humedad (bh) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	98,9555	6	16,4926	36845,14	0,0000
Intra grupos	0,00626667	14	0,000447619		
Total (Corr.)	98,9618	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (bh) por Periodo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	3	81,0133	X
6	3	83,42	X
5	3	83,56	X
4	3	84,0967	X
3	3	85,4267	X
2	3	86,04	X
1	3	88,4267	X

4.2 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de materia seca.

Variable dependiente: Materia Seca

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Materia Seca (gramos) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	98,8613	6	16,4769	35671,59	0,0000
Intra grupos	0,00646667	14	0,000461905		
Total (Corr.)	98,8677	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Materia Seca (gramos) por Periodo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	11,5767	X
2	3	13,96	X
3	3	14,5767	X
4	3	15,9033	X
5	3	16,44	X
6	3	16,58	X
7	3	18,9867	X

4.3 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de proteína (bs).

Variable dependiente: Proteína (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Proteína (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	282,048	6	47,0079	327,06	0,0000
Intra grupos	2,0122	14	0,143729		
Total (Corr.)	284,06	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	3	23,7	X
6	3	27,8433	X
1	3	28,68	XX
5	3	29,3633	X
4	3	31,2667	X
2	3	33,15	X
3	3	36,0	X

4.4 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de grasa (bs).

Variable dependiente: Grasa (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Grasa (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3,73216	6	0,622027	52,76	0,0000
Intra grupos	0,165067	14	0,0117905		
Total (Corr.)	3,89723	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa (bs) por Periodo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	2,02	X
7	3	2,24667	XX
3	3	2,3	XX
4	3	2,5	XX
5	3	2,63333	XX
2	3	2,89333	X
6	3	3,37667	X

4.5 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de fibra bruta (bs)

Variable dependiente: Fibra (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Fibra bruta (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	16,6321	6	2,77202	28,35	0,0000
Intra grupos	1,369	14	0,0977857		
Total (Corr.)	18,0011	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra bruta (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	7,74667	X
2	3	8,96667	X
3	3	9,68333	XX
5	3	10,1033	X
4	3	10,26	X
7	3	10,2667	X
6	3	10,3567	X

4.6 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de ceniza (bs).

Variable dependiente: Ceniza (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Ceniza (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	198,9	6	33,15	10,49	0,0002
Intra grupos	44,2283	14	3,15917		
Total (Corr.)	243,128	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Ceniza (bs) por Periodo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	3	18,0167	X
6	3	19,8533	XX
4	3	21,34	XX
5	3	21,3667	XX
1	3	23,5833	XX
3	3	24,57	XX
2	3	28,0833	X

4.7 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de carbohidratos (bs).

Variable dependiente: Carbohidratos (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Carbohidratos (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	783,841	6	130,64	39,41	0,0000
Intra grupos	46,4033	14	3,31452		
Total (Corr.)	830,244	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Carbohidratos (bs) por Periodo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	3	26,9133	X
3	3	27,4467	X
4	3	34,6333	X
5	3	36,5367	X

1	3	37,97	X
6	3	38,57	X
7	3	45,7667	X

4.8 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de compuestos fenólicos (mg AGE/ g bs).

Variable dependiente: Compuestos fenólicos (mg AGE/g bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Comp,Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	730,837	6	121,806	44,59	0,0000
Intra grupos	38,2425	14	2,7316		
Total (Corr.)	769,079	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Comp.Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
6	3	52,5333	X
4	3	54,4367	XX
7	3	57,0367	XXX
1	3	58,2467	XX
3	3	61,1067	X
5	3	67,4567	X
2	3	69,3933	X

4.9 Efecto del periodo de desarrollo sobre la capacidad antioxidantes (umol TE/ g bs).

Variable dependiente: Capacidad antioxidante

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Cap, Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	406047,	6	67674,6	110,98	0,0000
Intra grupos	8537,39	14	609,813		
Total (Corr.)	414585,	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Cap. Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
6	3	699,653	X
4	3	902,887	X
7	3	937,833	X
1	3	949,167	X
3	3	1088,4	X
5	3	1103,29	X
2	3	1126,69	X

4.10 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de potasio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de potasio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,43958E7	6	2,39929E6	47423,46	0,0000
Intra grupos	708,301	14	50,5929		
Total (Corr.)	1,43965E7	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	4486,89	X
6	3	4745,77	X
3	3	5539,15	X
7	3	5566,26	X
2	3	6312,73	X
1	3	6553,22	X
5	3	6827,69	X

