

**Efecto de dos temperaturas de almacenamiento sobre la vida
poscosecha y la calidad composicional del camote (*Ipomoea
batatas* L.) tipo “Criollo”**

Juan Francisco Estrada Delgado

Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Agronómica
con énfasis en Fitotecnia

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA
2018

Efecto de dos temperaturas de almacenamiento sobre la vida poscosecha y la calidad composicional del camote (*Ipomoea batatas* L.) tipo “Criollo”

Juan Francisco Estrada Delgado

Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Agronómica con énfasis en
Fitotecnia

Ph. D. Maricruz Ramírez Sánchez
Directora de Tesis

Ph. D. Paula Calvo Brenes
Miembro del Tribunal

Ing. Marlon Retana Cordero
Miembro del Tribunal

M. Sc. Mario Villatoro Sánchez
Miembro del Tribunal

Ph. D. Luis Gómez Alpízar
Director de Escuela de Agronomía

Ing. Juan Francisco Estrada Delgado
Sustentante

2018

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Maricruz Ramírez, Johanny Castro, Gerardina Umaña y Marco Vinicio Sáenz por confiar, por su guía, apoyo y consejos durante, antes y después de esta investigación.

A todo el personal del Laboratorio de Tecnología Poscosecha de la Universidad de Costa Rica, por el apoyo incondicional humano, técnico y académico durante la elaboración de la tesis.

Al Sr. Cristian Camacho productor de camote, por su interés y colaboración para la realización de este trabajo.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron con la elaboración de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	iv
LISTADO DE ABREVIATURAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FÓRMULAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Generalidades de la planta de camote	3
Estadísticas de mercado mundial y de Costa Rica	4
Usos y composición química del camote	4
<i>Usos</i>	4
<i>Composición química</i>	4
Requerimientos de factores climáticos y edáficos del camote	5
<i>Factores climáticos</i>	5
<i>Factores edáficos</i>	5
Variedades de camote y mejoramiento genético	6
<i>Variedades</i>	6
<i>Mejoramiento genético</i>	6
Descripción de calidades comerciales de raíces de camote	7
Interés para la alimentación humana	7
Rangos de temperaturas y humedad relativa empleadas en el almacenamiento de raíces de camote	8
Calidad poscosecha	9
<i>Respiración de raíces de camote</i>	9
<i>Pérdida de peso en raíces de camote</i>	9
<i>Firmeza en raíces de camote</i>	10
<i>Medición de color de pulpa L*, a* y b* de raíces de camote</i>	10
Calidad composicional del camote	11
<i>Generalidades de los azúcares y sus posibles efectos en las raíces de camote</i>	11
<i>Generalidades de los almidones y sus posibles efectos en las raíces de camote</i>	12
<i>Generalidades de los carotenoides y sus posibles efectos en las raíces de camote</i>	14
<i>Generalidades de los fenoles y sus posibles efectos en las raíces de camote</i>	14
<i>Generalidades de las proteínas y sus posibles efectos en las raíces de camote</i>	15
OBJETIVOS	17

Objetivo principal	17
Objetivos secundarios.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Origen y descripción del material vegetal	18
Selección de las plantaciones a cosechar en dos tipos de suelo de la zona Huetar Norte	18
Cosecha y lavado de raíces de camote.....	19
Ubicación del experimento	19
Variables evaluadas.....	19
<i>Tipo de muestras utilizadas en las evaluaciones.....</i>	19
<i>Tasa de respiración.....</i>	20
<i>Pérdida de peso de las raíces</i>	21
<i>Firmeza</i>	21
<i>Color de pulpa L*, a* y b*</i>	21
<i>Contenido de sólidos solubles totales (grados brix)</i>	22
<i>Contenido de azúcares totales</i>	22
<i>Contenido de almidones.....</i>	23
<i>Contenido de carotenoides.....</i>	23
<i>Contenido de polifenoles totales.....</i>	24
<i>Contenido de proteínas</i>	24
Diseño experimental y análisis estadístico.....	24
Tratamientos.....	25
RESULTADOS	26
Calidad de los camotes al final de los experimentos.....	26
Parámetros poscosecha	26
<i>Tasa de Respiración.....</i>	26
<i>Pérdida de peso</i>	27
<i>Firmeza</i>	28
<i>Porcentaje de sólidos solubles totales o Grados Brix</i>	29
<i>Color de pulpa L*, a* y b*</i>	30
Parámetros de calidad composicional	31
<i>Determinación del contenido de azúcares totales</i>	31
<i>Determinación del contenido de almidones.....</i>	32
<i>Determinación del contenido de carotenoides.....</i>	33
<i>Determinación del contenido de polifenoles totales.....</i>	34
<i>Determinación del contenido proteínico</i>	35
DISCUSIÓN	36
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXOS.....	56

LISTADO DE ABREVIATURAS

α : Alfa.
A: Arcilloso.
Ác: Ácido.
ATP: Trifosfato de adenosina.
C: Carbono.
°C: Grados Celsius.
Ca: Calcio.
Cmol (+): Centímetro.
CIA: Centro de Investigaciones Agronómicas.
Cm: Centímetros.
CO₂: Dióxido de carbono.
EE. UU.: Estados Unidos.
Fe: Hierro.
FA: Franco arcilloso.
Gal: Gálico.
g: Gramos.
h: Hora.
ha: Hectárea.
HR: Humedad relativa.
kcal: Kilocaloría.
kg: Kilogramo.
LTP: Laboratorio de Tecnología Poscosecha.
mg: Miligramo.
Meq: Miliequivalente.
ml: Mililitro.
Min: Minuto.
µg: Microgramo.
µl: Microlitro.
msnm: Metros sobre el nivel del mar.
N: Newtons.
N: Concentración molar.
Nm: Nanómetro.
O₂: Oxígeno.
P: Fósforo.
PDO: Peroxidasas.
pf: Peso fresco.
PFO: Polifenol oxidasa.
rpm: Revoluciones por minuto.
t: Tonelada.
UV: ultravioleta.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SISTEMA DE ESPACIO DE MEDICIÓN DE COLOR CIE L^* , a^* Y b^* DONDE L^* INDICA LUMINOSIDAD O BRILLANTEZ DESDE EL BLANCO = 100 AL NEGRO = 0, a^* VARÍA DESDE LOS VALORES NEGATIVOS PARA EL COLOR VERDE, HASTA LOS POSITIVOS PARA EL COLOR ROJO Y b^* VA DESDE LOS VALORES NEGATIVOS PARA EL AZUL HASTA LOS POSITIVOS PARA EL AMARILLO; DONDE a^* Y b^* SE REFIEREN A COORDENADAS DE CROMATICIDAD (ABBOTT, 1999)	11
FIGURA 2. RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO"	18
FIGURA 3. PASOS PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO"	22
FIGURA 4. RESPIRACIÓN DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO" COSECHADO EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	27
FIGURA 5. PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO" COSECHADO EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	28
FIGURA 6. FIRMEZA(N) DE PULPA DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO" COSECHADO EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	29
FIGURA 7. PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO" EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	30
FIGURA 8. COMPONENTES DE COLOR DE PULPA DE LUMINOSIDAD L^* , a^* Y b^* DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO" COSECHADO EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	31
FIGURA 9. AZÚCARES TOTALES DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO" COSECHADO EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	32
FIGURA 10. CONTENIDO DE ALMIDONES EN RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO" DETERMINADO A UNA ABSORBANCIA DE 640 NM Y DE 700 NM, COSECHADOS EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	33
FIGURA 11. CONCENTRACIÓN DE CAROTENOIDES DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO", COSECHADOS EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	34
FIGURA 12. CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES (MG EQ. ÁCIDO GÁLICO (AG) EN 100 GRAMOS DE PESO FRESCO) DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO", COSECHADOS EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	34
FIGURA 13. CONTENIDO PROTEÍNICÓ DE RAÍCES DE CAMOTE TIPO "CRIOLLO", COSECHADOS EN LA TIGRA (A) Y MUELLE (B) DE SAN CARLOS Y EVALUADOS EN DIFERENTES DÍAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 14 °C Y A 18 °C. BARRAS VERTICALES INDICAN ERROR ESTÁNDAR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%.....	35
FIGURA 14. COLORACIÓN DE PULPA DE CAMOTES TIPO "CRIOLLO" A LOS 21 DÍAS DE ALMACENAMIENTO.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RAÍCES DE CAMOTE VARIEDAD "TOPERA" EN ESTADO FRESCO (GARCÍA-MÉNDEZ ET AL., 2016).....	5
CUADRO 2. RANGO DE TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS, HUMEDADES RELATIVAS Y TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO PARA RAÍCES DE CAMOTE (IPOMOEA BATATAS L.)	8
CUADRO 3. TRATAMIENTOS DE TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO.....	25

ÍNDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA 1. CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA TASA RESPIRATORIA	20
FORMULA 2. CÁLCULO DE LA LEY TEMPERATURA – VOLUMEN	21
FÓRMULA 3. CÁLCULO DE TRANSFORMACIÓN DE GRADOS CELSIUS A GRADOS KELVIN.....	21
FÓRMULA 4. CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO	21

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO PARA EL CULTIVO DE CAMOTE EN LA TIGRA DE SAN CARLOS, ALAJUELA.	56
ANEXO 2. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO PARA EL CULTIVO DE CAMOTE EN MUELLE DE SAN CARLOS, ALAJUELA.	56
ANEXO 3. ALMACENAMIENTO DE LOS CAMOTES EN LAS CÁMARAS DE ALMACENAMIENTO.....	56
ANEXO 4. ESTABLECIMIENTO DE REPETICIONES PARA LAS EVALUACIONES DE PESO FRESCO Y TASA DE RESPIRACIÓN DE LOS CAMOTES TIPO "CRIOLLO".	57
ANEXO 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD Y VARIABLES COMPOSICIONALES	57

RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos temperaturas de almacenamiento sobre parámetros de calidad poscosecha y composicional del camote tipo “Criollo” (*Ipomoea batatas* Lam.). Se cosecharon raíces de camote de dos sitios con diferente ubicación geográfica y diferentes propiedades químicas y físicas de suelo, una plantación se ubicó en La Tigra y otra en Muelle, ambos distritos del cantón de San Carlos, provincia de Alajuela. Ambos sitios geográficos se consideraron ensayos diferentes. Los tratamientos que se aplicaron a las raíces de camote de los dos sitios fueron dos temperaturas de almacenamiento, uno a 14 °C y el otro 18 °C por un período de 21 días. Las variables de calidad evaluadas durante el periodo poscosecha fueron: tasa de respiración, pérdida de peso, firmeza, color de pulpa y °Brix; las variables de calidad composicional fueron azúcares totales, almidones, carotenoides, polifenoles totales y contenido total de proteínas. Todas las variables de calidad junto con las evaluaciones de azúcares totales y almidones se evaluaron a los 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento; y el contenido de carotenoides, polifenoles totales y proteínas se evaluaron a los 0 y 21 días de almacenamiento. Se observó que las raíces de camote almacenadas a una temperatura de 18 °C presentaron mayores tasas respiratorias y porcentajes de pérdidas de peso. Los dos tratamientos de temperaturas no afectaron significativamente las variables de firmeza, color de pulpa y °Brix. Los camotes almacenados en ambos tratamientos para los dos ensayos presentaron una tendencia a incrementar su contenido de azúcares totales durante la duración del experimento; sin presentar diferencias significativas entre temperaturas de almacenamiento. El contenido de almidones en los dos tratamientos presentó un comportamiento estable durante las tres primeras semanas de evaluación, después de la tercera evaluación se observó una tendencia a disminuir sus concentraciones. Ambas temperaturas empleadas en el almacenaje de los camotes cosechados en La Tigra presentaron una tendencia a disminuir sus carotenoides al final del experimento. En el caso de los camotes provenientes de Muelle sólo el tratamiento de 18 °C presentó una disminución en su concentración de carotenoides. Los contenidos de polifenoles totales en las raíces provenientes de La Tigra mostraron una tendencia a incrementar sus concentraciones; en el caso de los camotes de Muelle presentaron una tendencia a disminuir sus contenidos totales. En el ensayo La Tigra se observó que los camotes almacenados a 18 °C presentaron mayores concentraciones de polifenoles totales y en el caso de los tratamientos en el ensayo Muelle, no presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Los camotes del ensayo de La Tigra no presentaron diferencias en las concentraciones de proteína entre tratamientos al final del experimento, mientras que las raíces provenientes de Muelle y almacenadas a 14 °C si tuvieron un incremento en la concentración. En general, los parámetros de calidad poscosecha y calidad composicional de los camotes no se vio afectada por las temperaturas de almacenamiento durante los 21 días que duraron los experimentos.

INTRODUCCIÓN

En los últimos cinco años el sector camotero costarricense ha presentado un incremento de la producción, la cual ha sido dirigida principalmente al mercado nacional y una parte menor a destinos internacionales en Europa y los Estados Unidos (EE. UU.); de acuerdo con PROCOMER (2018), las cifras de exportación superan las 400 t en el año 2017.

Los principales productores de camote del mundo son China, Indonesia y Vietnam en Asia, en América son Brasil y EE. UU. y en África lo son Nigeria, Uganda y Tanzania (FAO, 2012). El camote (*Ipomoea batatas* L.) es el tercer cultivo en importancia dentro del grupo de raíces y tubérculos, precedido solo por la papa y la yuca (Hernández, 1995). A nivel mundial, la producción de camote se ha mantenido estable durante los últimos 10 años (aproximadamente 100.000.000 t año⁻¹) (FAOSTAT, 2018).

La calidad poscosecha del camote se establece en función a la preferencia de los consumidores para su uso y preparación culinaria (fritura, cocción, entre otras) a partir de una raíz entera, libre de daños y con características físicas de peso, forma, color y textura de conveniencia para el consumo humano (García-Méndez et al., 2016). Wang et al. (2016) mencionan de los beneficios que trae el consumo de camote a la salud humana y a la vez promueven que se dé un incremento de la concentración de ciertos constituyentes químicos, entre los cuales se encuentran azúcares, almidones, carotenoides, fenoles y proteínas.

Las características físico químicas mencionadas son afectadas por las condiciones ambientales de producción y de almacenaje a las que están expuestas; las variaciones de las tasas respiratorias de camotes no son altas y la mayoría de las investigaciones señalan, que los camotes tienen una muy baja tasa respiratoria en comparación con otras frutas y vegetales. En lugares de almacenajes como centros de acopio o puntos de venta, disminuir la pérdida de peso (o pérdida de agua) se vuelve fundamental, ya que la disminución de este en los camotes es el principal factor que deteriora las raíces durante su período de almacenamiento, vida anaquel y de comercialización, lo que puede generar pérdidas económicas considerables (van Oirschot et al., 2003).

Por las razones anteriores, surge la necesidad de investigar las características físicas y composicionales del camote para conocer su comportamiento bajo diferentes condiciones de almacenaje; en donde el uso de temperaturas de almacenamiento es

una práctica que puede preservar la vida poscosecha en cuanto a calidad y apariencia, extender la vida anaquel y puede provocar efectos positivos sobre su calidad composicional.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de la planta de camote

El camote también es denominado batata, boniato o moniato en los países de habla castellana, de acuerdo con Folquer (1978) el material más antiguo que se conoce son las batatas fósiles descubiertas por Engel (1970) en las cuevas de la Puna de Chilcá, Perú; cuya edad, determinada mediante la técnica del C-14, se remonta de unos 8.000 a 10.000 años.

Esta especie fue descrita en 1753 por Linneo como *Convolvulus batatas*, una segunda clasificación la realizó Lamarck en 1771, donde la clasificó dentro del género *Ipomoea* en base a la forma de su estigma y la superficie de los granos de polen; de esta manera, el nombre fue cambiado a *Ipomoea batatas* (L.) Lam. A continuación, se presenta la clasificación sistemática del camote (Huamán, 1992):

Familia:	Convolvulaceae.
Tribu:	Ipomoeae.
Género:	Ipomoea.
Subgénero:	Quamoclit.
Sección:	Batatas.
Especie:	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.

Huamán (1992) describe el hábito de crecimiento como una planta herbácea, predominantemente postrada, con tallos que se expanden de manera horizontal sobre el suelo; sin embargo, existen variedades con hábitos de crecimiento erectos, semi-erectos, extendidos y muy extendidos. El sistema radicular del camote consiste en raíces fibrosas que absorben nutrientes y agua, y sostienen a la planta, y raíces de reserva que son raíces laterales en las que se almacenan los productos fotosintéticos (Huamán, 1992). Las raíces tuberosas o camotes, que constituyen el objeto del cultivo comercial, se originan normalmente en los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra; pueden desarrollarse hasta adquirir una longitud de unos 30 cm y un diámetro de 20 cm (Folquer, 1978).

Wilson (1971) clasificó los distintos tipos de raíces del camote de la siguiente manera:

- Raíces originadas en el tallo.
 - Con geotropismo positivo.
 - Raíces delgadas.
 - Raíces gruesas.
 - Raíces cordoniformes.

- Raíces cabliformes.
- Raíces tuberosas.
 - Diageotrópicas (superficiales).
- Raíces originadas en otras raíces (laterales).
- Raíces originadas en los camotes (camotes utilizados como semilla).

Estadísticas de mercado mundial y de Costa Rica

Los principales productores de camote del mundo son China, Indonesia y Vietnam en Asia, en América son Brasil y EE. UU. y en África lo son Nigeria, Uganda y Tanzania (FAO, 2012). El camote (*Ipomoea batatas* L.) es el tercer cultivo en importancia dentro del grupo de raíces y tubérculos, precedido solo por la papa y la yuca (Hernández, 1995); a nivel mundial, la producción de camote se ha mantenido estable durante los últimos 10 años (aproximadamente 100.000.000 t año⁻¹) (FAOSTAT, 2018).

En Costa Rica existen cinco regiones productoras, la región Huetar Norte (principalmente en San Carlos y Sarapiquí), la región Huetar Atlántica (Pococí, Guácimo, Siquirres), la región Brunca (Buenos Aires, Pérez Zeledón, Osa, Corredores, Golfito y San Vito), la región Central Sur y la región Chorotega (MAG, 2007). En el período del 2014 al 2017, el área cultivada de camote varió entre las 150 a 78 ha año⁻¹ y presentó un rendimiento promedio por ha de 8 t, el cual representa una producción total de 1.200 a 624 t ha⁻¹ año⁻¹ (SEPSA, 2018).

Usos y composición química del camote

Usos

Los camotes desde el punto de vista de su aprovechamiento se dividen en tipos alimenticios y tipos forrajeros, donde las raíces pueden utilizarse para consumo fresco, enlatado, deshidratado y forraje (Montaldo, 1991).

Composición química

La importancia del camote como alimento está en su valor energético debido a su alto contenido de almidones, también es una fuente importante de otros elementos nutritivos como la vitamina A, niacina, riboflavina y vitamina C, así como de elementos minerales y algunos aminoácidos (Domínguez, 1992). A continuación, se presentan los datos de composición química obtenidos en un estudio realizado por García–Méndez et al. (2016), donde caracterizaron la composición química del camote variedad Topera.

Cuadro 1. Composición química de raíces de camote variedad "Topera" en estado fresco (García-Méndez et al., 2016)

Composición química (g/100g)	Valores promedio
Humedad	71,61 ± 0,03
Materia seca	28,39 ± 0,02
Cenizas totales	1,53 ± 0,01
Grasa	1,02 ± 0,01
Proteína	4,13 ± 0,01
Almidón	71,89 ± 0,06
Azúcares totales	14,83 ± 0,02
Azúcares reductores	9,88 ± 0,02
Fibra dietética	6,19 ± 0,01
Taninos	0,41 ± 0,01

En el estudio los autores encontraron resultados donde se realza la importancia nutricional y la potencialidad de uso en formulaciones de alimentos, como por ejemplo el promedio del contenido proteínico fue alto, al igual que de azúcares totales y de almidones (cuadro 1).

Requerimientos de factores climáticos y edáficos del camote

Factores climáticos

Es un cultivo que en las regiones tropicales puede producir durante todo el año, el rango de altitud en el que puede desarrollarse es desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. El rango mínimo de temperatura es de aproximadamente de 12–15 °C y el rango de temperatura máxima oscila entre los 25–28 °C; además, se indica que es indiferente al fotoperiodismo y que requiere suficiente humedad (Montaldo, 1991).

Factores edáficos

Montaldo (1991) indica que los mejores suelos para sembrar camote son los que poseen altos contenidos de arenas y que se encuentren bien drenados. Folquer (1978) considera que un suelo óptimo para el cultivo de camote debe poseer un horizonte A que sea limo–arenoso, de 30 a 60 cm de espesor y un horizonte B areno–arcilloso friable; relacionado con la tolerancia a la acidez del suelo, el mismo autor indica que el camote se puede desarrollar en niveles de pH entre los 4,5 a las 7,5, siendo el rango óptimo entre 5,6 y 6,5.

Variedades de camote y mejoramiento genético

Variedades

Folquer (1978) propuso una clasificación general de las variedades de camote producidas en América Latina, donde al momento de realizar la descripción de la variedad, el autor propone que se debe tomar en cuenta los siguientes dos factores. El primero es si la pulpa es húmeda o seca, esto se refiere al ablandamiento de los camotes cuando se cocinan; el segundo factor a considerar es el color de la pulpa; el mismo autor propuso la siguiente agrupación a las variedades con mayor difusión mundial:

1. Tipo seco:
 - a. Pulpa blanca o cremosa.
 - b. Pulpa amarilla.
 - c. Pulpa morada.

2. Tipo húmedo:
 - a. Pulpa anaranjada (con alto contenido de carotenoides).
 - b. Pulpa amarilla.

Mejoramiento genético

De acuerdo con Montaldo (1991) el mejoramiento genético del camote inició en 1921 en Las Filipinas, posteriormente en 1939 se propagó al resto de Asia y del Mundo.

En Costa Rica desde 1975 se ha experimentado con diferentes variedades y clones para evaluar su adaptabilidad a zonas productivas como Pococí, Limón y Santa Clara de San Carlos, Alajuela; cuyos objetivos han sido realizar estudios de variables agronómicas como, rendimiento por área, pruebas de densidades de siembra, incidencia de enfermedades, pruebas de programas de fertilización, período crítico de malezas después de la siembra, entre otras variables agronómicas en condiciones de campo.

Castillo et al. (2014) evaluaron diez genotipos de camote de origen estadounidense, uno de Costa Rica y dos de origen desconocido; en el estudio realizaron la caracterización agronómica de los genotipos “Beauregard”, “Hernandez”, “Jewel”, “Carolina Ruby”, “Carolina Rose”, “O’Henry”, “White Delite”, “Picadito”, “Japanese” y “Okinawa”, provenientes de EE. UU., el tipo “Criollo” de Costa Rica y dos de origen desconocido que se les llama Exportación y Zanahoria. Siendo el tipo “Criollo” el que presenta mayor utilización en la Región Huetar Norte de Costa Rica.

Descripción de calidades comerciales de raíces de camote

En Costa Rica, no existe una reglamentación oficial de calidades de camote, estas reglas las exige el cliente que demanda el producto. Así al momento de la cosecha, los agricultores realizan una incipiente clasificación, donde descartan en campo los camotes excesivamente mal presentados y dañados durante su crecimiento o en las labores de cosecha; también eliminan los camotes que presenten malformaciones, pudriciones y tamaños pequeños.

En referencia a la calidad poscosecha del camote García–Méndez et al. (2016) indican que ésta se establece en función de la preferencia de los consumidores para su uso y preparación culinaria (fritura, cocción, entre otras) a partir de una raíz entera, libre de daños y con características físicas de peso, forma, color y textura. Los mismos autores al igual que Tique et al. (2009) y Yépez y Estévez (2014) indican que al tratar de conseguir una aceptable calidad poscosecha, no se debe descartar la importancia de la composición química (contenido de azúcares totales, almidones, proteínas, entre otras); así como las propiedades nutricionales y organolépticas como indicadores de la calidad.

Interés para la alimentación humana

Rodríguez (2008) y García–Méndez et al. (2016) argumentan que las raíces de camote aportan un alto valor nutricional, con un contenido proteínico hasta del 10%, vitaminas A, E, C y ácido fólico; sales minerales como Ca, Fe y P. Además, el primer autor indica que pueden proveer a la dieta alimenticia humana un alto contenido energético, ya que poseen entre un 30% a un 70% de carbohidratos solubles e insolubles. Martí et al. (2011) indican que la batata aporta 115 kcal por cada 100 g, supera a la papa (73 kcal), a la remolacha (46 kcal), a la zanahoria (39 kcal) y a la calabaza (28 kcal). Además, destaca por los altos contenidos de provitamina A (betacaroteno), y las vitaminas B1, C (ácido ascórbico) y E (tocoferol).

Wang et al. (2016) señalan que las raíces, tallos y hojas de camote son comestibles y presentan una composición variable de nutrimentos y bioactivos (constituyentes químicos o composición química). Además, los mismos autores citan otros estudios, donde indican que los “bioactivos” disponibles en el camote presentan propiedades antioxidantes (Ahmed et al., 2010; Anastácio y Carvalho, 2013 y Chan et al., 2012), anticancerígenas (Lim et al., 2013 y Wu et al., 2015), antidiabéticas (Zhao et al., 2013) y antiinflamatorias (Wang et al., 2014).

Rangos de temperaturas y humedad relativa empleadas en el almacenamiento de raíces de camote

La temperatura es uno de los primeros reguladores ambientales que inciden de manera directa sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos, su producción y calidad (Gajanayake et al., 2014). La conservación de camotes a temperaturas menores a los 10 °C no es recomendada ya que las raíces están propensas a daños por frío (Kay, 1973; Afeck et al., 1998). Varios autores recomiendan que las raíces de camote después de curadas pueden ser almacenados entre un rango de temperatura entre los 12–15 °C y con una humedad relativa que varía entre los 85 a 90% (cuadro 2).

El curado es un tratamiento cuyo objetivo es prevenir y sanar heridas en la peridermis y el cambium, y consiste en almacenar los camotes a una temperatura de alrededor de 30 °C y a una humedad relativa entre los 80 % a 95% por un período de cinco a diez días (LSU Ag Center, 2008). El proceso estimula la formación de una capa protectora de corcho, suberina y otros compuestos cerosos sobre la peridermis; esta barrera física disminuye la pérdida de agua y la predisposición a enfermedades y plagas (Hoover et al., 1983).

Cuadro 2. Rango de temperaturas mínimas y máximas, humedades relativas y tiempos de almacenamiento para raíces de camote (*Ipomoea batatas L.*)

T° mín. °C	T° máx. °C	Humedad relativa (%)	Tiempo de almacenamiento	Fuente
12,8	15,5	85–90	Largos períodos.	Sumner, 1984.
12	15	>90	Largos períodos.	Cantwell y Suslow, 2001.
		70–90	Venta a mercados.	
13	15	80	De 4 a 6 meses.	Paneque, 1992.
13	15	85–90	5 meses.	Afeck et al. 1998.
12,8	15,6	80–90	De 6 a 8 semanas.	LSU AgCenter, 2004.
12	19	90	Óptimo 14 °C con 90% HR puede durar 12 meses.	Kays, 1998.

La información mostrada en el cuadro 2, expone los rangos de temperaturas y de porcentajes de humedad relativa que han sido utilizados para almacenar raíces de camotes para diferentes propósitos. Es así, que la determinación de la temperatura en un lapso conocido de almacenamiento puede repercutir directamente sobre las propiedades de vida

poscosecha, las cuales el consumidor las denotará en su apariencia; también ese tiempo de almacenaje puede afectar de manera positiva o negativa la calidad composicional del camote, en donde en el primer caso se podrían mantener las concentraciones de los constituyentes químicos, y en el segundo escenario la disminución o la pérdida de sus componentes.

Calidad poscosecha

Respiración de raíces de camote

Garzon y Boyett (2010) en su revisión de modelos de almacenamiento en cinco variedades de camote, concluyeron que las tasas de respiración entre camotes varían mucho y la mayoría de las investigaciones señalan, que los camotes tienen una muy baja tasa de respiración en comparación con otras frutas y vegetales. De manera general, Cantwell y Suslow (2001) indicaron que para camotes (sin tratamiento de curado) la tasa de respiración a una temperatura de almacenaje de 15 °C es de 15 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹.

Garzon y Boyett (2010) evaluaron el efecto de diferentes rangos de temperaturas de almacenamiento durante diez meses en las variedades “Beauregard”, “Convington”, “Evangeline”, “Hatteras” y “Carolina Rose”; y obtuvieron que a rangos de temperatura entre los 14,4–16,6 °C y los 16,7–18,8 °C presentaron valores entre los 5,5 a 6,4 mg CO₂ kg⁻¹ hr⁻¹ y entre los 6,3 a 8,0 mg CO₂ kg⁻¹ hr⁻¹, respectivamente. Estos autores concluyen que las condiciones ambientales son determinantes en la tasa de respiración que puedan presentar los camotes, siendo la temperatura la de mayor afectación en la tasa de respiración.

Pérdida de peso en raíces de camote

La pérdida de peso (o pérdida de agua) es el principal factor que deteriora las raíces de camote durante su período poscosecha (van Oirschot et al., 2003). George y Kamara (1988) evaluaron un tiempo de almacenaje de 20 días a una temperatura aproximada de 22 °C y un porcentaje de humedad relativa aproximado al 85% sobre siete clones de camote, donde obtuvieron porcentajes de pérdidas de peso superiores al 4% a los cuatro días de almacenaje en todos los clones; al final de la evaluación, todos los clones perdieron más del 20% de peso y se dio un porcentaje de incidencia de pudre superior al 20%.

Resultados similares obtuvieron Afeck et al. (1998) donde evaluaron diferentes tratamientos para prolongar el tiempo de almacenamiento de la variedad de camote “Georgia Jet” por un lapso de cinco meses a una temperatura de 13 °C y una HR del 90% y

obtuvieron a las cuatro semanas de evaluación, una pérdida peso del 14% y una pérdida por ablandamiento (pérdida de firmeza) de 32%.

Firmeza en raíces de camote

La firmeza de frutas y vegetales puede ser medida mediante la aplicación de una fuerza que comprima o penetre, ya sea en varios sitios del organismo evaluado y a diferentes intensidades de fuerza; la definición de lo anterior dependerá del propósito de las mediciones y como se definieron los atributos de calidad (Abbott, 1999).

Desde un punto de vista comercial, los consumidores evalúan la firmeza con sus dedos (sentido del tacto) y es con esa valoración cualitativa que determinan si el camote es de buena calidad y si se tendrá una vida poscosecha larga (Tomlins et al., 2004). En la misma línea de investigación de consumos de preferencias basados en atributos de camotes, Atuna et al. (2017) encontraron en dos cultivares de camote “Apomuden” y “Nanen” que los consumidores tienen como características para selección y consumo, la firmeza y la dulzura.

Medición de color de pulpa L^ , a^* y b^* de raíces de camote*

La apariencia externa es el primer factor de calidad que es juzgado en frutas y vegetales; la luz que reflejan transmite información que es utilizada por inspectores y consumidores para clasificar varios aspectos de calidad (Abbott, 1999).

Las propiedades ópticas se basan en reflexión, transmisión, absorbanza o dispersión de la luz; cuando una fruta o vegetal es expuesta a la luz, cerca de un 4% de la luz incidente es reflejada hacia la superficie, lo que podemos verlo como un brillo y el restante 96% es transmitida como energía a través de la superficie y dentro de las células del vegetal, donde es dispersada en diferentes tejidos o absorbida por constituyentes celulares (Birth, 1976).

Algunos atributos de calidad solamente se pueden apreciar en otras longitudes de onda que se encuentran fuera del espectro visible; el uso de instrumentos, como espectrómetros y espectrofotómetros es posible medir longitudes de onda en ultravioleta (UV), espectro visible y regiones cercanas al infrarrojo (Abbott, 1999).

El color se puede medir con la aplicación de sistemas de medición de coordenadas tales como el “Commission Internationale de l’Eclairage” (CIE L^* , a^* y b^*), cuyos conceptos argumentan que el ojo del ser humano posee tres receptores, el rojo, verde y azul y que todos los colores son una combinación de estos (Abbott, 1999).

El sistema de espacio CIE L^* , a^* y b^* de medición de color ideado en 1976 (figura 1) para proveer una mayor uniformidad en las mediciones de color en comparación en relación con las diferencias de recepción que presenta el ojo humano. La medición de color con este sistema se realiza a través de colorímetros cuyos sensores fueron creados para presentar respuestas similares a las del ojo del ser humano (Abbott, 1999).

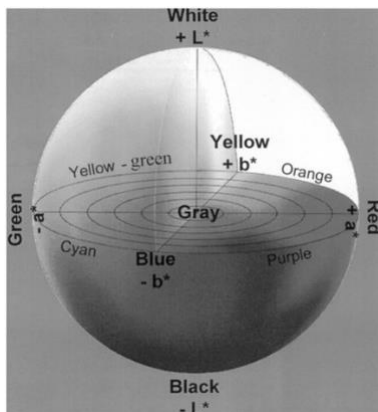


Figura 1. Sistema de espacio de medición de color CIE L^* , a^* y b^* donde L^* indica luminosidad o brillantez desde el blanco = 100 al negro = 0, a^* varía desde los valores negativos para el color verde, hasta los positivos para el color rojo y b^* va desde los valores negativos para el azul hasta los positivos para el amarillo; donde a^* y b^* se refieren a coordenadas de cromaticidad (Abbott, 1999)

Calidad composicional del camote

Wang et al. (2016) mencionan que el consumo de camote es beneficioso para la salud humana ya que presenta concentraciones de constituyentes entre los cuales se encuentran azúcares, almidones, carotenoides, fenoles y proteínas.

Generalidades de los azúcares y sus posibles efectos en las raíces de camote

Una vez que se cosechan los camotes, se inicia un proceso de formación de las enzimas α -amilasas las cuales en unión con la acción de las enzimas β -amilasas, provocan la conversión de los almidones y carbohidratos estructurales en azúcares simples (Hertog et al., 1997).

Los azúcares y su respectivo metabolismo juegan un papel preponderante en diversos procesos de la planta, como en el desarrollo, respuestas a estrés biótico y abiótico, producción de metabolitos que sintetizan compuestos esenciales como las proteínas y almidones (Ruan 2014). El cálculo del contenido de azúcares totales en raíces de camote se realiza mediante la suma de glucosa, fructosa y sacarosa (Shahba et al., 2007).

Keunen et al. (2013) detallaron el efecto de las enzimas invertasas, las cuales participan de manera activa en el metabolismo de azúcares y en la expansión celular, uno de sus objetivos se menciona es translocar azúcares mediante ósmosis del citoplasma a la vacuola; también estos azúcares sintetizados son utilizados como señales de defensa que alertan a la célula para tolerar estrés abiótico y biótico.

Zhang et al. (2002) reportaron en un estudio realizado para determinar cambios bioquímicos en seis genotipos de camote durante un lapso de 120 días que el contenido total de azúcares fue menor al 12%. Techeira et al. (2014) realizaron una caracterización físico-química de harinas frescas de camote de pulpa blanca y obtuvieron en la determinación valores contenidos de azúcares totales de 11,66%.

Chan et al. (2012) mencionan que el contenido total de azúcares y su composición, sumado a características sensoriales; han sido aprovechados por la industria para producir productos de mejor calidad.

Generalidades de los almidones y sus posibles efectos en las raíces de camote

Los almidones $(C_6H_{10}O_5)_n$ son las estructuras de almacenamiento de carbohidratos de mayor abundancia del reino vegetal, son utilizados para la nutrición humana, animal, en la industria farmacéutica, así como en la producción de bioetanol (Zeeman et al. 2010), asimismo los autores indican que es el carbohidrato de mayor importancia de la dieta humana.

Los almidones están constituidos por hidratos de carbono macromoleculares o polisacáridos y al igual que la celulosa y el glucógeno, están formados por unidades de glucopiranosas. Los almidones se componen por dos compuestos distintos, la amilosa y la amilopectina, los cuales determinan las propiedades físico-químicas y su comportamiento en cuanto a viscosidad, hinchamiento, gelificación y engrudización en solución acuosa, procesos que son de importancia para el aprovechamiento de almidones a nivel industrial (Zeeman et al. 2010).

La amilosa posee un peso molecular de entre los 50.000 a 200.000 Dalton, equivalente a una composición de entre 200 a 1.000 unidades de α -glucosa; tiene forma de hélice enroscada y en cada vuelta se encuentran entre seis a siete unidades de glucosa. De acuerdo con Schoch (1964) este compuesto tiene una capacidad de enlazarse con el yodo del orden de 20 mg de yodo por 100 mg de amilosa a una longitud de onda de máxima absorción entre 620 a 640 nm. La amilosa inicia su proceso de gelificación cuando se encuentra a altas temperaturas; este último proceso puede ser revertido mediante la "retrogradación" (Zhu y Wang, 2014)

La “retrogradación” es un fenómeno en donde la estructura regular de las moléculas de almidón que se pierden durante el proceso de “gelatinización”, se reestablecen durante un tiempo de almacenamiento y es seguido por el proceso de “syneresis” que es cuando se inicia un efecto de endurecimiento y pérdida de agua de geles de almidón; y conforme avance este proceso, las propiedades físicas de las raíces de camote se deterioran (Ishiguro et al., 2000).

La amilopectina presenta una composición similar a la amilosa mediante el enlace 1–4 de α -D-glucosa y también está enroscada en espiral y sus ramificaciones son cortas. Tiene un peso molecular de 200.000 a 1.000.000 Dalton. En altas temperaturas aumenta su volumen, pero no se disuelve y su proceso de “retrogradación” es más lento que el sucede con las amilosas (Zhu y Wang, 2014).

Carrasquero y Navas (2015) mencionan que la amilopectina puede formar un complejo con el yodo pero debido a que el polisacárido tiene una estructura más ramificada, se dificulta la interacción entre las moléculas y por eso el complejo de amilopectina-I₂ exhibe una menor absorción de radiación y este exhibe una banda de absorción que cubre desde los 450 hasta los 850 nm, coincidiendo con la banda de absorción de la amilosa.

La concentración de almidones en raíces de camotes es afectada por condiciones climáticas, prácticas agronómicas, condiciones de almacenamiento y métodos de preparación o aprovechamiento de almidones de camote (Ishiguro et al., 2003; Zhu y Wang, 2014). Donde el contenido de almidones se contabiliza en aproximadamente el 80% de materia seca (Wang et al., 2016).

Ishiguro et al. (2003) investigaron sobre el efecto de cuatro tiempos de siembra–cosecha sobre las propiedades del proceso de “retrogradación” de almidones en cinco cultivares de camote producidos en Japón los cuales son: “Koganeseagan”, “Joy White”, “Satsuma Starch”, “Konahomare” y “Kyushu 131”; donde obtuvieron contenidos de almidón para los cinco cultivares mayores al 17%. Los autores señalan que las diferencias entre cultivares pueden ser ocasionadas por las diferencias genéticas; además los mismos autores y Noda et al (2001) indican que una combinación de siembra tardía y cosecha tardía pueden ocasionar que los camotes presenten una menor concentración de almidones.

Toyama et al. (2003) estudiaron el efecto de una cosecha tardía sobre las propiedades físico-químicas de almidón de camote de ocho variedades, y determinaron que conforme se dejaba más tiempo el camote en el campo y las temperaturas del suelo disminuían, las concentraciones de almidones se reducían.

Generalidades de los carotenoides y sus posibles efectos en las raíces de camote

En la naturaleza existe una gran variedad de colores de pulpa y de cáscara de camotes que se observan a simple vista; en otros casos, se requiere de instrumentos electrónicos que faciliten la tarea de diferenciar los colores que no son perceptibles por el ojo del ser humano (Abbott, 1999 y Tang et al., 2015).

El empleo de la tecnología toma mayor relevancia en los camotes, ya que los diferentes cultivares poseen diversos tipos de pigmentos tales como antocianinas las cuales se encuentran en los colores rojo y morado, β -carotenos que se encuentran en los colores verde oscuro, amarillo o anaranjado y flavonoides que se encuentran en el color amarillo. Las especies y cultivares de camote de color morado principalmente contienen antocianinas y los camotes amarillos y anaranjados poseen carotenoides (Tang et al., 2015).

El camote es una excelente fuente de carotenoides, Wang et al., (2016) y Tomlins et al., (2012) evaluaron el contenido de carotenoides de 11 variedades de camote, las cuales incluían cinco de pulpa anaranjada, dos de pulpa amarilla y cuatro de pulpa blanca y obtuvieron un rango de concentraciones de 0,4 a 72,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ de carotenoides basados en peso fresco, donde los camotes de pulpa anaranjada y amarilla presentaron los mayores contenidos. Similares resultados obtuvieron Bovell–Benjamin (2007) y Donado–Pestana et al. (2012) quienes indican que los camotes con pulpa de color anaranjado tienen la mayor cantidad de carotenoides en la forma *trans* β -carotenos.

En un estudio de diferencias entre atributos de perfiles de sabores y aceptabilidad de parte de dos nichos de consumidores de dos cultivares de camote, uno de pulpa anaranjada y otro de pulpa pálida realizado por Tomlins et al. (2007) determinaron que las variedades con alto contenido de carotenoides fueron asociadas con una textura acuosa, sabor similar a calabazas y el color de pulpa anaranjado; mientras que las variedades de baja concentración de carotenoides, fueron descritas con los atributos de tener un sabor más dulce, coloración amarilla o cremosa y con una textura más dura y fibrosa.

Generalidades de los fenoles y sus posibles efectos en las raíces de camote

Los fenoles son metabolitos secundarios con una amplia diversidad de compuestos que difieren de manera significativa en estructura química y función de acuerdo con la especie de planta que se identifiquen (Bors y Michael, 2002). Shahidi y Naczk (2004) mencionan que en las plantas los fenoles tienen funciones antimicrobianas (antipatógenos), como pesticida natural, sustancias de señalización, material aislante, atrayente de polinizadores, agente protectante contra la radiación UV y constituyentes de las paredes celulares.

En el caso de las raíces de camote, Ahmed et al. (2010) en un estudio realizado con harina de camote de pulpa púrpura, obtuvieron una concentración de 10,68 a 15,69 g de ácido gálico (tipo de ácido fenólico) equivalente en 100 g de materia seca. Zhao et al. (2014) identificaron cinco tipos de compuestos de ácido quínico cafeolínico (tipo de ácido fenólico) en las raíces del camote morado (var. Ayamurasaki).

En otro estudio elaborado por Carvalho et al. (2010) en donde analizaron la concentración de ácidos fenólicos en camote bajo fotoperiodo largo y corto durante 30 días, concluyeron que en las hojas y en otras estructuras de la planta de camote se encontraron mayores concentraciones de ácidos fenólicos en hojas expuestas a fotoperiodos largos que en fotoperiodos cortos.

En la investigación realizada por Tang et al. (2015) donde realizaron perfiles de propiedades físico-químicas de cinco especies de camote “Gui 04–53” de color lila, “Gui 09–75” de color amarillo, “Guishu #2” de color blanco, “Guineng 05–6” de color anaranjado y “Guijingshu 09–7” de color morado obtuvieron concentraciones de mili equivalentes de ácido gálico (meq. ác. Gal) entre los 4,15 a los 16,79 meq. ác. Gal. 100 g⁻¹ y en donde concluyen que las especies de color blanca, amarilla y anaranjada tienen concentraciones tres veces menores de ácido gálico que en comparación con las especies de color morado

Relacionado con el efecto de los fenoles en el almacenamiento poscosecha de frutas y vegetales, Sarkar y Shetty (2014) explican que los compuestos fenólicos pueden mejorar la calidad en el almacenaje e incrementar la vida poscosecha. Los mismos autores indican que los fenoles proveen protección contra estreses bióticos y abióticos.