4.11 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de calcio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de calcio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1,24085E7	6	2,06809E6	211005,43	0,0000
Intra grupos	137,216	14	9,80113		
Total (Corr.)	1,24087E7	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	1453,37	X
3	3	1540,41	X
2	3	1607,86	X
1	3	1881,41	X
4	3	2300,44	X
7	3	2983,48	X
6	3	3637,92	X

4.12 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de magnesio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de magnesio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	793973,	6	132329,	263198,77	0,0000
Intra grupos	7,0388	14	0,502771		
Total (Corr.)	793980,	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	3	335,15	X
7	3	337,86	X
4	3	421,61	X
5	3	585,53	X
3	3	622,493	X
2	3	776,953	X
1	3	866,717	X

4.13 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de sodio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de sodio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	11631,3	6	1938,55	860666,06	0,0000
Intra grupos	0,0315333	14	0,00225238		
Total (Corr.)	11631,3	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	20,9133	X
3	3	21,1	X
2	3	32,37	X
6	3	37,9367	X
4	3	42,68	X
7	3	50,31	X
1	3	95,13	X

**ANEXO 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO
DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE
LA VARIEDAD PASANKALLA**

5.1 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de humedad.

Variable dependiente: Humedad

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Humedad (bh) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	84,6494	5	16,9299	38574,43	0,0000
Intra grupos	0,00526667	12	0,000438889		
Total (Corr.)	84,6547	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (bh) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	82,1333	X
6	3	82,23	X
4	3	84,7333	X
3	3	86,3333	X
1	3	87,06	X
2	3	87,4967	X

5.2 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de materia seca.

Variable dependiente: Materia Seca

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Materia Seca (gramos) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	84,6494	5	16,9299	38574,43	0,0000
Intra grupos	0,00526667	12	0,000438889		
Total (Corr.)	84,6547	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Materia Seca (gramos) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	3	12,5033	X
1	3	12,94	X
3	3	13,6667	X
4	3	15,2667	X
6	3	17,77	X
5	3	17,8667	X

5.3 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de proteína (bs).

Variable dependiente: Proteína (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Proteína (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	213,517	5	42,7033	529,96	0,0000
Intra grupos	0,966933	12	0,0805778		
Total (Corr.)	214,484	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	3	28,0633	X
5	3	29,2667	X
4	3	30,3133	X
1	3	34,2067	X
2	3	36,2033	X
3	3	36,93	X

5.4 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de grasa (bs).

Variable dependiente: Grasa (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Grasa (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3,72749	5	0,745499	139,20	0,0000
Intra grupos	0,0642667	12	0,00535556		
Total (Corr.)	3,79176	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	2,04333	X
4	3	2,30333	X
6	3	2,59	X
2	3	2,9	X
5	3	2,94333	X
3	3	3,43667	X

5.5 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de fibra bruta (bs).

Variable dependiente: Fibra (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Fibra bruta (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	22,4133	5	4,48265	223,39	0,0000
Intra grupos	0,2408	12	0,0200667		
Total (Corr.)	22,6541	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra bruta (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	3	7,71	X
5	3	8,55333	X
4	3	8,86333	X
2	3	9,27	X
3	3	10,1133	X
1	3	11,18	X

5.6 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de ceniza (bs).

Variable dependiente: Ceniza (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Ceniza (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	45,7492	5	9,14985	63,81	0,0000
Intra grupos	1,7208	12	0,1434		
Total (Corr.)	47,47	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Ceniza (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
6	3	20,8433	X
5	3	21,4967	X
2	3	22,99	X
1	3	23,33	X
4	3	23,4067	X
3	3	25,84	X

5.7 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de carbohidratos (bs).

Variable dependiente: Carbohidratos (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Carbohidratos (bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	618,523	5	123,705	646,11	0,0000
Intra grupos	2,29753	12	0,191461		
Total (Corr.)	620,821	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Carbohidratos (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	23,6867	X
2	3	28,6467	X
1	3	29,24	X
4	3	35,1133	X
5	3	37,7367	X
6	3	40,7933	X

5.8 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de compuestos fenólicos (mg AGE/ g bs).