Generalidades de las proteínas y sus posibles efectos en las raíces de camote

Las esporaminas A y B son el mayor almacenaje de proteínas en las raíces de camote, en donde representan aproximadamente entre un 60% a 80% del total proteínico de la planta (Wang et al., 2016). En un estudio realizado por Yeh et al. (1997) para determinar la actividad de esporaminas, encontraron que la expresión genética de estas proteínas está principalmente asociada a las raíces de camote, una muy pequeña expresión en los tallos y nula en las hojas.

Maloney et al. (2014) en un estudio de determinación de proteínas en raíces de camote, encontraron que las esporaminas pueden resistir a la acción de las enzimas digestivas como las pepsinas, tripsinas y quimotripsinas, entre otras propiedades, además, Zhang et al. (2014) realizaron un experimento de purificación e identificación de péptidos antioxidantes en raíces de camote y encontraron que las esporaminas son antioxidantes.

Lin et al. (2012) indican que en raíces de camote la proteína 20S proteasoma está involucrada en la regulación de la actividad catalítica de la enzima plastidio almidón fosforilasa (Pho1) la cual está asociada con la biosíntesis de almidones.

OBJETIVOS

Objetivo principal

Determinar el efecto del almacenamiento a diferentes temperaturas sobre la vida poscosecha y la calidad composicional del camote (*Ipomoea batatas* L.) tipo “Criollo”.

Objetivos secundarios

- Determinar el efecto del almacenamiento a diferentes temperaturas sobre los parámetros de calidad del camote tipo “Criollo” durante la vida poscosecha.
- Determinar el efecto del almacenamiento a diferentes temperaturas sobre las variables de calidad composicional del camote tipo “Criollo” durante la vida poscosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen y descripción del material vegetal

Se cosecharon raíces de camote tipo “Criollo”, con un color de cáscara roja y color de pulpa blanca a cremosa, con un rango de peso de 150 a 500 g (figura 2), de una microempresa dedicada a la producción comercial de camote, ubicada en Javillos de La Tigra de San Carlos, provincia de Alajuela, en la zona Huetar Norte de Costa Rica, a una altitud de 600 msnm. Esta empresa tiene plantaciones de camote en varios distritos de San Carlos, como lo son Muelle y La Tigra.



Figura 2. Raíces de camote tipo “Criollo”.

Selección de las plantaciones a cosechar en dos tipos de suelo de la zona Huetar Norte

Se cosecharon raíces de camote de dos plantaciones, las cuales se describen a continuación:

- La primera ubicada en La Lucha de La Tigra de San Carlos, Alajuela. Esta zona se encuentra a una altitud de 650 msnm, presenta una temperatura promedio de 24 °C y una precipitación de 1000 mm año⁻¹. La clasificación del tipo de suelo es andisol (AND) (Mata et al., 2013) con una textura arcillosa (A).
 - La siembra se realizó el 10 de febrero de 2017 y se cosechó el 19 de abril de 2017.
- La segunda ubicada en el distrito de Muelle de San Carlos, Alajuela. Esta zona se encuentra a una altitud de 450 msnm, presenta una temperatura de 25 °C y una precipitación de 1000 mm año⁻¹. La clasificación del tipo de suelo es ultisol a inceptisol (Mata et al., 2013) y presenta una textura franco arcilloso (FA).

- La siembra se realizó el 04 de febrero de 2017 y se cosechó el 02 de mayo de 2017.

Cosecha y lavado de raíces de camote

A la cosecha se realizó una preclasificación de las raíces comerciales en el campo, la cual consistió en seleccionar camotes que presentaran el tamaño y peso mínimo comercial y apariencia sana; esta última se constató en campo, en donde se examinó que los camotes estuvieran libres de enfermedades y que no presentaran daños mecánicos que se considerara que pudieran afectar la vida poscosecha durante el tiempo de evaluación.

En el campo, los camotes se colocaron en cajas plásticas y se transportaron en vehículo a la planta de empaqueo de la microempresa cuya duración del trayecto fue de 30 min aproximadamente. En la planta de empaque, se procedió a lavar los camotes en una lavadora de cepillos y agua a presión y se realizó una segunda clasificación de calidad con los mismos criterios.

Finalmente, los camotes se empaquetaron en cajas plásticas y se transportaron al Laboratorio de Tecnología Poscosecha (LTP) en San Pedro de Montes de Oca, para iniciar con los experimentos. La duración del viaje desde la planta de empaque hasta el LTP fue de 5 h aproximadamente.

Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el LTP del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) en la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes Oca, San José, Costa Rica.

Los camotes se empaquetaron en cajas de cartón, las cuales tenían la capacidad de 4,5 kg y sus dimensiones fueron de 26 cm de largo, 24 cm de ancho y 11 cm altura. Se distribuyeron nueve cajas de cartón para cada tratamiento en cámaras de almacenamiento a 14 °C y 18 °C durante 21 días. La evaluación poscosecha se llevó a cabo durante el 20 de abril al 24 de mayo de 2017.

Variables evaluadas

Tipo de muestras utilizadas en las evaluaciones

Para la determinación de la tasa de respiración y porcentaje de peso fresco de los camotes, se procedió a seleccionar al azar nueve repeticiones (nueve camotes) por tratamiento, los

cuales se les dieron seguimiento durante los 21 días de almacenamiento; seguidamente, se identificó cada repetición y se continuó con el establecimiento en las cámaras de almacenamiento.

Para realizar el resto de las evaluaciones de parámetros de calidad y de calidad composicional en cada semana de evaluación, se seleccionaron nueve repeticiones diferentes (nueve camotes) que se procesaban para realizar las evaluaciones de firmeza y medición de color de pulpa y seguidamente se utilizaba el mismo material vegetal para las determinaciones de calidad composicional.

Los parámetros de vida poscosecha que se determinaron fueron los siguientes:

Tasa de respiración

En cada semana de evaluación, se realizó la medición de peso inicial e inmediatamente se colocó en un recipiente plástico hermético de un volumen de 1.300 cm³ (un camote por recipiente), que formó un sistema cerrado. Los recipientes se almacenaron a temperaturas de 14 °C y 18 °C (según el tratamiento), por un lapso promedio de 2 h, donde se les tomó una primera lectura de CO₂ al inicio y una final de cada evaluación. Las evaluaciones de tasas de respiración se realizaron a los 0, 7, 14 y 21 días experimentación.

Una vez que se cumplió el tiempo de 2 h se procedió a obtener el porcentaje de dióxido de carbono (CO₂) usando un analizador de gases Brigde Analyzer, MAP Headspace O₂/CO₂, Modelo 9001. Seguidamente con estos datos de CO₂ para cada camote, se calculó la tasa respiratoria en ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ con la siguiente fórmula:

$$\text{CO}_2 \text{ ml kg}^{-1} \text{ h}^{-1} = \frac{\text{CO}_2 \text{ f} - \text{CO}_2 \text{ i}}{100} \times \left[\frac{\text{V rep.} - \text{P}}{\left(\frac{\text{P}}{1000} \right) \times \text{T}} \right]$$

Fórmula 1. Cálculo para la determinación de la tasa respiratoria

Donde CO₂ f corresponde a la concentración final de CO₂ expresada en porcentaje; CO₂ i se refiere a la concentración inicial de CO₂ expresada en porcentaje. V rep. se refiere al volumen del recipiente que contiene a la raíz expresado en cm³; P hace referencia al peso de la raíz y T corresponde al tiempo en horas (h).

Una vez obtenido el valor de ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ se procedió a realizar el cálculo para convertir los ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ a mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, el cual se realizó mediante la ley temperatura–volumen (Ley de Charles) la cual menciona que el volumen de una masa fija de cualquier gas es

directamente proporcional a su temperatura en grados Kelvin, si la presión del gas se mantiene constante.

$$V_2 = V_1 \times (T_2 / T_1)$$

Fórmula 2. Cálculo de la ley temperatura – volumen

Las temperaturas que se utilizan en el cálculo anterior se deben transformar de grados Celsius a grados Kelvin para poder utilizarla.

$$K = ^\circ C + 273$$

Fórmula 3. Cálculo de transformación de grados Celsius a grados Kelvin

Pérdida de peso de las raíces

Para obtener el porcentaje de pérdida de peso de las raíces, se obtuvo el peso en gramos (g), este se determinó a través de una balanza digital con una precisión de $\pm 0,1$ g.

Se reportó como porcentaje de pérdida de peso con respecto al valor inicial según se expresa en la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{\text{Peso inicial (g)} - \text{Peso final (g)}}{\text{Peso inicial (g)}} \times 100$$

Fórmula 4. Cálculo para la determinación del porcentaje de pérdida de peso

Firmeza

Para realizar la determinación de la firmeza expresada en newtons (N), se utilizó un penetrómetro (John Chatillon Dpp–100N 100n x 1N) con punzón en forma de diente de 6 mm de diámetro en la base y 6 mm de altura. Los datos de firmeza se tomaron de la parte central de la raíz (ecuador) con dos mediciones en lados opuesto.

Color de pulpa L, a* y b**

Se midió la coloración de las raíces con un colorímetro digital marca I Wavemodelo WR–10 basado en la escala CIE en donde la coordenada L* es una medida de la luminosidad o brillantez, a* varía desde los valores negativos para el color verde, hasta los positivos para el color rojo y b* va desde los valores negativos para el azul hasta los positivos para el amarillo; donde a* y b* se refieren a coordenadas de cromaticidad.

Para realizar la medición, se realizó un corte longitudinal y se seleccionó una de las dos mitades; en ella se procedió a realizar tres lecturas en la pulpa de la raíz.

Contenido de sólidos solubles totales (grados brix)

El contenido de sólidos solubles totales o grados brix se determinó semanalmente en pequeños segmentos obtenidos de la parte ecuatorial de la raíz. Estos se empacaron en envolturas de aluminio y estas se almacenaron en un congelador a -5 °C.

Al momento de la evaluación, se tomaron entre 30 a 40 g de segmentos de camote y se envolvieron en gasa la cual cumplió la función de filtro, ésta se colocó en un beaker de 50 ml para que se descongelara, una vez descongelada la muestra, se procedió a realizar la determinación de los azúcares con el empleo del refractómetro digital marca Atago Pocket Pal-1 (figura 3).

En cada semana de evaluación se evaluaron muestras diferentes de camotes ya que para realizar esta evaluación, se debió destruir el material vegetal.



Figura 3. Pasos para la determinación de sólidos solubles de camote tipo "Criollo"

Los parámetros de calidad composicional que se evaluaron son los siguientes:

Contenido de azúcares totales

Se empleó la metodología "Determinación de azúcares totales" (versión 1), este método utilizado por el Laboratorio de Tecnología Poscosecha del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) es una variación de la metodología de Wood & Mahalingeshwara (1988), en donde primero se preparó la solución de extracto donde se tomó una muestra de 20 g aproximadamente, a esta se le agregó 50 ml de agua destilada (como solvente) y se procedió a homogenizar la muestra; seguidamente, se tomó un 1,0 ml de la preparación de extracto, a éste se le agregó 1,0 ml de solución de fenol y 5,0 ml de H₂SO₄ (EMSURE®) al 98%. Esta preparación se agitó vigorosamente. Finalmente, se dejó enfriar y en un tiempo no mayor a los 30 min se midió la absorbancia a 490 nm.

Contenido de almidones

Se empleó la metodología de “Determinación de almidón” (versión 1), este método utilizado por el Laboratorio de Tecnología Poscosecha del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) es una variación de la metodología de Nielsen (1943) para determinar almidones; en donde se utilizó ácido perclórico como agente desintegrador muy fuerte, que deja disponibles los almidones para su posterior análisis.

El primer paso fue determinar una masa de 0,5 g de muestra, esta se colocó en un medio básico se adicionaron gotas NaOH 6N hasta que aparezca el color rosado, seguidamente se añadieron gotas de HOAc para neutralizar (el color rosado desaparece) y posteriormente acidificar la muestra. Una vez que desaparece el color rosado, se procedió a agregar KI al 10% y KIO₃ 0,01 N. La acidificación del medio hace que el KIO₃ (FERMONT®) disuelva el yodo del compuesto y este se acompleje con los almidones, que se denota con la coloración azul verdosa. Finalmente, se utilizó el líquido sobrenadante para realizar la lectura en el espectrofotómetro a 640 nm y 700 nm con una alícuota de 6 ml.

Las lecturas obtenidas se utilizan con las lecturas de la curva patrón, la cual se realiza con la aplicación del procedimiento descrito anteriormente, con la excepción que se utiliza almidón de papa soluble con grado ACS (SIGMA-ALDRICH®). Las lecturas obtenidas en el espectrofotómetro a 640 nm y 700 nm se realizan para cada una de las concentraciones que componen la curva las cuales son: 20 µg ml⁻¹, 40 µg ml⁻¹, 60 µg ml⁻¹, 80 µg ml⁻¹, 100 µg ml⁻¹ y 120 µg ml⁻¹.

Contenido de carotenoides

Se utilizó la metodología de “Determinación de clorofila y carotenoides totales” (versión 1), del LTP, CIA. Este método es una modificación de las determinaciones de moléculas de clorofila y carotenoides de Dere et al. (1998), Lichtenthaler y Buschmann (2001a y 2001b) y Roberts (2009).

Se inició con la preparación del extracto, en donde la muestra de tejido de camote fue de 5 g, seguidamente se le agregó 50 ml de acetona (BAKER ANALYZED´® Solvente HPLC) como solvente por cada muestra; después, se maceró el tejido utilizando la mitad del solvente, posteriormente se transvasó el líquido sobrenadante en condiciones de oscuridad, una vez realizado este proceso, se aforó a 50 ml y centrifugó a 4500 rpm por 10 min. Finalmente, se utilizó el líquido sobrenadante para realizar la lectura de pigmentos en el espectrofotómetro.

Contenido de polifenoles totales

Se utilizaron las metodologías “Preparación de la muestra: extracción metanólica” (versión 1) y “Evaluación de polifenoles totales” (versión 1), estos métodos utilizados por el Laboratorio de Tecnología Poscosecha del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) con una variación de la metodología propuesta por Lowry et al (1951) para determinar proteínas con el uso del reactivo de fenoles: Folin Ciocalteu.

Se realizó primero la metodología de extracción metanólica en donde se preparó una muestra de camote de 10 g y se le agregó 15 ml de metanol al 80%, seguidamente se licuó hasta que la solución se homogenizara; después se centrifugó por 15 min a 6.000 rpm, terminado este proceso, se filtró el líquido sobrenadante en otro tubo de ensayo.

El procedimiento anterior se repitió dos veces más y en cada repetición se le agregó 5 ml de metanol al 80% y el líquido sobrenadante se adicionó a los tubos de ensayo. Al final se llevó a un volumen de 25 ml con metanol al 80%.

El segundo paso fue la evaluación de polifenoles totales, en donde se tomaron 500 μ l del extracto y se le agregaron 3 ml de agua destilada, seguidamente se adicionaron 250 μ l del reactivo de Folin Ciocalteu (Reactivo 1:1 agua destilada) (Folin & Ciocalteu's Phenol, Reagent. SIGMA-ALDRICH®) y se dejó reposar por 5 min, después, se le agregó 750 μ l de Na_2CO_3 y se llevó a un volumen de 5 ml con agua destilada. Se agitó y dejó reposar por 60 min. Finalmente, se realizó la lectura de la absorbancia a 750 nm la cual se comparó contra un blanco (metanol 80%).

Contenido de proteínas

Se empleó la metodología del Laboratorio de Suelos y Foliare del Centro de Investigaciones Agronómicas (UCR) para la determinación del contenido de nitrógeno total; para ello se preparó una muestra de camote de 50 g aproximadamente y se entregó al Laboratorio. Con la implementación del procedimiento de determinación de N, el valor obtenido de N se multiplica por un valor de conversión de nitrógeno a proteína que es de 6,25 (FAO, 2003).

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue irrestricto al azar con dos tratamientos de temperatura a 14 °C y otra a 18 °C. Se utilizaron nueve repeticiones por tratamiento y se consideró como unidad experimental una caja de camote de 4,5 kg aproximadamente.

Las raíces de camote se recolectaron de dos fincas que difieren en su origen de suelo y cada uno de estos fue considerado como un experimento independiente.

El análisis de datos que se realizó es un análisis de varianza con una comparación de promedios mediante la prueba de T ($p = 0,05$). Para ello se utilizó el programa de estadística Minitab 17, versión 17. 2. 1. 0.

Tratamientos

Los tratamientos fueron:

Cuadro 3. Tratamientos de temperaturas de almacenamiento

Ensayo	Temperaturas de almacenamiento (°C)
La Tigra	14
	18
Muelle	14
	18

RESULTADOS

Calidad de los camotes al final de los experimentos

Los camotes tipo “Criollo” almacenados a 14 °C y 18 °C presentaron diferentes cambios durante el tiempo de evaluación, como por ejemplo la disminución del peso (pérdida de humedad); otras propiedades como la intensidad del color externo, la respiración y firmeza presentaron una tendencia a disminuir durante el tiempo de evaluación. Ambos tratamientos mantuvieron la sanidad de las raíces al no encontrar incidencia de enfermedades ni pudriciones; además, se logró observar que los camotes presentaban una apariencia sana para su consumo.

Parámetros poscosecha

Tasa de Respiración

La variable tasa de respiración al inicio del experimento de los camotes del ensayo La Tigra, tuvo valores comprendidos entre 36,31 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂ y los 37,43 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂ para ambos tratamientos. En la segunda evaluación que correspondió a los siete días de almacenamiento se observa una disminución de la tasa de respiración para ambos tratamientos y se encuentran diferencias significativas, en donde los camotes almacenados a 14 °C presentaron menores tasas de respiración que las raíces almacenadas a 18 °C. A los 14 días de almacenamiento continuó la tendencia a disminuir la tasa de respiración en ambos tratamientos y se mantuvieron las diferencias significativas entre ambos. En la última evaluación se obtuvieron diferencias significativas entre ambos tratamientos, donde la tendencia fue que los camotes almacenados a 14 °C presentaron menor tasa de respiración que los almacenados a 18 °C (figura 4A).

En la figura 4B en los camotes del ensayo Muelle se encontró que los valores de tasa de respiración al inicio del almacenamiento estuvieron comprendidos entre 23,21 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂ y 26,16 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂. A los siete días de evaluación se observó una disminución de la tasa de respiración en ambos tratamientos y se encontraron diferencias significativas entre ellos. En la tercera evaluación disminuyó la tasa de respiración en el tratamiento de 14 °C e incrementó en el tratamiento de 18 °C y se mantuvieron las diferencias significativas entre tratamientos. Finalmente, a los 21 días de almacenamiento se obtuvieron diferencias significativas entre ambos tratamientos, donde los camotes almacenados a 14 °C presentaron menor tasa de respiración que los que se almacenaron a 18 °C y en ambos tratamientos se observa una tendencia a que los camotes presenten un incremento en la tasa de respiración (figura 4B).

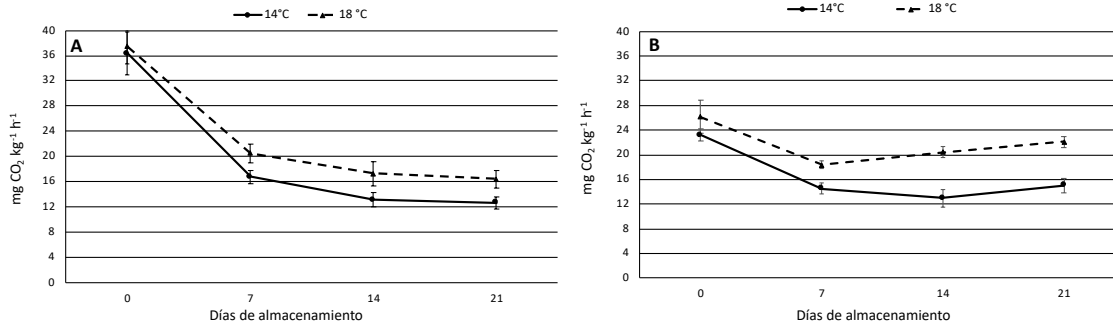


Figura 4. Respiración de raíces de camote tipo "Criollo" cosechado en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Pérdida de peso

A los siete días de almacenamiento los camotes de ambos tratamientos en el ensayo La Tigra presentaron diferencias significativas en los valores de pérdida de peso. La tendencia de perder peso se mantuvo con diferencia significativa entre ambos tratamientos en los 14 días de almacenamiento. Finalmente, en la última evaluación se obtuvieron diferencias significativas entre ambos tratamientos y se observó que, durante el tiempo de evaluación, los camotes bajo el tratamiento de 14 °C perdieron menos peso que los camotes almacenados a 18 °C (figura 5A).

En la figura 5B se observa que a los siete días de almacenamiento los camotes de ambos tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí. En la tercera evaluación que correspondió a los 14 días de almacenamiento, se mantuvo la tendencia a perder peso y la diferencia entre ambos tratamientos. A los 21 días de iniciado el experimento, se presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos y se observó que las raíces que se almacenaron a 14 °C presentaron menores porcentajes de pérdida de peso que las que se almacenaron a 18 °C (figura 5B).

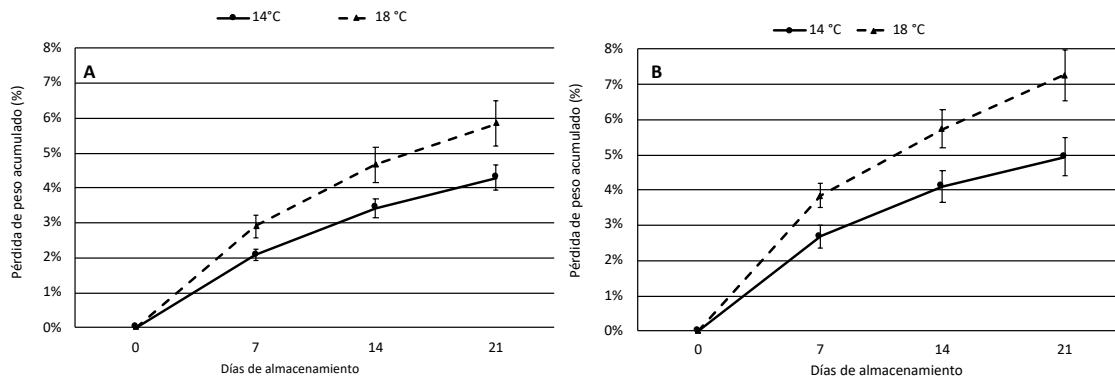


Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso de raíces de camote tipo “Criollo” cosechado en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Firmeza

En el ensayo La Tigra al inicio del experimento, los camotes para ambos presentaron valores de firmeza superiores a los 90 N. En la segunda evaluación, que correspondió a los siete días de almacenamiento, se presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos y los camotes bajo el tratamiento de 14 °C tuvieron mayor resistencia a la penetración que los de 18 °C. A los 14 días de evaluación los dos tratamientos no presentaron disminución en su firmeza según el gráfico a los 14 días la firmeza del tratamiento 18 °C aumentó; es importante señalar que ambos tratamientos presentaron diferencias significativas (figura 6A).