Variable dependiente: Compuestos fenólicos (mg AGE/g bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Comp,Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1677,04	5	335,408	219,65	0,0000
Intra grupos	18,3243	12	1,52703		
Total (Corr.)	1695,37	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Comp.Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	53.2033	X
6	3	54.1767	X
1	3	60.3767	X
5	3	61.9267	X
3	3	69.85	X
2	3	81.2067	X

5.9 Efecto del periodo de desarrollo sobre la capacidad antioxidantes (umol TE/ g bs).

Variable dependiente: Capacidad antioxidante

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para Cap, Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,35111E6	5	270222,	64,71	0,0000
Intra grupos	50111,7	12	4175,97		
Total (Corr.)	1,40122E6	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para Cap. Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	713,227	X
6	3	732,74	X
1	3	1056,95	X
5	3	1103,82	XX
3	3	1245,7	X
2	3	1492,03	X

5.10 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de potasio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de potasio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,46525E6	5	893051,	21255,98	0,0000
Intra grupos	504,169	12	42,0141		
Total (Corr.)	4,46576E6	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2	3	4461,34	X
5	3	4800,49	X
4	3	5179,41	X
3	3	5338,47	X
6	3	5390,47	X
1	3	6052,88	X

5.11 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de calcio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de calcio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,59234E6	5	918468,	165629,99	0,0000
Intra grupos	66,5436	12	5,5453		
Total (Corr.)	4,59241E6	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	3	1671,97	X
3	3	1695,1	X
4	3	1698,68	X
2	3	1784,54	X
1	3	1879,58	X
6	3	3088,12	X

5.12 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de magnesio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de magnesio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	175425,	5	35085,0	29626,38	0,0000
Intra grupos	14,211	12	1,18425		
Total (Corr.)	175439,	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	3	740,36	X
6	3	839,953	X
1	3	892,003	X
2	3	980,393	X
3	3	1001,65	X
5	3	1015,49	X

5.13 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de sodio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de sodio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 6

Tabla ANOVA para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1302,72	5	260,545	87824,03	0,0000
Intra grupos	0,0356	12	0,00296667		
Total (Corr.)	1302,76	17			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	30,77	X
3	3	33,02	X
2	3	33,0467	X
6	3	42,8233	X
4	3	48,53	X
1	3	53,0967	X

**ANEXO 6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO
DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE
LA VARIEDAD SALCEDO**

6.1 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de humedad.

Variable dependiente: Humedad

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Humedad (bh) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	57,0713	4	14,2678	30573,91	0,0000
Intra grupos	0,00466667	10	0,000466667		
Total (Corr.)	57,076	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (bh) por Periodo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	82,1333	X
4	3	84,7333	X
3	3	86,3333	X
1	3	87,06	X
2	3	87,4967	X

6.2 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de materia seca.

Variable dependiente: Materia Seca

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Materia Seca (gramos) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	57,0713	4	14,2678	30573,91	0,0000
Intra grupos	0,00466667	10	0,000466667		
Total (Corr.)	57,076	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Materia Seca (gramos) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	3	12,5033	X
1	3	12,94	X
3	3	13,6667	X

4	3	15,2667	X
5	3	17,8667	X

6.3 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de proteína (bs).

Variable dependiente: Proteína (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Proteína (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	142,743	4	35,6857	376,25	0,0000
Intra grupos	0,948467	10	0,0948467		
Total (Corr.)	143,691	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	29,2667	X
4	3	30,3133	X
1	3	34,2067	X
2	3	36,2033	X
3	3	36,93	X

6.4 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de grasa (bs).

Variable dependiente: Grasa (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Grasa (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3,68171	4	0,920427	143,67	0,0000
Intra grupos	0,0640667	10	0,00640667		
Total (Corr.)	3,74577	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	2,04333	X
4	3	2,30333	X
2	3	2,9	X

5	3	2,94333	X
3	3	3,43667	X

6.5 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de fibra bruta (bs).

Variable dependiente: Fibra (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Fibra bruta (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	11,5627	4	2,89068	46,57	0,0000
Intra grupos	0,620667	10	0,0620667		
Total (Corr.)	12,1834	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra bruta (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	7,64667	X
2	3	9,01667	X
3	3	9,81667	X
5	3	9,86333	X
4	3	9,98	X

6.6 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de ceniza (bs).

Variable dependiente: Ceniza (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Ceniza (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	29,2456	4	7,31139	42,81	0,0000
Intra grupos	1,70773	10	0,170773		
Total (Corr.)	30,9533	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Ceniza (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	21,4967	X
2	3	22,99	X
1	3	23,33	X

4	3	23,4067	X
3	3	25,84	X

6.7 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de carbohidratos (bs).

Variable dependiente: Carbohidratos (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Carbohidratos (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	373,069	4	93,2672	406,38	0,0000
Intra grupos	2,29507	10	0,229507		
Total (Corr.)	375,364	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Carbohidratos (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	3	23,6867	X
2	3	28,6467	X
1	3	29,24	X
4	3	35,1133	X
5	3	37,7367	X

6.8 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de compuestos fenólicos (mg AGE/ g bs).

Variable dependiente: Compuestos fenólicos (mg AGE/g bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Comp.Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	151,537	4	37,8842	17,18	0,0002
Intra grupos	22,0468	10	2,20468		
Total (Corr.)	173,584	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Comp.Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	53,72	X
4	3	56,9867	XX
1	3	57,9967	X

3	3	60,61	XX
2	3	63,0467	X

6.9 Efecto del periodo de desarrollo sobre la capacidad antioxidantes (umol TE/ g bs).

Variable dependiente: Capacidad antioxidante

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Cap, Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	200943,	4	50235,8	11,23	0,0010
Intra grupos	44717,0	10	4471,7		
Total (Corr,)	245660,	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Cap. Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	719,133	X
4	3	856,94	XX
1	3	920,52	XX
3	3	1010,77	XX
2	3	1042,17	X

6.10 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de potasio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de potasio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	352676,	4	88168,9	3745,96	0,0000
Intra grupos	235,37	10	23,537		
Total (Corr,)	352911,	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	5379,15	X
2	3	5500,9	X
5	3	5529,56	X
4	3	5530,93	X
3	3	5842,22	X

6.11 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de calcio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de calcio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,09735E6	4	524338,	361753,55	0,0000
Intra grupos	14,4943	10	1,44943		
Total (Corr.)	2,09737E6	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2	3	1184,81	X
1	3	1211,61	X
3	3	1364,91	X
5	3	1798,28	X
4	3	2146,43	X

6.12 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de magnesio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de magnesio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	865506,	4	216377,	565394,59	0,0000
Intra grupos	3,827	10	0,3827		
Total (Corr.)	865510,	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	3	382,7	X
4	3	403,293	X
3	3	734,153	X
1	3	866,93	X
2	3	973,237	X

6.13 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de sodio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de sodio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 15

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3211,89	4	802,972	1085096,76	0,0000
Intra grupos	0,0074	10	0,00074		
Total (Corr.)	3211,89	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	3	31,02	X
1	3	31,3333	X
2	3	31,74	X
4	3	52,1533	X
5	3	67,1033	X

**ANEXO 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO
DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE LAS HOJAS DE QUINUA DE
LA VARIEDAD CRIOLLA**

7.1 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de humedad.

Variable dependiente: Humedad
Factor: Periodo
Número de observaciones: 21
Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Humedad (bh) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	180,218	6	30,0363	43803,01	0,0000
Intra grupos	0,0096	14	0,000685714		
Total (Corr.)	180,228	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (bh) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	3	81,1567	X
6	3	81,46	X
4	3	84,6733	X
5	3	84,7033	X
3	3	86,7067	X
2	3	87,4833	X
1	3	89,8633	X

7.2 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de materia seca.

Variable dependiente: Materia Seca
Factor: Periodo
Número de observaciones: 21
Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Materia Seca (gramos) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	180,325	6	30,0542	45734,63	0,0000
Intra grupos	0,0092	14	0,000657143		
Total (Corr.)	180,334	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Materia Seca (gramos) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	10,1367	X
2	3	12,52	X
3	3	13,2933	X
5	3	15,2967	X
4	3	15,3267	X
6	3	18,5433	X
7	3	18,8467	X

7.3 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de proteína (bs).

Variable dependiente: Proteína (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Proteína (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	561,392	6	93,5653	386,94	0,0000
Intra grupos	3,38533	14	0,24181		
Total (Corr.)	564,777	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	3	24,4267	X
6	3	30,2833	X
5	3	34,79	X
1	3	34,9033	XX
4	3	36,1067	XX
2	3	36,1767	X
3	3	42,44	X

7.4 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de grasa (bs).

Variable dependiente: Grasa (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Grasa (bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	13,8007	6	2,30012	234,82	0,0000
Intra grupos	0,137133	14	0,00979524		
Total (Corr.)	13,9378	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	2,04333	X
2	3	2,94667	X
6	3	2,97333	X
3	3	3,14333	XX
5	3	3,29	XX
7	3	3,52333	X
4	3	4,95	X

7.5 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de fibra bruta (bs).