Por último, a los 21 días de almacenamiento, ambos tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí y se obtuvo que las raíces bajo el tratamiento de 14 °C presentaron mayor firmeza que las almacenadas a 18 °C; es importante señalar que, durante el lapso del experimento, los camotes en ambos tratamientos no presentaron una tendencia a disminuir su firmeza (figura 6A).

En el ensayo Muelle, la variable firmeza no presentó diferencias significativas entre tratamientos durante el periodo de evaluación, lo que se puede observar en la figura 6B es que las temperaturas de almacenamiento no alteraron la resistencia a la penetración de los camotes. desde el inicio del experimento la firmeza de los camotes para ambos tratamientos presentó una tendencia a disminuir (figura 6B).

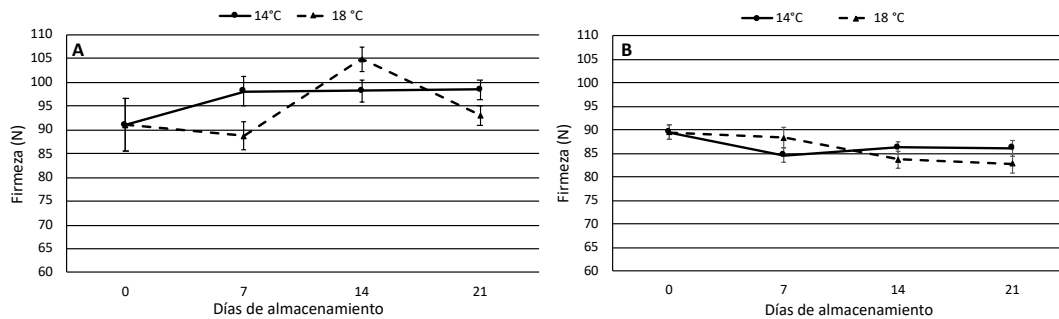


Figura 6. Firmeza(N) de pulpa de raíces de camote tipo “Criollo” cosechado en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Porcentaje de sólidos solubles totales o Grados Brix

La variable de sólidos solubles totales para el primer día de evaluación presentó un valor de 6,54 grados Brix (figura 7A). Para la segunda evaluación que correspondió a los siete días de almacenamiento, se observó una tendencia a incrementar esos valores para ambos tratamientos; sin embargo, no se encuentran diferencias significativas entre estos.

A los 14 días de evaluación, se mantiene el comportamiento de incrementar el valor de grados Brix para ambos tratamientos y sin diferenciarse de manera significativa entre ellos. Finalmente, en la última evaluación que corresponde a los 21 días de evaluación, no se obtuvieron diferencias entre tratamientos y se mantuvo la tendencia a incrementar el valor de grados Brix para ambos (figura 7A).

Los grados Brix en los camotes del ensayo de Muelle (figura 7B) bajo las dos temperaturas de almacenamiento, presentaron una tendencia a incrementar su valor; a los siete días de iniciado el experimento se observó que ambos tratamientos diferían de manera significativa, en donde las raíces almacenadas a 14 °C presentaron un mayor valor de °Brix que las almacenadas a 18 °C.

A los 14 días de almacenaje se presentó una disminución leve, además, a partir de esta evaluación no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Finalmente, en la última evaluación que correspondió a los 21 días de almacenamiento, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, cabe señalar que las raíces almacenadas a 18 °C presentaron una mayor disminución en °Brix en comparación con los camotes bajo el tratamiento de 14 °C (figura 7B).

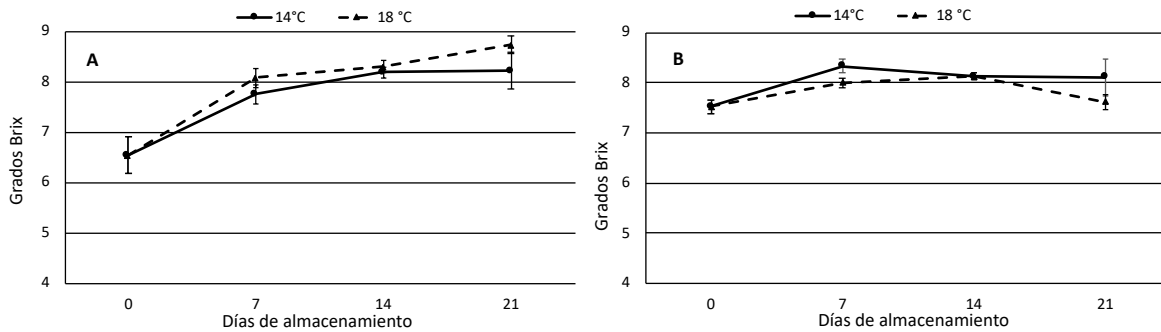
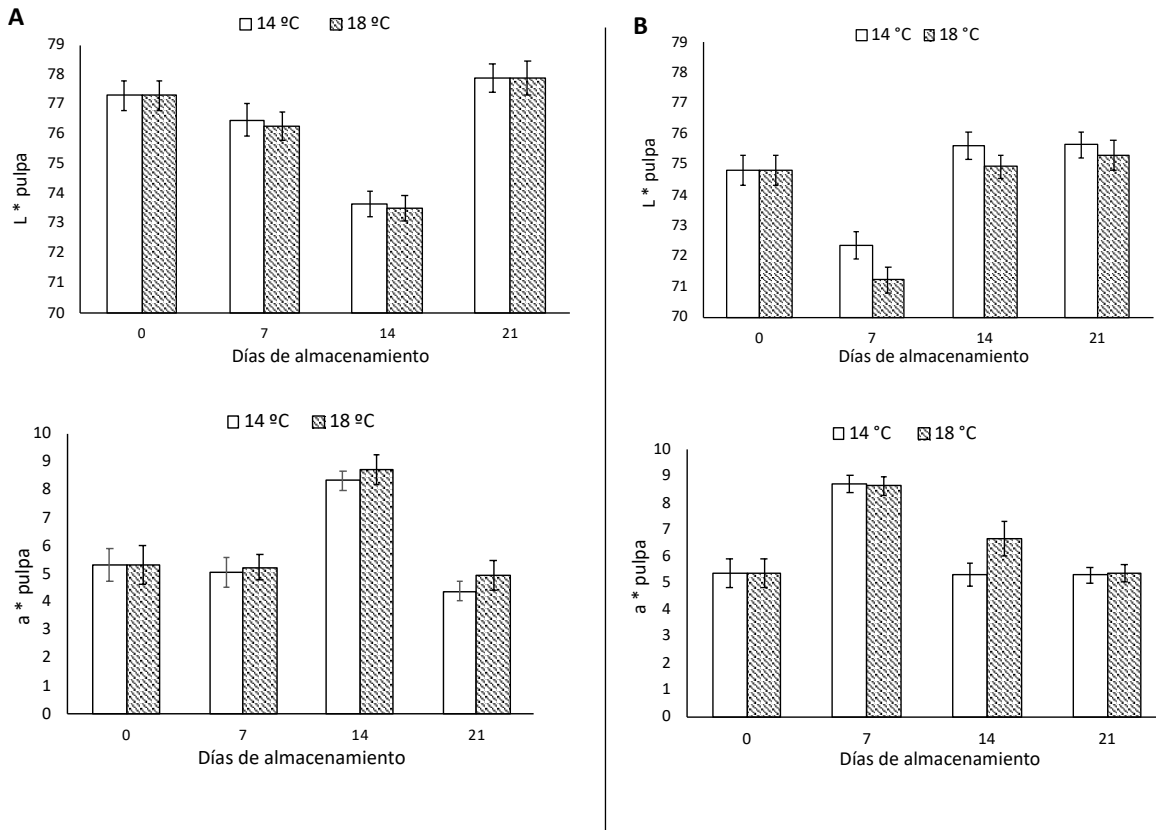


Figura 7. Porcentaje de sólidos solubles totales de raíces de camote tipo “Criollo” en La Tigua (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Color de pulpa L, a* y b**

Para los camotes de ambos ensayos, las variables L*, a* y b* no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos durante la duración del experimento, lo que se observa es que ninguno de los tratamientos causó alteración en el color de los camotes (figura 8A y 8B).



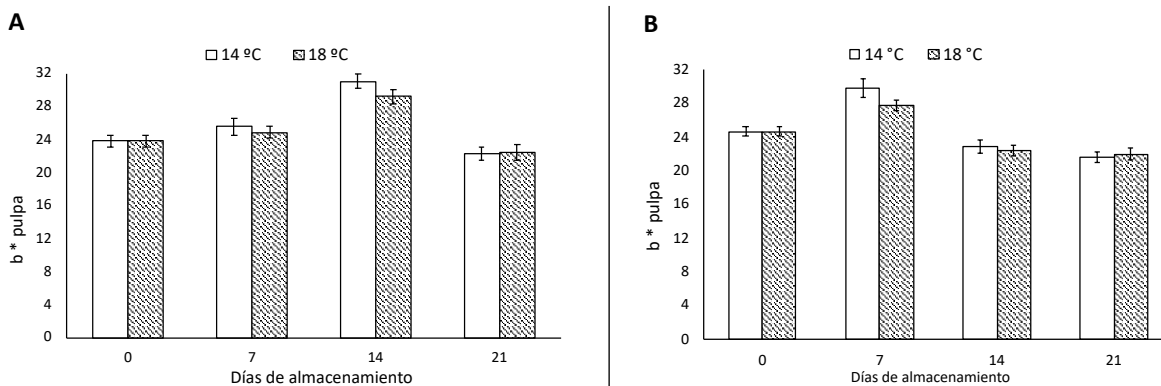


Figura 8. Componentes de color de pulpa de luminosidad L*, a* y b* de camote tipo “Criollo” cosechado en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Parámetros de calidad composicional

Determinación del contenido de azúcares totales

En el ensayo La Tigra (figura 9A) a los siete días de almacenamiento los camotes de ambos tratamientos presentaron diferencias significativas, las raíces almacenadas a 18 °C presentaron mayor porcentaje de azúcares totales que en comparación con los tratados con la temperatura de 14 °C; en ambos tratamientos se presentó un incremento en el contenido de azúcares.

En la tercera evaluación que correspondió a los 14 días de almacenamiento, se mantuvo la tendencia al incremento de azúcares totales en ambos tratamientos y también se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Finalmente, a los 21 días de evaluación, se presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos, donde se obtuvo que los camotes almacenados a la temperatura de 14 °C presentaron mayor contenido de azúcares totales que las raíces almacenadas a 18 °C (figura 9A).

En la variable de azúcares totales en el ensayo de Muelle (figura 9B) se observó que a los siete días de iniciado el experimento, las raíces de ambos tratamientos presentaron diferencias significativas, en donde los camotes bajo el tratamiento de 14 °C presentaron una mayor concentración de azúcares totales en comparación con los almacenados en el tratamiento de mayor temperatura. En la tercera evaluación, que correspondió a los 14 días de almacenaje, se observa una tendencia de incremento de azúcares y las diferencias significativas entre ambos tratamientos no se presentaron. Finalmente, a los 21 días de evaluación se mantuvo un contenido de azúcares totales similar para ambos tratamientos y no se presentaron diferencias significativas (figura 9B).

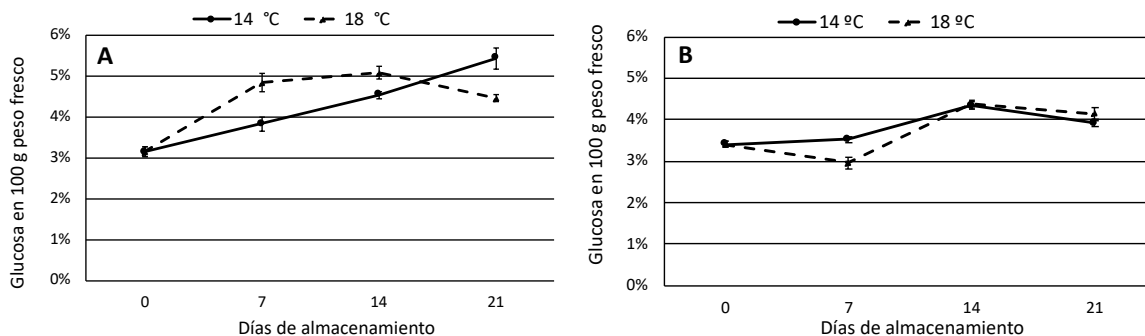


Figura 9. Azúcares totales de raíces de camote tipo “Criollo” cosechado en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Determinación del contenido de almidones

La variable de contenido de almidones de los camotes del ensayo La tigre (figura 10A) para el primer día de evaluación presentó concentraciones superiores al 8% para ambos tratamientos para las lecturas realizadas en las absorbancias de 640 nm y 700 nm (Figura 8). Para la segunda evaluación que correspondió a los siete días de almacenamiento, se observó una leve tendencia en la que el contenido almidones incrementó; ambos tratamientos no presentaron diferencias significativas.

A los 14 días de evaluación, se mantuvo la tendencia a un leve incremento en el contenido de almidones y también a que los tratamientos no se diferenciaron entre sí. Por último, en la última evaluación en ambos tratamientos, se dio una disminución en el contenido de almidones, donde no se presentaron diferencias significativas entre sí y cabe señalar, que la lectura realizada en la absorbancia de 700 nm presentó una mayor disminución en el contenido de almidones que en comparación con la concentración obtenida en la lectura de absorbancia de 640nm. (figura 10A).

Los camotes del ensayo de Muelle desde el inicio del experimento a los siete días de almacenaje se observó una tendencia a que el contenido de almidones disminuyera sin presentar diferencias significativas entre ambos tratamientos (figura 10B). A los 14 días de evaluación, en la lectura de 640 nm se dio un leve incremento en la concentración almidones, sin presentar diferencias significativas entre tratamientos; con las lecturas a 700 nm se mantuvo constante la concentración de almidones, también los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí. Finalmente, en la última evaluación, se presentó una tendencia de disminución de la concentración de almidones en ambos tratamientos y para las dos longitudes evaluadas, donde estos no presentaron diferencias significativas entre sí (figura 10B).

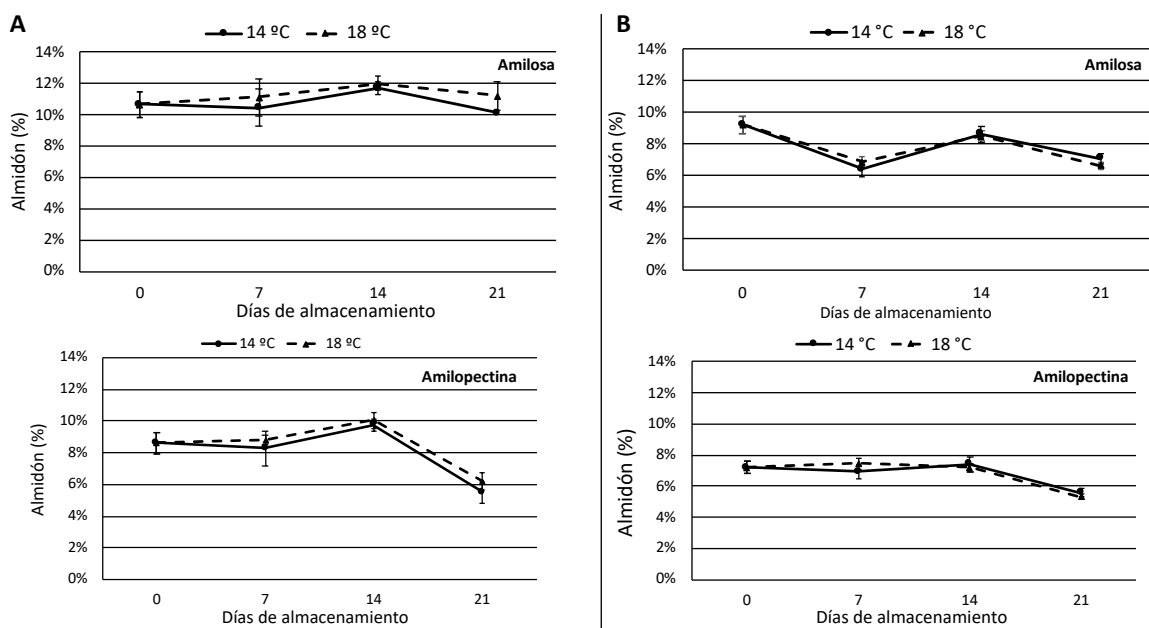


Figura 10. Contenido de almidones en raíces de camote tipo “Criollo” determinado a una absorbancia de 640 nm y de 700 nm, cosechados en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Determinación del contenido de carotenoides

En el ensayo La Tigra la concentración de carotenoides para el primer día de evaluación fue de $8,79 \mu\text{g g}^{-1} \text{pf}^{-1}$ en ambos tratamientos (figura 11A). En la última evaluación para ambos tratamientos, se dio una disminución del contenido de carotenoides; en esta se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, los camotes almacenados a 14 °C presentaron mayor concentración de carotenoides que el tratamiento de mayor temperatura de almacenamiento (figura 11A).

En los camotes del ensayo de Muelle (figura 11B) se observa que para el tratamiento de 14 °C de temperatura de almacenamiento la concentración de carotenoides en camotes no varió en comparación con su evaluación inicial, por otra parte, la temperatura de almacenamiento a 18 °C sí presentó una disminución del contenido de carotenoides en la última evaluación. Se observó que ambos tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí y los camotes almacenados a 14 °C fueron los que perdieron el menor contenido de carotenoides en comparación con el tratamiento de 18 °C.

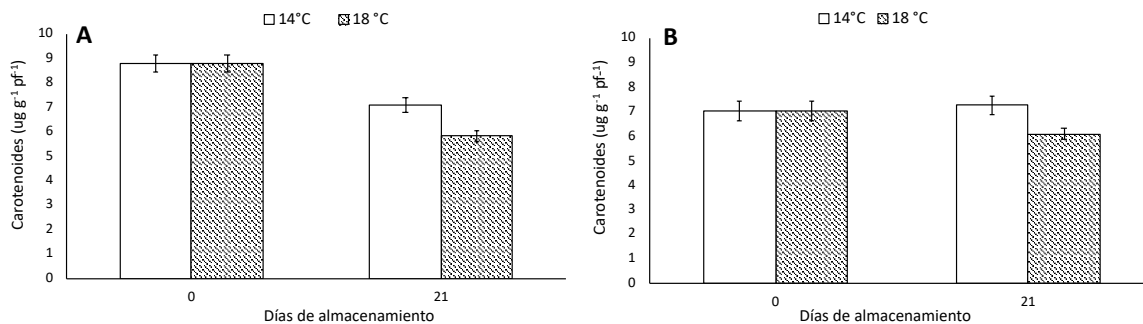


Figura 11. Concentración de carotenoides de raíces de camote tipo “Criollo”, cosechados en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Determinación del contenido de polifenoles totales

Los camotes del ensayo La Tigra a los 21 días de almacenamiento los camotes almacenados bajo los dos tratamientos de temperatura presentaron un incremento en las concentraciones de polifenoles totales; además se observó que las raíces almacenadas a 18 °C presentaron una mayor concentración de polifenoles totales en comparación con las raíces almacenadas a 14 °C, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (figura 12A).

La variable polifenoles totales para los camotes del ensayo de Muelle, en el primer día de evaluación presentó concentraciones superiores al 23% para ambos tratamientos. En la última evaluación que correspondió a los 21 días de almacenaje, los camotes almacenados en las dos temperaturas de almacenamiento presentaron una reducción en la concentración de polifenoles totales. En esta evaluación se observa que no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos (figura 12B).

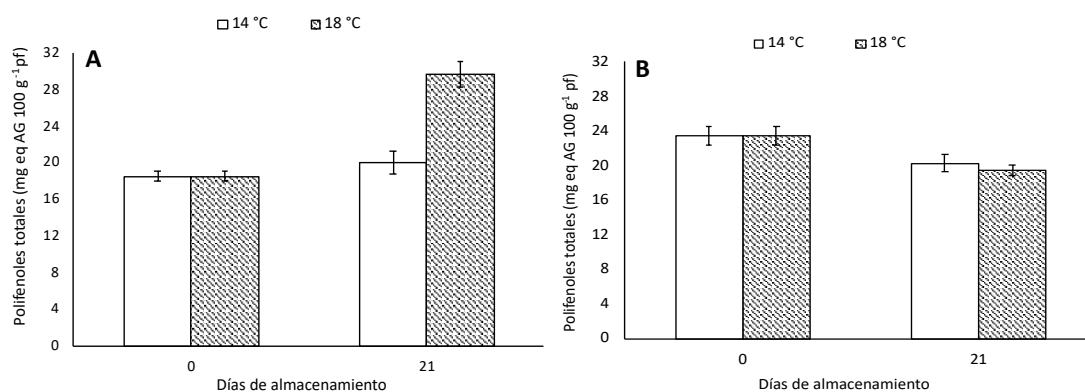


Figura 12. Concentración de polifenoles totales (mg eq. ácido gálico (AG) en 100 gramos de peso fresco) de raíces de camote tipo “Criollo”, cosechados en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

Determinación del contenido proteínico

Sobre la variable de contenido proteínico en los camotes del ensayo La Tigra, en la última evaluación que correspondió a los 21 días de almacenamiento, se observa que las temperaturas de almacenamiento no alteraron las concentraciones de proteínas. Para esta variable, ambos tratamientos no presentaron diferencias significativas (Figura 13A).

Relacionado con la concentración de proteínas de camotes del ensayo de Muelle, se observó que para la temperatura de almacenamiento de 18 °C no varió su contenido proteínico en comparación con su evaluación inicial; en cambio el tratamiento de 14 °C sí presentó un incremento del contenido proteínico. También, se observó que ambos tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí (figura 13B).

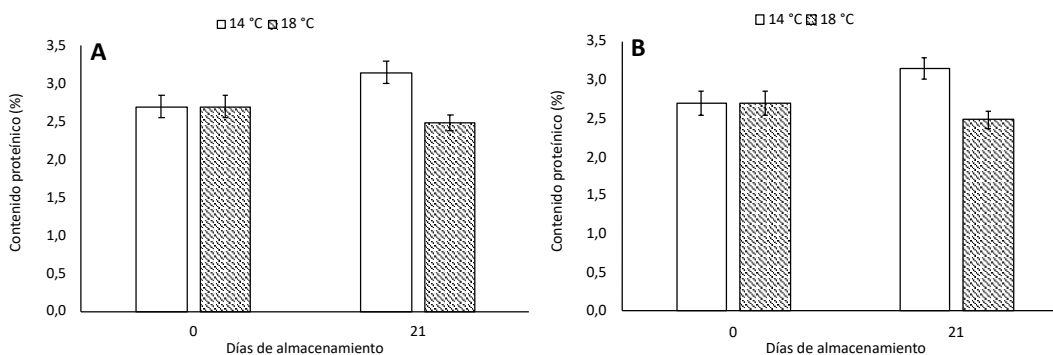


Figura 13. Contenido proteínico de raíces de camote tipo “Criollo”, cosechados en La Tigra (A) y Muelle (B) de San Carlos y evaluados en diferentes días durante el almacenamiento a 14 °C y a 18 °C. Barras verticales indican error estándar con un intervalo de confianza al 95%.

DISCUSIÓN

El proceso de respiración involucra diversas reacciones de enzimas y proteínas que tienen como principal objetivo generar energía (ATP) para diversos procesos metabólicos y es a través de estos procesos que se emplean sustratos como azúcares, almidones y ácidos orgánicos (Romero, 2001).

En ambos ensayos, la tasa de respiratoria ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$) que presentaron las raíces de camote almacenados a 14 °C por 21 días tuvo un comportamiento con tendencia a disminuir, lo que permite inferir que las temperaturas disminuyeron los procesos de respiración; también es importante señalar que los camotes almacenados a 18 °C presentaron mayores tasas de respiración que las raíces almacenadas a 14 °C. Stewart et al. (2000) realizaron una determinación de propiedades físicas y químicas para tres cultivares de camote “Beauregard”, “Hernandez” y “Jewel” almacenados por cuatro meses a 15 °C, 20 °C, 25 °C y 30 °C y un porcentaje de humedad relativa (HR%) del 85%; obtuvieron para todas las variedades evaluadas tasas respiratorias menores a las que se almacenaron a 25 °C y 30 °C.

Garzon y Boyette (2010) evaluaron el efecto de diferentes rangos de temperaturas de almacenamiento durante diez meses en las variedades “Beauregard”, “Convington”, “Evangeline”, “Hatteras” y “Carolina Rose” (de colores de pulpa anaranjadas) y obtuvieron que rangos de temperatura entre los 14,4–16,6 °C y los 16,7–18,8 °C presentaron valores entre los 5,5 a 6,4 $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ y entre los 6,3 a 8,0 $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$, respectivamente; los cuales fueron tasas de respiración inferiores a los obtenidos por el camote tipo “Criollo” en ambos tratamientos y para ambos ensayos; a pesar que en el presente estudio se emplearon temperaturas dentro de los rangos utilizados por los últimos autores. Esta variabilidad probablemente se deba a la diversidad genética que presentan los camotes incluido el tipo “Criollo”.

La variabilidad en tasas de respiración de camotes ha sido evaluada por Cantwell y Suslow (2001) y Stewart et al. (2000) quienes señalan que la variación de tasas de respiración entre cultivares y variedades de raíces de camotes es amplia entre sí y entre temperaturas de almacenamiento.

Como se mencionó, la respiración está influenciada por la temperatura y junto con la humedad relativa del ambiente y la concentración de CO_2 y O_2 , son factores importantes que afectan la calidad y la pérdida de peso en raíces de camote durante su período poscosecha (van Oirschot et al., 2003 y Fonseca et al., 2002).

Los tratamientos de 14 °C en ambos ensayos presentaron porcentajes de pérdida de peso menores al 5% y los camotes almacenados a 18 °C al final del experimento perdieron un porcentaje de peso entre el 5% al 8%, ambos rangos de valores presentados por el camote tipo “Criollo”, se pueden considerar bajos en comparación con otras variedades y cultivares almacenadas en similares condiciones como por ejemplo el cultivar “Georgia Jet” que evaluaron Afeck et al. (1998) en condiciones de almacenamiento de 13 °C y un HR% 90 por un lapso de cinco meses y obtuvieron al mes de evaluación en el tratamiento testigo un porcentaje de pérdida de peso del 14%.

Gopala–Rao (2016) argumenta que a mayores temperaturas que se expongan las frutas y vegetales, se incrementará la tasa de respiración lo que ocasiona que se aumente la pérdida de agua y el peso fisiológico; el argumento anterior aplica para los camotes tipo “Criollo” que se almacenaron a una temperatura de 18 °C ya que presentaron mayores porcentajes de pérdidas de peso que los almacenados a 14 °C.

Similares resultados a los del camote tipo “Criollo” almacenados a 14 °C obtuvieron Wall (2005) en su estudio sobre el efecto de diferentes dosis de radiación con rayos X como tratamiento para extender la vida poscosecha, donde se almacenaron tres variedades de camote “Mokuau”, “Okinawan” y “Yoshida” durante 12 semanas a una temperatura de 15 °C y obtuvieron pérdidas de peso entre los 2,99% al 4,13%, sin presentar diferencias estadísticas entre cultivares y en el tratamiento sin irradiación.

Zaccari et al. (2012) en un estudio donde determinaron variables de calidad poscosecha como la pérdida de peso y la relación de color de pulpa y contenido de β -carotenos en cinco variedades de camote; concluyeron que durante el período de almacenamiento se espera que los camotes pierdan peso ya que se inicia la metabolización de almidón a azúcares simples.

En los dos ensayos, se observó que en general los camotes presentaron una disminución de la intensidad del color externo y que las raíces presentaron una firmeza al tacto “normal” (se puede interpretar que no tiene áreas suaves). En las temperaturas de almacenamiento aplicadas en ambos ensayos, se presentó un rango de fuerza a la penetración entre los 82,89 N a los 104,89 N durante las cuatro evaluaciones; es importante señalar, que los valores de fuerza a la penetración obtenidos presentaron un comportamiento de leve incremento durante la duración del experimento. Estos valores para cada tratamiento en el camote tipo “Criollo” son mayores en comparación con otros estudios que evaluaron la firmeza en otras variedades, cultivares y tipos de camote; sin embargo, se asemejan a la tendencia de leves incrementos durante los tiempos de almacenaje utilizados.

En la investigación realizada por Chacón y Reyes (2009) donde evaluaron el efecto del empaque sobre la textura y el color externo de camotes durante siete días de almacenamiento a 21 °C (tratamiento sin empaque) que de acuerdo con la descripción de los camotes y su origen puede ser que sean del tipo “Criollo”; obtuvieron valores de fuerza a la penetración de 9,29 N; valor que fue inferior a los obtenidos en el ensayo actual. Los autores concluyeron que las condiciones de almacenamiento ensayadas no alteran de manera significativa la dureza de la corteza de los camotes del tratamiento sin empaque, así como el resto de los tratamientos.

Por otra parte, en el estudio realizado por Wall (2005) donde obtuvieron valores iniciales de fuerza a la penetración para los cultivares “Mokuau”, “Okinawan” y “Yoshida” de 128,4 N; 109 N y 100,1 N, respectivamente. Posteriormente a las 12 semanas presentaron valores de 162,4 N; 164,3 N y 165,2 N sin presentar diferencias estadísticas entre cultivares; concluyó que puede ser la genética de cada cultivar la que determina la firmeza de los camotes durante su lapso de almacenaje y también que existe el efecto que provoca el curado de camotes ya que, en la investigación de la autora, los camotes fueron sometidos a condiciones de curado previo al inicio de su experimento.

Una posible razón del incremento de la fuerza a la penetración puede estar asociada a la que detalló Burton (1982), donde determinó que papa almacenada a una temperatura de 15 °C puede generar tejidos suberínicos y peridérmicos de dos a tres días, los cuales crean una capa epidérmica de mayor resistencia que se ha comprobado que funciona para resistir ataques de organismos bióticos y efectos abióticos de su ambiente. McClure (1960) determinó que en camotes ya cosechados se da una acumulación de ácido clorogénico antes de que inicie la suberización y la formación de peridermis, además menciona que durante el proceso se da lignificación en los tejidos de superficies que presentan alguna cicatriz o en el corte del extremo proximal.

Una vez que se cosechan los camotes, se inicia un proceso de formación de las enzimas α -amilasas las cuales en unión con la acción de las enzimas β -amilasas, provocan la conversión de los almidones y carbohidratos estructurales en azúcares simples (Hertog et al. 1997). Desde un punto de vista comercial, los cambios metabólicos anteriores se traducen en un camote más suave y en un sabor más dulce.

Los porcentajes de sólidos solubles totales y el contenido de azúcares totales obtenidos bajo las dos temperaturas de almacenamiento en los dos ensayos presentaron incrementos leves durante los días de evaluación, resultados similares obtuvieron Zhang et al. (2002) donde evaluaron los cambios bioquímicos en seis genotipos de camote, los cuales se

almacenaron por un lapso de 180 días a una temperatura de 20 °C y a una HR de 75%, cuyo rango de contenidos de azúcares se presentaron entre el 4,8% al 12,5%. Similares resultados obtuvieron Lai et al. (2013) donde evaluaron la composición de azúcares de siete cultivares de camote y obtuvieron que los valores varían entre los 4,5% a los 8,41%.

Huang et al. (2014) evaluaron el comportamiento de tres cultivares de camote a una temperatura de almacenamiento de 15 °C por 98 días y desde el inicio del almacenamiento y hasta los 28 días obtuvieron un rango de valores de azúcares totales entre el 6,8% al 7,8% y un porcentaje de pérdida de peso entre los 7,9% al 9,0% para los tres cultivares evaluados; los mismos autores concluyeron que el leve incremento en las concentraciones de azúcares se deba a las pérdidas de peso (pérdida de agua) que se da por el proceso de respiración de las raíces durante el tiempo de almacenaje. Los resultados presentados por el camote tipo “Criollo” son similares a los obtenidos por los de Huang et al. (2014) y es probable que para los camotes tipo “Criollo” se presente la relación directamente proporcional entre mayor pérdida de peso mayor concentración de azúcares totales.

Relacionado con la medición de °Brix, Zaccari et al. (2012) obtuvieron para los cinco cultivares de camote que evaluaron valores de °Brix entre los 8,5 a los 14,9 durante los primeros 30 días de almacenamiento; rango de valores similar a los presentados por el camote tipo “Criollo”; los autores concluyeron que los contenidos de azúcares obtenidos puedan deberse a que las condiciones de almacenamiento permitieron una mayor hidrolización de almidones y que este proceso probablemente es afectado en similar magnitud por las temperaturas de almacenamiento usadas en el experimento.

Lo anterior lo sustenta la investigación realizada por Zhang et al. (2002) donde descubrieron una reducción del almidón durante el lapso de almacenamiento y lo relacionaron con un incremento de la actividad de las enzimas α -amilasas; además determinaron una alta correlación ($r= 0,80$; $P= 0,06$) entre la disminución del almidón y la actividad de la α -amilasa en los primeros 60 días de iniciado el almacenamiento.

Las concentraciones de azúcares totales presentadas por los camotes del ensayo Muelle, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos al final del experimento, este comportamiento fue similar a los cuatro cultivares de camotes evaluados por Adu-Kwarteng et al. (2014) donde determinaron el contenido de azúcares por un lapso de almacenamiento de tres semanas y concluyeron que es probable que los cultivares evaluados presenten una alta concentración de inhibidores de las α -amilasas durante el período de evaluación.

Las concentraciones de almidón de los camotes tipo “Criollo” en ambos ensayos presentaron durante el experimento una tendencia a disminuir sus contenidos de almidón, es probable que este se deba a que una vez que se cosechan los camotes, se inicia un proceso de formación de las enzimas α -amilasas las cuales en unión con la acción de las enzimas β -amilasas, provocan la conversión de los almidones y carbohidratos estructurales en azúcares simples (Hertog et al. 1997).

Las temperaturas de almacenamiento lograron mantener similares concentraciones de almidón hasta los 14 días ya en la última se dio una disminución aproximada del 2% del contenido. En el caso de los camotes tipo “Criollo” no se pudo determinar diferencias entre el efecto de las temperaturas de almacenamiento sobre los contenidos de almidón, probablemente porque ambas temperaturas (14 °C y 18 °C) lograron disminuir el proceso de retrogradación y así retrasar la conversión de almidones a azúcares (Hu et al., 2011)

El momento de cosecha no fue un factor que no se determinó de manera cuantitativa en este estudio, para su determinación se basó en el criterio de experto del productor en el que mencionó que los momentos de cosecha del camote tipo “Criollo” varían entre los 3,5 a los 4 meses y que inclusive a los 3 meses ha tenido la posibilidad de cosechar camotes de calidad comercializable, lo cual lo determina al realizar un muestreo en campo del tamaño de los camotes. No conocer de manera exacta el momento idóneo para realizar la cosecha, pudo haber afectado la concentración inicial de almidones de los camotes tipo “Criollo”, ya que los cultivos de ambos ensayos se cultivaron entre los 90 a 100 días según el criterio de cosecha del productor.

Toyama et al. (2003) argumentaron que la falta de determinación del momento de cosecha puede afectar el contenido de almidones en raíces de camote, en el sentido en que sí se posterga el momento de cosechar, los camotes pueden tener avanzado su proceso de “retrogradación” y haberse deteriorado varias cadenas de amilosas y amilopectinas y en el caso de una cosecha temprana, es probable que se tenga un menor desarrollo de ambas cadenas componentes del almidón.

Las dos temperaturas de almacenamiento para el ensayo de La Tigra y el tratamiento de 18 °C del experimento de Muelle presentaron menores concentraciones de carotenoides al final de los experimentos, probablemente se deba al efecto de la temperatura; ya que en el caso de los camotes tipo “Criollo” se presentó que los tratamientos a 18 °C presentaron menores concentraciones de carotenoides en comparación con las raíces almacenadas a 14 °C.

De acuerdo con los valores de las variables de color L^* , a^* y b^* y la concentración promedio de carotenoides que se obtuvo para las raíces almacenadas en ambos tratamientos en los dos ensayos, el camote tipo "Criollo" puede ser clasificado con un color de pulpa "cremoso" (figura 14) (Tomlins et al., 2012); pigmentación que podría estar relacionada a una mayor concentración de carotenoides en comparación con los camotes de pulpa blanca, pero menor a los camotes que tienen pulpa de color anaranjada.

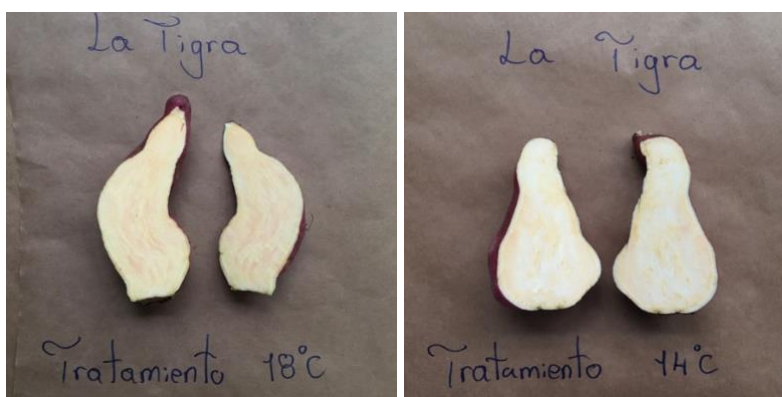


Figura 14. Coloración de pulpa de camotes tipo "Criollo" a los 21 días de almacenamiento

Lo anterior se puede justificar con el estudio de perfiles de propiedades físico químicas realizado por Tang et al. (2015) de cinco especies de camote, "Gui 04-53" de color lila, "Gui 09-75" de color amarillo, "Guishu #2" de color blanco, "Guineng 05-6" de color anaranjado y "Guijingshu 09-7" de color morado y además evaluaron los valores de color con el modelo tridimensional L^* , a^* y b^* ; los datos obtenidos por el camote de color amarillo son similares a los obtenidos por el camote tipo "Criollo" en los valores de a^* y b^* y contenido de carotenoides, valores que fueron mayores a los presentados por el camote de color blanco y menores a las raíces de colores lila, morado y anaranjado.

En la investigación realizada por Zaccari et al. (2012) obtuvieron que los cultivares de camote de pulpa anaranjada "Beauregard" e "INIAE9227" presentaron concentraciones de carotenoides mayores a los otros tres cultivares que tienen pulpa blanca. Islam et al. (2016) determinaron el contenido de carotenoides y de β -carotenos en camotes de pulpa anaranjada, pulpas de color amarillas, cremosas y blancas, donde obtuvieron que las variedades de pulpa anaranjada presentaron contenidos de carotenoides superiores a los pulpas de colores más pálidos, el rango de contenido de carotenoides obtenido por los camotes de pulpa anaranjada fue de los $19,31 \mu\text{g g}^{-1}$ a los $61,94 \mu\text{g g}^{-1}$ y los camotes de pulpa blanca fue de $1,02 (\pm 0,05) \mu\text{g g}^{-1}$ a los $5,64 (\pm 0,56) \mu\text{g g}^{-1}$. Relacionado con las concentraciones obtenidas en las variedades de pulpas de colores más pálidos, estas son similares a las obtenidas por el camote tipo "Criollo".

Las relaciones de las pigmentaciones de la pulpa con los compuestos composicionales en camotes no solo aplican para la relación pigmentos/carotenoides, también se han realizado investigaciones en las que se relacionan las pigmentaciones con las concentraciones de polifenoles totales.

La investigación realizada por Tang et al. (2015) donde realizaron perfiles de propiedades físico-químicas de cinco especies de camotes de diferentes colores, concluyeron que las especies de color de pulpa más pálidas tienen menor concentración de ácido gálico que las especies de color morado. Grace et al. (2014) evaluaron los cambios bioquímicos de cuatro cultivares de camote “NCPUR 06–020” de color de pulpa morada, “Covington” de color anaranjado y altamente comercializable en los EE. UU., “Yellow Covington” de color de pulpa amarillo claro y “NC 07–847” de color de pulpa amarilla almacenados a cuatro y ocho meses en una temperatura de 15 °C y una HR entre el 80–85% y obtuvieron que el cultivar de pulpa morada presentó una concentración de fenoles totales del 39,92 mg g⁻¹ ácido clorogénico, la cual fue una concentración 13 veces mayor a los presentados por los otros tres cultivares.

La conclusión a la que llegaron los investigadores anteriores, contrasta con los datos obtenidos para el camote tipo “Criollo”, ya que la menor concentración de polifenoles totales fue de 18,54 mg eq AG 100 g⁻¹ pf⁻¹, contenido que fue mayor al contenido presentado por la especie de color de pulpa morado evaluado por Grace et al. (2014); además, el camote tipo “Criollo” tiene un color pulpa cremoso (entre amarillo y blanco) y cuya dimensión de color a* y b* lo relacionan con la especie de color amarilla evaluada por Tang et al. (2015).

Los camotes tipo “Criollo” evaluados en el ensayo de La Tigra presentaron incrementos en las concentraciones de polifenoles totales (meq. ácido gálico) durante el tiempo de almacenaje, donde el aumento de la concentración polifenoles totales para la temperatura de almacenaje de 18 °C fue 11,2 mg eq AG 100 g⁻¹ pf⁻¹. Este comportamiento fue similar a los obtenidos por Ishiguro et al. (2007) donde evaluaron el contenido polifenólico de cuatro cultivares de camote “Benimasari” de color de pulpa amarillo, “Koganensengan” con color de pulpa amarilla, “J–Red” de color de pulpa anaranjada y “Murasakimasari” de color de pulpa morada, a una temperatura de 15 °C y por un lapso de 37 días y obtuvieron a los 26 días de almacenamiento en los cultivares de colores amarillos contenidos de polifenoles de 4 a 5,6 mg eq. ácido clorogénico 100 g⁻¹ pf⁻¹ y anaranjados el mismo comportamiento.

El ensayo de la Tigra presentó un comportamiento de incremento de la concentración de polifenoles totales durante el experimento. Resultados similares obtuvieron Ishiguro et al.

(2007) donde indican de la importancia de implementar una temperatura óptima (15 °C) y que se mantenga constante en condiciones de almacenaje, para mantener un deseable desempeño fisiológico asociado con compuestos polifenólicos. En los tratamientos implementados en el ensayo de Muelle, los camotes tipo “Criollo” presentaron el comportamiento de disminuir las concentraciones de polifenoles totales; tendencias similares obtuvieron Grace et al. (2014) ya que en los cuatro cultivares se da una disminución de las concentraciones de fenoles totales durante el lapso de almacenamiento (cuatro y ocho meses). Es importante señalar, que el cultivar de color morado llegó a perder el 14% de su concentración de fenoles totales; en los otros tres cultivares fue despreciable la disminución que presentaron; una situación similar sucedió con los camotes en el ensayo de Muelle.