Variable dependiente: Fibra (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Fibra bruta (bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	52,0532	6	8,67553	17,23	0,0000
Intra grupos	7,0478	14	0,503414		
Total (Corr.)	59,101	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra bruta (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	7,12	X
6	3	7,90667	X
2	3	8,32	XX
3	3	8,93667	XX
5	3	10,0833	X
1	3	10,25	XX
7	3	12,14	X

7.6 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de ceniza (bs).

Variable dependiente: Ceniza (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Ceniza (bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	117,548	6	19,5913	196,38	0,0000
Intra grupos	1,39667	14	0,0997619		
Total (Corr.)	118,944	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Ceniza (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	20,97	X
7	3	20,9867	X
6	3	21,6067	XX
5	3	22,17	X
2	3	23,8	X
4	3	23,8433	X
3	3	28,2033	X

7.7 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de carbohidratos (bs).

Variable dependiente: Carbohidratos (bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Carbohidratos (bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	908,081	6	151,347	111,60	0,0000
Intra grupos	18,9861	14	1,35615		
Total (Corr.)	927,067	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Carbohidratos (bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	17,2767	X
4	3	27,9833	X
2	3	28,75	XX
5	3	29,67	XX
1	3	31,8333	X
6	3	37,2367	X
7	3	38,93	X

7.8 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de compuestos fenólicos (mg AGE/ g bs).

Variable dependiente: Compuestos fenólicos (mg AGE/g bs)

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Comp.Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	728,561	6	121,427	53,42	0,0000
Intra grupos	31,8201	14	2,27286		
Total (Corr.)	760,381	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Comp.Fenólicos (mg AGE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	47,78	X
4	3	57,53	X
7	3	60,4933	XX
3	3	63,51	XX
5	3	64,0267	XX
6	3	64,8967	X
2	3	66,1133	X

7.9 Efecto del periodo de desarrollo sobre la capacidad antioxidantes (umol TE/ g bs).

Variable dependiente: Capacidad antioxidante

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para Cap, Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	26616,5	6	4436,09	4,06	0,0144
Intra grupos	15280,8	14	1091,49		
Total (Corr.)	41897,4	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para Cap. Antioxidante (umol TE/g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	841,88	X
4	3	861,527	XX
7	3	887,77	XX
6	3	920,93	XX
5	3	921,737	XX

3	3	929,517	XX
2	3	945,767	X

7.10 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de potasio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de potasio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3,61458E7	6	6,0243E6	44647,55	0,0000
Intra grupos	1889,02	14	134,93		
Total (Corr.)	3,61477E7	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg K (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	4564,39	X
6	3	5165,29	X
3	3	5463,29	X
7	3	5543,68	X
4	3	6415,56	X
2	3	7128,22	X
1	3	8738,11	X

7.11 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de calcio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de calcio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1,10789E6	6	184648,	19986,11	0,0000
Intra grupos	129,344	14	9,23883		
Total (Corr.)	1,10802E6	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Ca (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	1376,75	X
4	3	1479,72	X
6	3	1543,3	X
2	3	1620,05	X
7	3	1863,75	X
1	3	1897,73	X
5	3	2046,65	X

7.12 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de magnesio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de magnesio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	945702,	6	157617,	117053,56	0,0000
Intra grupos	18,8515	14	1,34654		
Total (Corr.)	945721,	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Mg (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Periodo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
7	3	346,173	X
5	3	381,76	X
6	3	391,37	X
4	3	693,293	X
3	3	721,153	X
2	3	842,423	X
1	3	879,173	X

7.13 Efecto del periodo de desarrollo sobre el contenido de sodio (mg/100 g bs).

Variable dependiente: contenido de sodio

Factor: Periodo

Número de observaciones: 21

Número de niveles: 7

Tabla ANOVA para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5117,75	6	852,958	113583,49	0,0000
Intra grupos	0,105133	14	0,00750952		
Total (Corr.)	5117,85	20			

Pruebas de Múltiple Rangos para mg Na (mg / 100g bs) por Periodo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Periodo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	3	20,6967	X
2	3	32,4	X
3	3	32,78	X
5	3	35,67	X
6	3	45,4033	X
1	3	64,33	X
7	3	64,92	X