Otra posible casusa de la degradación de fenoles totales durante el proceso de almacenaje a temperaturas recomendadas como óptimas, se deba a la activación de un sistema de enzimas que tienen antocianinas, polifenol oxidasas (PFO) y peroxidasas (POD) (Shi et al., 1992). Todas estas enzimas en presencia de oxígeno molecular catalizan la oxidación de compuestos fenolíticos, lo que provoca que se disminuya la calidad organoléptica y nutricional de las frutas y vegetales, estas enzimas se encuentran distribuidas en tejidos vegetales y su concentración varía según la especie, variedad, grado de madurez, temperatura y pH (Ortega–García et al., 2010).

Los camotes han sido de interés para la alimentación humana, ya que sin importar el color de pulpa o la variedad, todas aportan un alto valor nutricional como proteínas hasta en un 10%, vitaminas A, E y C y ácido fólico, sales minerales como Ca, Fe y P (García–Méndez et al., 2016). El tipo de camote “Criollo” no queda excluido de aportar contenidos proteínicos, las concentraciones presentadas en ambos tratamientos de ambos ensayos que van de un 2,0% a un 3,0% pueden considerarse bajas ya que en una investigación realizada por Techeira et al. (2014) definieron como un rango de concentración “alto” de proteínas valores que van desde los 3,73% a los 10,01%.

Las proteínas al igual que otras propiedades composicionales del camote, pueden presentar una relación directamente proporcional con la pigmentación de pulpa que presenten, lo anterior lo infiere Techeira et al. (2014) donde determinaron las propiedades físico químicas de tres tipos de camote con diferentes colores de pulpa, anaranjado, blanco y morado; y obtuvieron que los camotes de color anaranjado presentaron mayores contenidos proteínicos (12,33%) que los de color blanco (9,46%) y morado (4,67%). Los resultados presentados por camote tipo “Criollo” bajo las dos temperaturas de almacenamiento y en los dos ensayos son menores con los resultados presentados por los investigadores y para

el caso del camote tipo “Criollo”, no se puede hacer la relación el color de pulpa con la concentración de proteínas.

Lo anterior se puede justificar con los resultados obtenidos por Maloney et al. (2014) donde presentaron contenidos proteínicos mayores al 6% e indican que los camotes que presentan estas concentraciones es probable que las esporaminas posean varios puntos de anclaje hacia las enzimas digestivas y contraen su efecto. Es probable que las cadenas de proteínas en el camote tipo “Criollo” sean más compactas o tengas menos puntos de anclaje para retener el efecto de enzimas digestivas, por lo tanto, las cadenas proteínicas se degradan y se obtiene menor contenido de proteínas. Es importante señalar, que a pesar de que los contenidos proteínicos de los camotes pueden ser considerados “bajos” en comparación con otras fuentes vegetales como papa, maíz, arroz y trigo; las raíces de camote no dejan de ser una opción con un alto potencial nutricional (Rodrigues et al. 2016).

CONCLUSIONES

- Los camotes almacenados bajo los dos tratamientos de ambos ensayos presentaron de los 0 (cero) a los 7 días de almacenamiento la mayor tasa de pérdida de peso.
- Los camotes almacenados a 18 °C en ambos ensayos presentaron mayores tasas respiratorias y porcentajes de pérdida peso.
- En el ensayo La Tigra, los camotes almacenados a 14 °C presentaron una mayor firmeza que los almacenados a 18 °C.
- Los camotes almacenados a 14 °C en ambos ensayos presentaron menores pérdidas en los contenidos de carotenoides, polifenoles y proteínas.
- No se evidenciaron diferencias en el efecto de las temperaturas de almacenamiento sobre el contenido de azúcares totales y °Brix.
- Ambos tratamientos del ensayo de Muelle disminuyeron las concentraciones de almidones al final del experimento.
- Las dos temperaturas de almacenamiento en ambos ensayos no generaron cambios significativos en la variable de firmeza y las mediciones de color de pulpa L*, a* y b*.

RECOMENDACIONES

- Repetir esta investigación con camotes producidos en otras zonas productoras del país como Pérez Zeledón y Guanacaste, con el objetivo de verificar la información presentada en este estudio.
- Realizar determinaciones con mayor frecuencia de compuestos fenólicos, carotenoides y proteínas, con el objetivo de determinar el comportamiento de estos compuestos en el camote tipo “Criollo”.
- Ampliar la investigación en carotenoides de camote enfocado en la concentración de β -carotenos, ya que existe una importancia a utilizar este tipo de carotenoide como fuente de vitamina A en varias dietas de diversos países.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, J. A. 1999. Quality Measurements of Fruits and Vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15, 207–225p.
- ADU–KWARTENG, E., SAKYI–DAWSON, E., AYERNOR, G., DEN TRUONG, V., SHIH, F. & DAIGLE, K. 2014. Variability of Sugar in Staple–Type Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Cultivars: The Effects of Harvest Time and Storage. *International Journal of Food Properties* 17, 410–420p.
- AFECK, U., ORESTEIN, J. & NURIEL, E. 1998. Increase Quality and Prolonged Storage of Sweet Potatoes in Israel. *Phytoparasitica* 26 (4), 307–312.
- AHMED, M., AKTER, M. S. & EUN, J. B. 2010. Impact of α -amylase and Maltodextrin on Physicochemical, Functional and Antioxidant Capacity non Spray–Dried Purple Sweet Potato Flour. *Journal of Science of Food and Agriculture* 90, 494–502p.
- ANASTÁCIO, A. & CARVALHO I. S. 2013. Spotlight on PGI Sweet Potato from Europe: Study of Plant Part, Time and Solven Effects on Antioxidant Activity. *J. Food Biochemistry* 37, 628–637p.
- BIRTH, G.S. 1976. How Light Interacts with Foods. En: *Quality Detection in Foods*, Gaffney, J.J. Jr. (Ed). American Society for Agricultural Engineering, St. Joseph, MI, EE. UU. 6–11p.
- BORS, W. & MICHAEL, C. 2002. Chemistry of the Antioxidant Effect of Polyphenols. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 957, 57–69p.
- BOVELL–BENJAMIN, A. C. 2007. Sweet Potato: A review of its Past, Present, and Future Role in Human Nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research* 52, 1–59p.
- BURTON, W. G. 1982. *Postharvest Physiology of Food Crops*. Longman Group Ltd. Harlow, United Kindomg. 339p.
- CANTWELL M. & SUSLOW T. 2001. Sweet Potato. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Disponible en: http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=34&ds=799 y revisado el 09 de octubre de 2016.
- CARRASQUERO–DURÁN A. & NAVAS P. B. 2015. Determinación de Amilosa en Presencia de Amilopectina en Almidón de Arroz Aplicando la Espectroscopía Derivada. *Alimentos, Ciencia e Investigación* 23 (1), 11–20p.

- CARVALHO, I., S., CAVACO, T., CARVALHO, L. M. & DUQUE, P. 2010. Effect of Photoperiod on Flavonoid Pathway Activity in Sweet Potato. (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Leaves. Food Chemistry 118, 384–390p.
- CASTILLO, R., BRENES, A. & GÓMEZ–ALPÍZAR L. 2014. Evaluación Agronómica de Trece Genotipos de Camote (*Ipomoea batatas* L.). Agronomía Costarricense 38 (2), 67–81p.
- CHACÓN, A. & REYES, Y. 2009. Efecto del Empaque sobre la Textura y el Color de Camote (*Ipomoea batatas* L.) durante el Proceso de “Curado”. Agronomía Mesoamericana 20 (1), 47–57p.
- CHAN, K. W., CHONG, N. M. H., IQBAL, S., UMAR, I. M. & ISMAIL, M. 2012. Antioxidant Property Enhancement of Sweet Potato Flour under Simulated Gastrointestinal pH. International Journal of Molecular Sciences 13, 8987–8997p.
- DERE, S., GÜNES, T. & SIVACI, R. 1998. Spectrophotometric Determination of Chlorophyll–A, B and Total Carotenoid Contents of some Algae Species Using Different Solvents. Turkish Journal of Botany 22, 13–17 p.
- DOMÍNGUEZ, P. 1992. Utilización de Camote (*Ipomoea batatas*) en la Alimentación de los Cerdos. En: Desarrollo de Productos de Raíces y Tubérculos. Volumen II–América Latina. Memorias del Taller sobre Procesamiento, Comercialización y Utilización de Raíces y Tubérculos en América Latina. (Editores: Scott, G. E., Herrera, E., Espinola, N., Daza, M., Fonseca, C., Fano, H. & Benavides, M.) 08–12 de abril, 1991. En ICTA, Villa Nueva de Guatemala. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 223–231p.
- DONADO–PESTANA, C., SALGADO, J., OLIVEIRA RIOS, A., SANTOS, P. & JABLONSKI, A. 2012. Stability of Carotenoids, Total Phenolics and in vitro Antioxidant Capacity in the Thermal Processing of Orange–Fleshed Sweet Potato (*Ipomoea batatas* Lam.) Cultivars Grown in Brazil. Plant Foods for Human Nutrition 67, 262–270p.
- ENGEL, F. 1970. Exploration of the Chilcá Canyon, Perú. Current Anthropology 2 (1): 55–58p.
- FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas). 2003. Methods of Food Analysis. En: Food Energy–Methods of Analysis and Conversion Factors, ed. FAO, Food and Nutrition Paper 77. Report of a Technical Workshop. Roma, Italia. 7–12p.
- FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas). 2012. Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Tubers. Disponible en: <http://www.feedipedia.org/node/745> y revisado el 09 de octubre de 2016.

- FAOSTAT (División de estadísticas de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas). 2018. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> y revisado el 18 de octubre de 2018.
- FOLQUER, F. 1978. La Batata (Camote); Estudio de la Planta y su Producción Comercial. Editorial Hemisferio Sur. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). San José, Costa Rica 144p.
- FONSECA, S. C., OLIVEIRA, F. A. R. & BRECHT, J. 2002. Modelling Respiration Rate of Fresh Fruits and Vegetables for Modified Atmosphere Packages: A Review. *Journal of Food Engineering* 52, 99–119p.
- GAJANAYAKE, B., RAJA, K., SHANKLE M., ARANCIBIA, R. & VILLORDON, A. 2014. Quantifying Storage Root Initiation, Growth, and Developmental Responses of Sweetpotato to Early Season Temperature. *Agronomy Journal* 106 (5), 1795–1804p.
- GARCÍA-MÉNDEZ, A., PÉREZ-DARNIZ, M., GARCÍA-MÉNDEZ, A. & MADRIZ-IZTÚRIZ, P. 2016. Caracterización Poscosecha y Composición Química de la Batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Variedad Topera. *Agronomía Mesoamericana* 27 (2), 287–300p.
- GARZON, J. & BOYETTE, M. 2010. Modeling Respiration Rate of Five Varieties of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) at Different Temperature Ranges by Applying the Mass Balance Principle. Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695. EE. UU. 19p.
- GEORGE, J. B. & KAMARA, J. 1988. Losses in Seven Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) clones stored under traditional conditions in Sierra Leone. *Acta Horticulturae* 218, 375–384p.
- GOPALA-RAO, C. 2016. Postharvest Physiology of Fruits and Vegetables. En: *Engineering for Storage of Fruits and Vegetables: Cold Storage, Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Storage*. Ed., Gopala-Rao, C. Academic Press, Elsevier Inc. Cambridge, MS. EE. UU. 13–38p.
- GRACE, M., YOUSEF, G., GUSTAFSON, S., TRUONG, V., YENCHO, G. & LILA, M. 2014. Phytochemical Changes in Phenolics, Anthocyanins, Ascorbic Acid and Carotenoids Associated with Sweetpotato Storage and Impacts on Bioactive Properties. *Food Chemistry* 145, 717–724p.
- HERNÁNDEZ, R. 1995. Cultivo de la Batata. Series Cultivos. Boletín Técnico No. 24. Fundación de Desarrollo Agropecuario Inc. Santo Domingo, República Dominicana. 36p.
- HERTOG, M., TIJSKENS, M. & HAK, P. 1997. The Effects of Temperature and Senescence on the Accumulation of Reducing Sugars During Storage of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tubers: A Mathematical Model. *Postharvest Biology and Technology* 10, 67–79p.

- HOOVER, M. W., WALTER, W. M. & GIESBRECHT, F. G. 1983. Method of preparation and sensory evaluation of sweet potato patties. *Journal of Food Science* 48(5): 1568 – 1569p.
- HU, W., JIANG, A., JIN, L., LIU, C., TIAN, M. & WANG, Y. 2011. Effect of Heat Treatment on Quality, Thermal and Pasting Properties on Sweet Potato Starch During Yearlong Storage. *J. Sci. Food Agric.* 91, 1499–1504 p.
- HUAMÁN, Z. 1992. Botánica Sistemática y Morfología de la Planta de Batata o Camote. *Boletín de Información Técnica* 25. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 22p.
- HUANG, C., LIAO, W., CHAN, C. & LAI, Y. 2014. Storage Performance of Taiwanese Sweet Potato Cultivars. *J. Food Sci. Technol.* 51 (12), 4019–4025p.
- ISHIGURO, K., NODA, T., KITAHARA, K. & YAMAKAWA, O. 2000. Retrogradation of Sweetpotato Starch. *Starch/Stärke* 52, 13–17p.
- ISHIGURO, K., NODA, T. & YAMAKAWA, O. 2003. Effect of Cultivation Conditions in Retrogradation of Sweet Potato Starch. *Starch/Stärke* 55, 564–568p.
- ISHIGURO, K., YAHARA, S. & YOSHIMOTO, M. 2007. Changes in Polyphenolic Content and Radical-Scavenging Activity of Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) during Storage at Optimal and Low Temperatures. *J. Agric. Food Chem.* 55, 10.773–10.778p.
- ISLAM, S., NUSRAT, T., BEGUM, P. & AHSAN, M. 2016. Carotenoids and β -carotene in Orange Fleshed Sweet Potato: A Possible Solution to Vitamin A Deficiency. *Food Chemistry* 199, 628–631p.
- KAY, D. E. 1973. *Crop and Product Digest En: Root Crops*. Tropical Products Institute. Londres, Inglaterra. 245p.
- KAYS, S. 1998. Sweetpotato. Departamento de Horticultura. Universidad de Georgia. Estados Unidos. 6p.
- KEUNEN, E., PESHEV, D., VANGRONSVELD, J., VAN DEN ENDE, W. & CUYERS, A. 2013. Plant Sugars are Crucial Players in the Oxidative Challenge during Abiotic Stress: Extending the Traditional Concept. *Plant Cell Environ.* 36, 1.242–1.255p.
- LAI, Y., HUANG, C., CHAN, C., LIEN C. & LIAO, W. 2013. Studies of Sugar Composition and Starch Morphology of Baked Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *J. Food Sci. Technol.* 50 (6), 1193–1199p.

- LICHTENTHALER, H. & BUSCHMANN, C. 2001a. Extraction of Photosynthetic Tissues: Chlorophylls and Carotenoids. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* F4. 2. 1.
- LICHTENTHALER, H. & BUSCHMANN, C. 2001b. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV–VIS Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* F4.3.1.
- LIM, S., XU, J., KIM, J., CHEN, T. Y., SU, X., STANDARD, J & WANG, W. 2013. Role of Anthocyanin Enriched Purple Fleshed Sweet Potato p40 in Colorectal Cancer Prevention. *Molecular Nutrition And Food Research* 57, 1908–1917p.
- LIN, Y. C., CHEN, H. M., CHOU, I. M., CHEN A. N., CHEN, C. P., YOUNG, G. H. & JUANG, R. H. 2012. Plastidial Starch Phosphorylase in Sweet Potato Roots is Proteolytically Modified by Protein–Protein Interaction with the 20S Proteasome. *PLoS ONE* 7, e35336.
- LOUISIANA STATE UNIVERSITY AGRICULTURAL CENTER (LSUAgCenter). 2004. Curing and Storing Sweet Potatoes. Disponible en http://www.lsuagcenter.com/topics/crops/sweet_potatoes/lsu-agcenter-horticulturist-discusses-curing-and-storing-sweet-potatoes y revisado el 08 de noviembre de 2016.
- LOUISIANA STATE UNIVERSITY AGRICULTURAL CENTER (LSUAgCenter). 2008. Curing Sweet Potatoes. Disponible en https://www.lsuagcenter.com/portals/our_offices/parishes/st%20landry/features/anr/sweet_potatoes/curing-sweet-potatoes y revisado el 03 de enero de 2019.
- LOWRY, O., ROSEBROUGH, N., FARR, A. & RANDALL, J. 1951. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *The Journal of Biological Chemistry*. 265–275p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica). 2007. Caracterización y Plan de Acción para el Desarrollo de la Agrocadena de Raíces y Tubérculos Tropicales en la Región Huetar Norte. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/ac-raices-rhn-2007-resumen.pdf> y revisado el 08 de octubre de 2016.
- MALONEY, K. P., TRUONG, V. D. & ALLEN, J. C. 2014. Susceptibility of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Peel Proteins to Digestive Enzymes. *Food Science and Nutrition* 2, 351–360p.
- MARTÍ, H., CORBINO, G. & CHLUDIL, H. 2011. La Batata: El Redescubrimiento de un Cultivo. *Ciencia Hoy* 21, 17–23p.
- MATA, R., VÁSQUEZ, A., ROSALES, A. & SANDOVAL D. 2013. Órdenes de Suelos de Costa Rica. Escala 1: 1,500,000. Asociación Costarricense de la Ciencia y el Suelo (ACCS). Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica (CIA–UCR). Instituto Nacional de Transferencia en Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (INTA). San José, Costa Rica. 1p.

- MCCLURE, T. T. 1960. Chlorogenic Acid Accumulation and Wound Healing in Sweet Potato. *American Journal of Botany* 47 (4), 277–280p.
- MONTALDO, A. 1991. Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales. 2º Ed. Rev. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 408p.
- NIELSEN, J. 1943. Rapid Determinations of Starch. *Industrial and Engineering Chemistry*. 15 (3), 176–179p.
- NODA, T., KOBAYASHI, T. & SUDA, I. 2001. Effect of Soil Temperature on Starch Properties of Sweet Potatoes. *Carbohydrate Polymers* 44 (3), 239–246p.
- ORTEGA–GARCÍA, F., BLANCO, S., PEINADO, M. & PERAGÓN, J. 2010. Polyphenol Oxidase and Oleuropein in Olives and their Changes during Olive Ripening. *Olive and Olive Oil in Health and Disease Prevention*. Academic Press. EE. UU. 233–238p.
- PANEQUE, G. 1992. Cultivation Harvesting and Storage of Sweet Potato Products. En: *Roots, Tubers, Plantains and Bananas in Animal Feeding*. (Eds Machin, D.; Nyvold, S.), Proceedings of the FAO Expert Consultation held in CIAT, Cali, Colombia 21–25 Enero 1991; FAO Animal Production and Health Paper–95. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/T0554E/T0554E14.htm#ch14> y revisado el 08 de octubre de 2016.
- PROCOMER (Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica). 2018. Portal Estadístico de Comercio Exterior. Disponible en <http://servicios.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx> y revisado el 27 de octubre de 2018.
- ROBERTS, S. 2009. Fruit Pigmentation Studies. Thesis presented for the degree grade of Master of Science (Agric.) at Stellenbosch University. En <http://scholar.sun.ac.za/bitstream/handle/10019.1/1844/Roberts,%20SC.pdf?sequence=1> consultado en Octubre, 2016.
- RODRIGUES, N. DA R., BARBOSA JR. J. L. & BARBOSA, M. I. M. J. 2016. Determination of Physico–Chemical Composition, Nutritional Facts and Technological Quality of Organic Orange and Purple–Fleshed Sweet Potatoes and its Flours. *Int. Food Res. J.* 23 (5), 2071–2078p.
- RODRÍGUEZ, G. 2008. Caracterización de Variedades de Batata (*Ipomoea batata*) con el Fin de Desarrollar un Puré que sea Fuente para la Elaboración de Productos Preformados en MCCAIN Colombia. Tesis de grado por optar por el título de Ingeniera de Alimentos. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. 134p.

- ROMERO, R. 2001. Respiración. En: Fisiología de la Producción de los Cultivos Tropicales. Procesos Fisiológicos Básicos, ed. E. Villalobos, 53–82p. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- RUAN, Y. L. 2014. Sucrose Metabolism: Gateway to Diverse Carbon Use and Sugar Signaling. *Ann. Rev. Plant Biol.* 65, 33–67p.
- SARKAR, D. & SHETTY, K. 2014. Metabolic Stimulation of Plant Phenolics or Food Preservation and Health. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 5, 395–413p.
- SCHOCH, T. J. 1964. Starch Fractions: Iodimetric Determination of Amilose Potentiometric Titration: Standard Method. En: *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Vol IV, R. L. Whistler (Ed.). Academic Press. Orlando, Florida. EE. UU. 157–160p.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2018. Boletín Estadístico Agropecuario. Edición #28. Serie Cronológica 2014–2017. Área de Estudios Económicos e Información. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 226p.
- SHAHBA M. A., STUSHNOFF, C., MCSAY A. E., HOLM, D. & DAVIDSON, R. 2007. Effect of Temperature on Storage Properties, Dormancy, Soluble Sugar Content and α -galactosidase Activity of Seven New Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars. *J. Food Agric. Environ.* 5, 116–121p.
- SHAHIDI, F. & NACZK, M. 2004. Biosynthesis, Classification, and Nomenclature of Phenolics in Food and Nutraceuticals. En: *Phenolics in Food and Nutraceuticals*, ed. F. Shahidi, M. Naczk, 1–15p. Boca Ratón, Florida. EE. UU.: CRC.
- SHI, Z., BASSA, I. A., GABRIEL, S. L., & FRANCIS, F. J. 1992. Anthocyanin Pigments of Sweetpotatoes—*Ipomoea batatas*. *Journal of Food Science* 57, 755–757p.
- STEWART, H. E., FARKAS, B. E., BLANKENSHIP, S. M. & BOYETTE, M. D. 2000. Physical and Thermal Properties of Three Sweet Potato Cultivars. *Int. J. Food Prop.* 3 (3), 433–446p.
- SUMNER, P. 1984. Harvesting, curing and storage of sweet potatoes. Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Environmental Sciences. Universidad de Georgia. Georgia, EE. UU. 9p.
- TANG, Y., CAI, W. & XU, B. 2015. Profiles of Phenolics, Carotenoids and Antioxidative Capacities of Thermal Processed White, Yellow, Orange and Purple Sweet Potato Grown in Guilin, China. *Food Science and Human Wellness* 4, 123–132p.

- TECHEIRA, N., SÍVOLI, L., PERDOMO, B., RAMÍREZ, A. & SOSA, F. 2014. Caracterización Físicoquímica, Funcional y Nutricional de Harinas Crudas Obtenidas a Partir de Diferentes Variedades de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz), Batata (*Ipomoea batatas* Lam.) y Ñame (*Dioscorea alata*), Cultivadas en Venezuela. *Interciencia* 39 (3), 191–197p.
- TIQUE, J., CHAVES, B. & ZURITA, J. 2009. Evaluación Agronómica de Diez Clones Promisorios CIP y Dos Materiales Nativos de *Ipomoea batatas* L. *Agron. Colomb.* 27, 151–158p.
- TOMLINS, K., NDUNGURU, G., STAMBUL, K., JOSHUA, N., NGENDELLO, T. & RWIZA, E. 2007. Sensory Evaluation and Consumer Acceptability of Pale-Fleshed and Orange-Fleshed Sweetpotato by School Children and Mothers with Preschool Children. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87, 2436–2446p.
- TOMLINS, K., OWORI, C., BECHOFF, A., MENYA, G. & WESTBY, A. 2012. Relationship among the Carotenoid Content, Dry Matter Content and Sensory Attributes of Sweet Potato. *Food Chemistry* 121, 14–21p.
- TOMLINS, K., RWIZA, E., NYANGO, A., AMOUR, R., NDENGELLO, T., KAPINGA R., REES, D. & JOLLIFFE, F. 2004. The Use of Sensory Evaluation and Consumer Preference for the Selection of Sweetpotato Cultivars in East Africa. *J. Sci. Food. Agr.* 84, 791–799p.
- TOYAMA, J., ISHIGURO, K., NODA, T., KUMAGAI, T. & YAMAKAWA, O. 2003. Influence of Delayed Harvest Time on Physico-chemical Properties of SweetPotato Starch. *Starch/Stärke* 558–563p.
- VAN OIRSCHOT, Q., REES, D. & AKED, J. 2003. Sensory Characteristics of Five Sweet Potato Cultivars and Their Changes During Storage Under Tropical Conditions. *Food Quality and Preference* 14, 673–680p.
- WALL, M. 2005. Storage Quality and Composition of Sweet Potato Roots After Quarantine Treatment Using Low Doses of X-Ray Irradiation. *HortScience* 40 (2), 424–427p.
- WANG, S., SHAOPING, N. & ZHU, F. 2016. Chemical Constituents and Health Effects of Sweet Potato. *Food Research International*. Article in press. 27p.
- WANG, W., LI, J., WANG, Z., GAO, H., SU, L., XIE, J. & HAN, Y. 2014. Oral Hepatoprotective Ability Evaluation of Purple Sweet Potato Anthocyanins on Acute and Chronic Chemical Liver Injuries. *Cell Biochemistry and Biophysics* 69, 539–549p.
- WILSON, L. A. 1971. The Process of Tuberization in Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *Tropical Roots and Tuber Crops Tomorrow* 1, 24–26p.

- WOOD, T. & MAHALINGESHWARA, K. 1988. Methods for Measuring cellulose activities. En: Wood, W. & Kellogg, S. Methods in Enzymology. Academic Press. San Diego, EE. UU. 574p.
- WU, Q., QU, H., JIA, J., KUANG, C., WEN, Y., YAN, H. & GUI, Z. 2015. Characterization, Antioxidant and Antitumor Activities of Polysaccharides from Purple Sweet Potato. Carbohydrate Polymers 132, 31–41p.
- YEH, K., CHEN, J., LIN, M., CHEN, Y. & LIN C. 1997. Functional activity of Sporamin from Sweet Potato (*Ipomoea batatas* Lam.): ATuber Storage Protein with Trypsin Inhibitory Activity. Plant Molecular Biology 33, 565–570p.
- YÉPEZ, L. & ESTÉVEZ, N. 2014. Determinación de las Características Físicas y Químicas del Camote (*Ipomea batata*) de la Variedad de Pulpa Morada del Sector de Tumbatú de la Provincia de Carchi. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 115p.
- ZACCARI, F., GALIETTA, G., SOTO, B. & LAS, R. 2012. Color y Contenido de β -Carotenos en Boniatos, Crudos y Cocidos, durante su Almacenamiento en Uruguay. Agrociencia Uruguay 16 (1), 24–32p.
- ZEEMAN, S., KOSSMANN, J & SMITH, A. 2010. Starch: Its Metabolism, Evolution, and Biotechnological Modification in Plants. Annu. Rev. Plant. Biol. 61, 209–234p.
- ZHANG, M., MU, T. H. & SUN, M. J. 2014. Purification and Identification of Antioxidant Peptides from Sweet Potato Protein Hydrolysates by Alcalase. Journal of Functional Foods 7, 191–200p.
- ZHANG, M., WHEATLEY, C. & CORKE, H. 2002. Biochemical Changes During Storage of Sweet Potato Roots Differing in Dry Matter Content. Postharvest Biology and Technology 24, 317–325p.
- ZHAO, J. G., YAN, Q. Q., LU, L. Z. & ZHANG, Y. Q. 2013. *In vivo* Antioxidant, Hypoglycemic, and Anti-Tumor Activities of Anthocyanin Extracts from Purple Sweet Potato. Nutrition Research and Practice 7, 359–365p.
- ZHAO, J. G., YAN, Q. Q., ZHANG, J. & ZHANG, Y. Q. 2014. Isolation and Identification of Colourless Caffeoyl Compounds in Purple Sweet Potato by HPLC–DAD–ESI/MS and their Antioxidant Activities. Food Chemistry 161, 22–26p.
- ZHU, F. & WANG, S. 2014. Physicochemical Properties, Molecular Structure and Uses of Sweet Potato Starch. Trends in Food Science and Technology 36, 68–78p.

ANEXOS

Anexo 1. Interpretación de análisis de suleo para el cultivo de camote en La Tigra de San Carlos, Alajuela.

Suelo:	Andisol.					
Ubicación:	Alajuela, San Carlos, La Tigra.					
Relieve:	Plano.					
Clima:	Údico.					
Textura:	Arcilloso.					

pH H ₂ O	cmol(+) l ⁻¹			SA (%)	mS/cm
	Acidez	Bases	CICE		
5,5	0,5	5	5	10	1,5
5,2	0,34	7,44	7,78	4	0,2

Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K
2 – 5	2,5 – 15	10 – 40	5 – 25
2,68	6,26	23,00	16,74

cmol(+) l ⁻¹			mg l ⁻¹				
Ca	Mg	K	P	Zn	Cu	Fe	Mn
4	1	0,2	10	3	1	10	5
5,19	1,94	0,31	3	9,6	26	148	85

kg ha ⁻¹			
P	K	Ca	Mg
x2	x780	x400	x240
6,0	241,8	2.076,0	465,6

Anexo 2. Interpretación de análisis de suelo para el cultivo de camote en Muelle de San Carlos, Alajuela.

Suelo:	Inceptisol					
Ubicación:	Alajuela, San Carlos, Muelle.					
Relieve:	Plano.					
Clima:	Údico.					
Textura:	Franco arcilloso.					

pH H ₂ O	cmol(+) l ⁻¹			SA (%)	mS/cm
	Acidez	Bases	CICE		
5,5	0,5	5	5	10	1,5
5,7	0,24	20,93	21,17	1	0,1

Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K
2 – 5	2,5 – 15	10 – 40	5 – 25
3,61	7,11	32,76	25,65

cmol(+) l ⁻¹			mg l ⁻¹				
Ca	Mg	K	P	Zn	Cu	Fe	Mn
4	1	0,2	10	3	1	10	5
15,90	4,41	0,62	3	9,6	26	148	85

kg/ha			
P	K	Ca	Mg
x2	x780	x400	x240
6,0	483,6	6.360,0	1.058,4

Anexo 3. Almacenamiento de los camotes en las cámaras de almacenamiento.



Anexo 4. Establecimiento de repeticiones para las evaluaciones de peso fresco y tasa de respiración de los camotes tipo "Criollo".



Anexo 5. Análisis estadísticos de las propiedades de calidad y variables composicionales

Pérdida de peso a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Pérdida de peso Tigra 7/14 °C	9	-0.02085	0.00497	0.0017
Pérdida de peso Tigra 7/ 18 °C	9	-0.02906	0.00977	0.0033

Difference = μ (Peso Fresco Tigra 7 /14) - μ (Peso Fresco Tigra 7/18)

Estimate for difference: 0.00821

95% CI for difference: (0.00046, 0.01595)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 2.25 P-Value = 0.039 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.0078

Pérdida de peso a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Pérdida de peso Tigra 14 /14 °C	9	-0.01338	0.00300	0.0010
Pérdida de peso Tigra 14/18 °C	9	-0.01758	0.00546	0.0018

Difference = μ (Peso Fresco Tigra 14 /14) - μ (Peso Fresco Tigra 14/18)

Estimate for difference: 0.00420

95% CI for difference: (-0.00019, 0.00860)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 2.03 P-Value = 0.060 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.0044

Pérdida de peso a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Pérdida de peso Tigra 21/14 °C	9	-0.00876	0.00262	0.00087
Pérdida de peso Tigra 21/18 °C	9	-0.01178	0.00405	0.0013

Difference = μ (Peso Fresco Tigra 21/14) - μ (Peso Fresco Tigra 21/18)

Estimate for difference: 0.00303

95% CI for difference: (-0.00038, 0.00643)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.89 P-Value = 0.078 DF = 16
Both use Pooled StDev = 0.0034

Pérdida de peso a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Pérdida de peso Muelle 7/14 °C	9	-0.02691	0.00995	0.0033
Pérdida de peso Muelle 7/18 °C	9	-0.03849	0.00989	0.0033

Difference = μ (Peso Fresco Muelle 7/14) - μ (Peso Fresco Muelle 7/18)

Estimate for difference: 0.01157

95% CI for difference: (0.00166, 0.02149)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 2.48 P-Value = 0.025 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.0099

Pérdida de peso a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Pérdida de peso Muelle 14/14 °C	9	-0.01417	0.00395	0.0013
Pérdida de peso Muelle 14/18 °C	9	-0.01885	0.00631	0.0021

Difference = μ (Peso Fresco Muelle 14/14) - μ (Peso Fresco Muelle 14/18)

Estimate for difference: 0.00468

95% CI for difference: (-0.00058, 0.00994)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.89 P-Value = 0.077 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.0053

Pérdida de peso a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Pérdida de peso Muelle 21/14 °C	9	-0.00836	0.00265	0.00088
Pérdida de peso Muelle 21/18 °C	9	-0.01532	0.00534	0.0018

Difference = μ (Peso Fresco Muelle 21/14) - μ (Peso Fresco Muelle 21/18)

Estimate for difference: 0.00696

95% CI for difference: (0.00275, 0.01118)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 3.51 P-Value = 0.003 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.0042

Tasa de respiración a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración La Tigra 0/14 °C	9	19.44	5.78	1.9
Respiración La Tigra 0/18 °C	9	20.31	4.61	1.5

Difference = μ (Respiración La Tigra 0/14) - μ (Respiración La Tigra 0/18)

Estimate for difference: -0.87

95% CI for difference: (-6.09, 4.36)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.35 P-Value = 0.729 DF = 16
Both use Pooled StDev = 5.2274

Tasa de respiración a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración La Tigra 7 / 14 °C	9	8.98	1.73	0.58
Respiración La Tigra 7 / 18 °C	9	11.13	2.58	0.86

Difference = μ (Respiración La Tigra 7 /14) - μ (Respiración La Tigra 7 /18)

Estimate for difference: -2.15

95% CI for difference: (-4.35, 0.05)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -2.07 P-Value = 0.055 DF = 16

Both use Pooled StDev = 2.1999

Tasa de respiración a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración La Tigra 14/ 14 °C	9	7.02	1.95	0.65
Respiración La Tigra 14/ 18 °C	9	9.39	3.29	1.1

Difference = μ (Respiración La Tigra 14/18) - μ (Respiración La Tigra 14/14)

Estimate for difference: 2.37

95% CI for difference: (-0.33, 5.07)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.86 P-Value = 0.081 DF = 16

Both use Pooled StDev = 2.7037

Tasa de respiración a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración La Tigra 21/ 14 °C	9	6.86	1.61	0.54
Respiración La Tigra 21/ 18 °C	9	8.91	2.45	0.82

Difference = μ (Respiración La Tigra 21/14) - μ (Respiración La Tigra 21/18)

Estimate for difference: -2.052

95% CI for difference: (-4.121, 0.017)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -2.10 P-Value = 0.052 DF = 16

Both use Pooled StDev = 2.0701

Tasa de respiración a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración Muelle 0/14 °C	9	12.43	1.68	0.56
Respiración Muelle 0/18 °C	9	13.97	4.81	1.6

Difference = μ (Respiración Muelle 0/14) - μ (Respiración Muelle 0/18)

Estimate for difference: -1.55

95% CI for difference: (-5.15, 2.06)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.91 P-Value = 0.376 DF = 16
Both use Pooled StDev = 3.6032

Tasa de respiración a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración Muelle 7/14 °C	9	7.78	1.66	0.55
Respiración Muelle 7/18 °C	9	9.96	1.09	0.36

Difference = μ (Respiración Muelle 7/14) - μ (Respiración Muelle 7/18)
Estimate for difference: -2.179
95% CI for difference: (-3.581, -0.777)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -3.29 P-Value = 0.005 DF = 16
Both use Pooled StDev = 1.4030

Tasa de respiración a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración Muelle 14/14 °C	9	6.93	2.30	0.77
Respiración Muelle 14/18 °C	9	11.09	1.62	0.54

Difference = μ (Respiración Muelle 14/14) - μ (Respiración Muelle 14/18)
Estimate for difference: -4.161
95% CI for difference: (-6.148, -2.174)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -4.44 P-Value = 0.000 DF = 16
Both use Pooled StDev = 1.9886

Tasa de respiración a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Respiración Muelle 21/14 °C	9	8.05	1.98	0.66
Respiración Muelle 21/18 °C	9	11.99	1.53	0.51

Difference = μ (Respiración Muelle 21/14) - μ (Respiración Muelle 21/18)
Estimate for difference: -3.943
95% CI for difference: (-5.710, -2.175)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -4.73 P-Value = 0.000 DF = 16
Both use Pooled StDev = 1.7684

Firmeza a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza La Tigra 0/14 °C	18	91.1	23.8	5.6
Firmeza La Tigra 0/18 °C	18	91.1	23.8	5.6

Difference = μ (Firmeza La Tigra 0/14) - μ (Firmeza La Tigra 0/18)
Estimate for difference: 0.00
95% CI for difference: (-16.11, 16.11)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34
Both use Pooled StDev = 23.7820

Firmeza a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza La Tigra 7/14 °C	18	98.2	12.9	3.0
Firmeza La Tigra 7/18 °C	18	88.7	12.7	3.0

Difference = μ (Firmeza La Tigra 7/14) - μ (Firmeza La Tigra 7/18)

Estimate for difference: 9.44

95% CI for difference: (0.76, 18.13)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 2.21 P-Value = 0.034 DF = 34

Both use Pooled StDev = 12.8247

Firmeza a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza La Tigra 14/14 °C	18	98.22	9.66	2.3
Firmeza La Tigra 14/18 °C	18	104.9	11.2	2.6

Difference = μ (Firmeza La Tigra 14/14) - μ (Firmeza La Tigra 14/18)

Estimate for difference: -6.67

95% CI for difference: (-13.74, 0.41)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.91 P-Value = 0.064 DF = 34

Both use Pooled StDev = 10.4444

Firmeza a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza La Tigra 21/14 °C	18	98.50	8.47	2.0
Firmeza La Tigra 21/18 °C	18	93.06	8.62	2.0

Difference = μ (Firmeza La Tigra 21/14) - μ (Firmeza La Tigra 21/18)

Estimate for difference: 5.44

95% CI for difference: (-0.35, 11.23)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.91 P-Value = 0.064 DF = 34

Both use Pooled StDev = 8.5465

Firmeza a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza Muelle 0/14 °C	18	89.50	6.23	1.5
Firmeza Muelle 0/18 °C	18	89.50	6.23	1.5

Difference = μ (Firmeza Muelle 0/14) - μ (Firmeza Muelle 0/18)

Estimate for difference: 0.00

95% CI for difference: (-4.22, 4.22)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34
Both use Pooled StDev = 6.2332

Firmeza a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza Muelle 7/14 °C	18	84.61	6.34	1.5
Firmeza Muelle 7/18 °C	18	88.33	9.47	2.2

Difference = μ (Firmeza Muelle 7/14) - μ (Firmeza Muelle 7/18)

Estimate for difference: -3.72

95% CI for difference: (-9.18, 1.74)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.38 P-Value = 0.175 DF = 34

Both use Pooled StDev = 8.0628

Firmeza a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza Muelle 14/14 °C	18	86.22	6.14	1.4
Firmeza Muelle 14/18 °C	18	83.42	7.79	1.8

Difference = μ (Firmeza Muelle 14/14) - μ (Firmeza Muelle 14/18)

Estimate for difference: 2.80

95% CI for difference: (-1.90, 7.50)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.21 P-Value = 0.234 DF = 35

Both use Pooled StDev = 7.0381

Firmeza a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Firmeza Muelle 21/14 °C	18	86.11	6.78	1.6
Firmeza Muelle 21/18 °C	18	82.89	8.91	2.1

Difference = μ (Firmeza Muelle 21/14) - μ (Firmeza Muelle 21/18)

Estimate for difference: 3.22

95% CI for difference: (-2.14, 8.59)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.22 P-Value = 0.231 DF = 34

Both use Pooled StDev = 7.9179

Carotenoides a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Carotenoides La Tigra 0/14 °C	27	8.79	1.75	0.34
Carotenoides La Tigra 0/18 °C	27	8.79	1.75	0.34

Difference = μ (Carotenoides La Tigra 0/14) - μ (Carotenoides La Tigra 0/18)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-0.956, 0.956)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52
Both use Pooled StDev = 1.7505

Carotenoides a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Carotenoides La Tigra 21/14 °C	27	7.08	1.59	0.31
Carotenoides La Tigra 21/18 °C	27	5.82	1.10	0.21

Difference = μ (Carotenoides La Tigra 21/14) - μ (Carotenoides La Tigra 21/18)

Estimate for difference: 1.258

95% CI for difference: (0.511, 2.006)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 3.38 P-Value = 0.001 DF = 52

Both use Pooled StDev = 1.3684

Carotenoides a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Carotenoides Muelle 0/14 °C	27	7.04	2.02	0.39
Carotenoides Muelle 0/18 °C	27	7.04	2.02	0.39

Difference = μ (Carotenoides Muelle 0/14) - μ (Carotenoides Muelle 0/18)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.102, 1.102)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 2.0170

Carotenoides a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Carotenoides Muelle 21/14 °C	27	7.26	1.99	0.38
Carotenoides Muelle 21/18 °C	27	6.08	1.13	0.22

Difference = μ (Carotenoides Muelle 21/14) - μ (Carotenoides Muelle 21/18)

Estimate for difference: 1.178

95% CI for difference: (0.295, 2.061)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 2.68 P-Value = 0.010 DF = 52

Both use Pooled StDev = 1.6166

L* a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Tigra 0/14 °C	18	77.31	2.11	0.50
L dde Tigra 0/18 °C	18	77.31	2.11	0.50

Difference = μ (L dde Tigra 0/14) - μ (L dde Tigra 0/18)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.431, 1.431)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34
Both use Pooled StDev = 2.1127

L* a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Tigra 7/14 °C	18	76.49	2.27	0.54
L dde Tigra 7/18 °C	18	76.27	2.02	0.48

Difference = μ (L dde Tigra 7/14) - μ (L dde Tigra 7/18)

Estimate for difference: 0.216

95% CI for difference: (-1.240, 1.671)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.30 P-Value = 0.765 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.1489

L* a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Tigra 14/14 °C	18	73.66	1.83	0.43
L dde Tigra 14/18 °C	18	73.52	1.80	0.42

Difference = μ (L dde Tigra 14/14) - μ (L dde Tigra 14/18)

Estimate for difference: 0.139

95% CI for difference: (-1.090, 1.369)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.23 P-Value = 0.819 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.8147

L* a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Tigra 21/14 °C	18	77.92	2.03	0.48
L dde Tigra 21/18 °C	18	77.90	2.44	0.58

Difference = μ (L dde Tigra 21/14) - μ (L dde Tigra 21/18)

Estimate for difference: 0.019

95% CI for difference: (-1.503, 1.541)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.03 P-Value = 0.980 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.2468

a* a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Tigra 0/14 °C	18	5.31	2.45	0.58
a dde Tigra 0/18 °C	18	5.31	2.45	0.58

Difference = μ (a dde Tigra 0/14_1) - μ (a dde Tigra 0/18_1)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.658, 1.658)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34
Both use Pooled StDev = 2.4470

a* a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Tigra 7/14 °C	18	5.06	2.17	0.51
a dde Tigra 7/18 °C	18	5.24	1.90	0.45

Difference = μ (a dde Tigra 7/14_1) - μ (a dde Tigra 7/18_1)

Estimate for difference: -0.182

95% CI for difference: (-1.563, 1.200)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.27 P-Value = 0.791 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.0389

a* a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Tigra 14/14 °C	18	8.33	1.42	0.33
a dde Tigra 14/18 °C	18	8.73	2.22	0.52

Difference = μ (a dde Tigra 14/14_1) - μ (a dde Tigra 14/18_1)

Estimate for difference: -0.403

95% CI for difference: (-1.666, 0.861)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.65 P-Value = 0.521 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.8650

a* a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Tigra 21/14 °C	18	4.39	1.46	0.34
a dde Tigra 21/18 °C	18	4.97	2.23	0.53

Difference = μ (a dde Tigra 21/14_1) - μ (a dde Tigra 21/18_1)

Estimate for difference: -0.575

95% CI for difference: (-1.851, 0.701)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.92 P-Value = 0.366 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.8840

b* a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
B dde Tigra 0/14 °C	18	23.85	2.89	0.68
B dde Tigra 0/18 °C	18	23.85	2.89	0.68

Difference = μ (B dde Tigra 0/14) - μ (B dde Tigra 0/18)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.960, 1.960)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.8936

b* a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
B dde Tigra 7/14 °C	18	25.59	4.43	1.0
B dde Tigra 7/18 °C	18	24.90	3.17	0.75

Difference = μ (B dde Tigra 7/14) - μ (B dde Tigra 7/18)

Estimate for difference: 0.69

95% CI for difference: (-1.91, 3.30)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.54 P-Value = 0.592 DF = 34

Both use Pooled StDev = 3.8495

b* a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
B dde Tigra 14/14 °C	18	31.10	3.77	0.89
B dde Tigra 14/18 °C	18	29.27	3.66	0.86

Difference = μ (B dde Tigra 14/14) - μ (B dde Tigra 14/18)

Estimate for difference: 1.83

95% CI for difference: (-0.68, 4.35)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.48 P-Value = 0.148 DF = 34

Both use Pooled StDev = 3.7181

b* a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
B dde Tigra 21/14 °C	18	22.26	3.41	0.80
B dde Tigra 21/18 °C	18	22.52	3.90	0.92

Difference = μ (B dde Tigra 21/14) - μ (B dde Tigra 21/18)

Estimate for difference: -0.26

95% CI for difference: (-2.74, 2.22)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.21 P-Value = 0.833 DF = 34

Both use Pooled StDev = 3.6647

L* a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Muelle 0/14 °C	18	74.82	2.07	0.49
L dde Muelle 0/18 °C	18	74.82	2.07	0.49

Difference = μ (L dde Muelle 0/14) - μ (L dde Muelle 0/18)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.402, 1.402)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.0693

L* a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Muelle 7/14 °C	18	72.36	1.88	0.44
L dde Muelle 7/18 °C	18	71.23	1.77	0.42

Difference = μ (L dde Muelle 7/14) - μ (L dde Muelle 7/18)

Estimate for difference: 1.137

95% CI for difference: (-0.099, 2.373)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.87 P-Value = 0.070 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.8243

L* a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Muelle 14/14 °C	18	75.60	1.86	0.44
L dde Muelle 14/18 °C	18	74.93	1.58	0.37

Difference = μ (L dde Muelle 14/14) - μ (L dde Muelle 14/18)

Estimate for difference: 0.674

95% CI for difference: (-0.495, 1.843)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.17 P-Value = 0.250 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.7261

L* a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
L dde Muelle 21/14 °C	18	75.64	1.83	0.43
L dde Muelle 21/18 °C	18	75.32	2.12	0.50

Difference = μ (L dde Muelle 21/14) - μ (L dde Muelle 21/18)

Estimate for difference: 0.326

95% CI for difference: (-1.015, 1.668)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.49 P-Value = 0.624 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.9803

a* a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Muelle 0/14 °C	18	5.37	2.28	0.54
a dde Muelle 0/18 °C	18	5.37	2.28	0.54

Difference = μ (a dde Muelle 0/14) - μ (a dde Muelle 0/18)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.547, 1.547)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.2834

a* a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Muelle 7/14 °C	18	8.72	1.39	0.33
a dde Muelle 7/18 °C	18	8.64	1.51	0.35

Difference = μ (a dde Muelle 7/14) - μ (a dde Muelle 7/18)

Estimate for difference: 0.076

95% CI for difference: (-0.906, 1.057)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.16 P-Value = 0.877 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.4495

a* a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Muelle 14/14 °C	18	5.32	1.91	0.45
a dde Muelle 14/18 °C	18	6.67	2.80	0.66

Difference = μ (a dde Muelle 14/14) - μ (a dde Muelle 14/18)

Estimate for difference: -1.348

95% CI for difference: (-2.972, 0.276)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.69 P-Value = 0.101 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.3974

a* a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
a dde Muelle 21/14 °C	18	5.29	1.33	0.31
a dde Muelle 21/18 °C	18	5.37	1.34	0.32

Difference = μ (a dde Muelle 21/14) - μ (a dde Muelle 21/18)

Estimate for difference: -0.072

95% CI for difference: (-0.977, 0.833)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.16 P-Value = 0.872 DF = 34

Both use Pooled StDev = 1.3356

b* a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
b dde Muelle 0/14 °C	18	24.69	2.34	0.55
b dde Muelle 0/18 °C	18	24.69	2.34	0.55

Difference = μ (b dde Muelle 0/14_1) - μ (b dde Muelle 0/18_1)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.584, 1.584)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.3378

b* a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
b dde Muelle 7/14 °C	18	29.94	4.58	1.1
b dde Muelle 7/18 °C	18	27.84	2.52	0.59

Difference = μ (b dde Muelle 7/14_1) - μ (b dde Muelle 7/18_1)

Estimate for difference: 2.10

95% CI for difference: (-0.41, 4.60)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.70 P-Value = 0.098 DF = 34

Both use Pooled StDev = 3.6955

b* a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
b dde Muelle 14/14 °C	18	22.94	3.28	0.77
b dde Muelle 14/18 °C	18	22.46	2.90	0.68

Difference = μ (b dde Muelle 14/14_1) - μ (b dde Muelle 14/18_1)

Estimate for difference: 0.48

95% CI for difference: (-1.62, 2.57)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.46 P-Value = 0.648 DF = 34

Both use Pooled StDev = 3.0918

b* a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
b dde Muelle 21/14 °C	18	21.66	2.89	0.68
b dde Muelle 21/18 °C	18	22.01	2.88	0.68

Difference = μ (b dde Muelle 21/14_1) - μ (b dde Muelle 21/18_1)

Estimate for difference: -0.355

95% CI for difference: (-2.311, 1.601)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.37 P-Value = 0.714 DF = 34

Both use Pooled StDev = 2.8867

Fenoles a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Fenoles La Tigra 0/14 °C	27	18.54	2.83	0.55
Fenoles La Tigra 0/18 °C	27	18.54	2.83	0.55

Difference = μ (Fenoles La Tigra 0/14) - μ (Fenoles La Tigra 0/18)

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.547, 1.547)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 2.8335

Fenoles a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Fenoles La Tigra 21/14 °C	27	20.07	6.54	1.3
Fenoles La Tigra 21/18 °C	27	29.75	7.22	1.4

Difference = μ (Fenoles La Tigra 21/14) - μ (Fenoles La Tigra 21/18)

Estimate for difference: -9.67

95% CI for difference: (-13.44, -5.91)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -5.16 P-Value = 0.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 6.8921

Fenoles a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Fenoles Muelle 0/14 °C	27	23.50	5.96	1.1
Fenoles Muelle 0/18 °C	27	23.50	5.96	1.1

Difference = μ (Fenoles Muelle 0/14) - μ (Fenoles Muelle 0/18)

Estimate for difference: 0.00

95% CI for difference: (-3.26, 3.26)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 5.9620

Fenoles a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Fenoles Muelle 21/14 °C	27	20.28	5.05	0.97
Fenoles Muelle 21/18 °C	27	19.44	3.11	0.60

Difference = μ (Fenoles Muelle 21/14) - μ (Fenoles Muelle 21/18)

Estimate for difference: 0.84

95% CI for difference: (-1.45, 3.13)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.73 P-Value = 0.466 DF = 52

Both use Pooled StDev = 4.1926

Almidones 640nm a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 640 0/14 °C	27	0.1067	0.0411	0.0079
Almidones Tigra 640 0/18 °C	27	0.1067	0.0411	0.0079

Difference = μ (Almidones Tigra 640 0/14) - μ (Almidones Tigra 640 0/18)

Estimate for difference: 0.0000

95% CI for difference: (-0.0225, 0.0225)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0411

Almidones 640nm a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 640 7/14 °C	27	0.1045	0.0628	0.012
Almidones Tigra 640 7/18 °C	27	0.1114	0.0184	0.0035

Difference = μ (Almidones Tigra 640 7/14) - μ (Almidones Tigra 640 7/18)

Estimate for difference: -0.0069

95% CI for difference: (-0.0321, 0.0184)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.54 P-Value = 0.588 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0463

Almidones 640nm a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 640 14/14 °C	27	0.1171	0.0235	0.0045
Almidones Tigra 640 14/18 °C	27	0.1202	0.0311	0.0060

Difference = μ (Almidones Tigra 640 14/14) - μ (Almidones Tigra 640 14/18)

Estimate for difference: -0.00305

95% CI for difference: (-0.01811, 0.01201)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.41 P-Value = 0.686 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0276

Almidones 640nm a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 640 21/14 °C	27	0.1014	0.0492	0.0095
Almidones Tigra 640 21/18 °C	27	0.1121	0.0414	0.0080

Difference = μ (Almidones Tigra 640 21/14) - μ (Almidones Tigra 640 21/18)

Estimate for difference: -0.0107

95% CI for difference: (-0.0356, 0.0141)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.87 P-Value = 0.389 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0455

Almidones 700nm a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 700 0/14 °C	27	0.0863	0.0350	0.0067
Almidones Tigra 700 0/18 °C	27	0.0863	0.0350	0.0067

Difference = μ (Almidones Tigra 700 0/14_1) - μ (Almidones Tigra 700 0/18_1)

Estimate for difference: 0.00000

95% CI for difference: (-0.01913, 0.01913)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0350

Almidones 700nm a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 700 7/14 °C	27	0.0829	0.0551	0.011
Almidones Tigra 700 7/18 °C	27	0.0881	0.0159	0.0031

Difference = μ (Almidones Tigra 700 7/14_1) - μ (Almidones Tigra 700 7/18_1)

Estimate for difference: -0.0053

95% CI for difference: (-0.0274, 0.0169)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.48 P-Value = 0.636 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0406

Almidones 700nm a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 700 14/ °C	27	0.0976	0.0203	0.0039
Almidones Tigra 700 14/ °C	27	0.1005	0.0267	0.0051

Difference = μ (Almidones Tigra 700 14/14_1) - μ (Almidones Tigra 700 14/18_1)

Estimate for difference: -0.00287

95% CI for difference: (-0.01581, 0.01008)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.44 P-Value = 0.659 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0237

Almidones 700nm a los 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
Almidones Tigra 700 21/ °C	27	0.0549	0.0342	0.0066
Almidones Tigra 700 21/ °C	27	0.0620	0.0289	0.0056

Difference = μ (Almidones Tigra 700 21/14_1) - μ (Almidones Tigra 700 21/18_1)

Estimate for difference: -0.00712

95% CI for difference: (-0.02442, 0.01017)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.83 P-Value = 0.412 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0317

Almidones 640nm a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 0d / 14 °C	27	0.0924	0.0276	0.0053
Muelle 0d / 18 °C	27	0.0924	0.0276	0.0053

Difference = μ (Muelle 0d / 14C (640nm)) - μ (Muelle 0d / 18C (640nm))

Estimate for difference: 0.00000
 95% CI for difference: (-0.01508, 0.01508)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52
 Both use Pooled StDev = 0.0276

Almidones 640nm a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 7d / 14 °C	27	0.0643	0.0226	0.0044
Muelle 7d / 18 °C	27	0.0689	0.0177	0.0034

Difference = μ (Muelle 7d / 14C (640nm)) - μ (Muelle 7d / 18C (640nm))
 Estimate for difference: -0.00463
 95% CI for difference: (-0.01573, 0.00647)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.84 P-Value = 0.406 DF = 52
 Both use Pooled StDev = 0.0203

Almidones 640nm a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 14d / 14 °C	27	0.0865	0.0263	0.0051
Muelle 14d / 18 °C	27	0.0853	0.0167	0.0032

Difference = μ (Muelle 14d / 14C (640nm)) - μ (Muelle 14d / 18C (640nm))
 Estimate for difference: 0.00118
 95% CI for difference: (-0.01085, 0.01320)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.20 P-Value = 0.845 DF = 52
 Both use Pooled StDev = 0.0220

Almidones 640nm a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 21d / 14 °C	27	0.0708	0.0187	0.0036
Muelle 21d / 18 °C	27	0.0664	0.0103	0.0020

Difference = μ (Muelle 21d / 14C (640nm)) - μ (Muelle 21d / 18C (640nm))
 Estimate for difference: 0.00439
 95% CI for difference: (-0.00385, 0.01264)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.07 P-Value = 0.290 DF = 52
 Both use Pooled StDev = 0.0151

Almidones 700nm a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 21d / 14 °C	27	0.0722	0.0224	0.0043
Muelle 21d / 18 °C	27	0.0722	0.0224	0.0043

Difference = μ (Muelle 0d / 14C (700nm)) - μ (Muelle 0d / 18C (700nm))

Estimate for difference: 0.00000
 95% CI for difference: (-0.01223, 0.01223)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Almidones 700nm a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 7d / 14 °C	27	0.0694	0.0221	0.0043
Muelle 7d / 18 °C	27	0.0745	0.0191	0.0037

Difference = μ (Muelle 7d / 14C (700nm)) - μ (Muelle 7d / 18C (700nm))
 Estimate for difference: -0.00509
 95% CI for difference: (-0.01637, 0.00620)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.90 P-Value = 0.370 DF = 52
 Both use Pooled StDev = 0.0207

Almidones 700nm a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 14d / 14 °C	27	0.0741	0.0236	0.0045
Muelle 14d / 18 °C	27	0.0718	0.0148	0.0028

Difference = μ (Muelle 14d / 14C (700nm)) - μ (Muelle 14d / 18C (700nm))
 Estimate for difference: 0.00222
 95% CI for difference: (-0.00853, 0.01296)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.41 P-Value = 0.681 DF = 52
 Both use Pooled StDev = 0.0197

Almidones 700nm a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 21d / 14 °C	27	0.0559	0.0142	0.0027
Muelle 21d / 18 °C	27	0.05306	0.00946	0.0018

Difference = μ (Muelle 21d / 14C(700nm)) - μ (Muelle 21d / 18C (700nm))
 Estimate for difference: 0.00286
 95% CI for difference: (-0.00373, 0.00944)
 T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.87 P-Value = 0.388 DF = 52
 Both use Pooled StDev = 0.0121

Brixº a los 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 0d / 14 °C	9	6.54	1.09	0.36
La Tigra 0d / 18 °C	9	6.54	1.09	0.36

Difference = μ (La Tigra 0d / 14C (Brix)) - μ (La Tigra 0d / 18C (Brix))
 Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-1.091, 1.091)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 16

Both use Pooled StDev = 1.0921

Brixº a los 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 7d / 14 ºC	9	7.756	0.592	0.20
La Tigra 7d / 18 ºC	9	8.078	0.570	0.19

Difference = μ (La Tigra 7d / 14C (Brix)) - μ (La Tigra 7d / 18C (Brix))

Estimate for difference: -0.322

95% CI for difference: (-0.903, 0.258)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.18 P-Value = 0.256 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.5808

Brixº a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 14d / 14 ºC	9	8.189	0.306	0.10
La Tigra 14d / 18 ºC	9	8.300	0.361	0.12

Difference = μ (La Tigra 14d / 14C (Brix)) - μ (La Tigra 14d / 18C (Brix))

Estimate for difference: -0.111

95% CI for difference: (-0.445, 0.223)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.70 P-Value = 0.491 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.3344

Brixº a los 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 21d / 14 ºC	9	8.22	1.12	0.37
La Tigra 21d / 18 ºC	9	8.733	0.555	0.18

Difference = μ (La Tigra 21d / 14C (Brix)) - μ (La Tigra 21d / 18C (Brix))

Estimate for difference: -0.511

95% CI for difference: (-1.395, 0.373)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.23 P-Value = 0.238 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.8844

Brixº a los 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 0d / 14 ºC	9	7.522	0.380	0.13
Muelle 0d / 18 ºC	9	7.522	0.380	0.13

Difference = μ (Muelle 0d / 14C (Brix)) - μ (Muelle 0d / 18C (Brix))

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-0.380, 0.380)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.3801

Brixº a los 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 7d / 14 ºC	9	8.333	0.409	0.14
Muelle 7d / 18 ºC	9	8.000	0.269	0.090

Difference = μ (Muelle 7d / 14C (Brix)) - μ (Muelle 7d / 18C (Brix))

Estimate for difference: 0.333

95% CI for difference: (-0.013, 0.680)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 2.04 P-Value = 0.058 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.3464

Brixº a los 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 14d / 14 ºC	9	8.122	0.205	0.068
Muelle 14d / 18 ºC	9	8.133	0.187	0.062

Difference = μ (Muelle 14d / 14C (Brix)) - μ (Muelle 14d / 18C (Brix))

Estimate for difference: -0.0111

95% CI for difference: (-0.2071, 0.1849)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.12 P-Value = 0.906 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.1961

Brixº a los 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 21d / 14 ºC	9	8.11	1.11	0.37
Muelle 21d / 18 ºC	9	7.622	0.435	0.15

Difference = μ (Muelle 21d / 14C (Brix)) - μ (Muelle 21d / 18C (Brix))

Estimate for difference: 0.489

95% CI for difference: (-0.355, 1.333)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.23 P-Value = 0.237 DF = 16

Both use Pooled StDev = 0.8443

Azúcares totales 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 0d / 14 ºC	27	0.03141	0.00663	0.0013
La Tigra 0d / 18 ºC	27	0.03141	0.00663	0.0013

Difference = μ (La Tigra 0d / 14C (Azu.T)) - μ (La Tigra 0d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: 0.00000

95% CI for difference: (-0.00362, 0.00362)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0066

Azúcares totales 7 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 7d / 14 °C	27	0.03836	0.00895	0.0017
La Tigra 7d / 18 °C	27	0.0482	0.0114	0.0022

Difference = μ (La Tigra 7d / 14C (Azu.T)) - μ (La Tigra 7d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: -0.00989

95% CI for difference: (-0.01549, -0.00428)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -3.54 P-Value = 0.001 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0103

Azúcares totales 14 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 14d / 14 °C	27	0.04528	0.00438	0.00084
La Tigra 14d / 18 °C	27	0.05077	0.00754	0.0015

Difference = μ (La Tigra 14d / 14C (Azu.T)) - μ (La Tigra 14d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: -0.00549

95% CI for difference: (-0.00886, -0.00212)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -3.27 P-Value = 0.002 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0062

Azúcares totales 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 21d / 14 °C	27	0.0543	0.0129	0.0025
La Tigra 21d / 18 °C	27	0.04453	0.00507	0.00098

Difference = μ (La Tigra 21d / 14C (Azu.T)) - μ (La Tigra 21d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: 0.00974

95% CI for difference: (0.00438, 0.01510)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 3.65 P-Value = 0.001 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0098

Azúcares totales 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 0d / 14°C	27	0.03414	0.00391	0.00075
Muelle 0d / 18 °C	27	0.03414	0.00391	0.00075

Difference = μ (Muelle 0d / 14C (Azu.T)) - μ (Muelle 0d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: 0.00000

95% CI for difference: (-0.00214, 0.00214)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0039

Azúcares totales 7 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 7d / 14°C	27	0.03537	0.00361	0.00070
Muelle 7d / 18 °C	27	0.02964	0.00747	0.0014

Difference = μ (Muelle 7d / 14C (Azu.T)) - μ (Muelle 7d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: 0.00573

95% CI for difference: (0.00253, 0.00894)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 3.59 P-Value = 0.001 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0059

Azúcares totales 14 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 14d / 14°C	27	0.04346	0.00496	0.00096
Muelle 14d / 18 °C	27	0.04374	0.00485	0.00093

Difference = μ (Muelle 14d / 14C (Azu.T)) - μ (Muelle 14d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: -0.00028

95% CI for difference: (-0.00297, 0.00240)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.21 P-Value = 0.833 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0049

Azúcares totales 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 21d / 14°C	27	0.03925	0.00352	0.00068
Muelle 21d / 18 °C	27	0.04149	0.00744	0.0014

Difference = μ (Muelle 21d / 14C (Azu.T)) - μ (Muelle 21d / 18C (Azu.T))

Estimate for difference: -0.00224

95% CI for difference: (-0.00542, 0.00094)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.42 P-Value = 0.163 DF = 52

Both use Pooled StDev = 0.0058

Proteínas 0 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 0d / 14°C	5	2.050	0.329	0.15
La Tigra 0d / 18 °C	5	2.050	0.329	0.15

Difference = μ (La Tigra 0d / 14C (Pro)) - μ (La Tigra 0d / 18C (Pro))

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-0.480, 0.480)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 8

Both use Pooled StDev = 0.3289

Proteínas 21 días – La Tigra

	N	Mean	StDev	SE Mean
La Tigra 21d / 14°C	5	2.075	0.317	0.14
La Tigra 21d / 18 °C	5	2.050	0.255	0.11

Difference = μ (La Tigra 21d / 14C (Pro)) - μ (La Tigra 21d / 18C (Pro))

Estimate for difference: 0.025

95% CI for difference: (-0.395, 0.445)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.14 P-Value = 0.894 DF = 8

Both use Pooled StDev = 0.2878

Proteínas 0 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 0d / 14 °C	5	2.700	0.603	0.27
Muelle 0d / 18 °C	5	2.700	0.603	0.27

Difference = μ (Muelle 0d / 14C (Pro)) - μ (Muelle 0d / 18C (Pro))

Estimate for difference: 0.000

95% CI for difference: (-0.880, 0.880)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.00 P-Value = 1.000 DF = 8

Both use Pooled StDev = 0.6034

Proteínas 21 días – Muelle

	N	Mean	StDev	SE Mean
Muelle 21d / 14 °C	5	3.150	0.820	0.37
Muelle 21d / 18 °C	5	2.487	0.270	0.12

Difference = μ (Muelle 21d / 14C (Pro)) - μ (Muelle 21d / 18C (Pro))

Estimate for difference: 0.663

95% CI for difference: (-0.228, 1.553)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.72 P-Value = 0.125 DF = 8

Both use Pooled StDev = 0.6108