

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

**(Creada por Ley Nro. 29531)**



**“EVALUACIÓN DEL BROTAMIENTO Y COMPUESTOS  
BIOACTIVOS DE TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis tuberosa*)  
DURANTE EL ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PAREDEZ FUSTAMANTE ANA AURELLA**

**CHOTA – CAJAMARCA**

**2022**



**Asesor:** Ph. D. Frank Fluker VELÁSQUEZ BARRETO

**Co-asesor:** Ing. Luis Carlos MUÑOZ LEÓN

## DEDICATORIA

A Dios por darme fe y fortaleza durante todas las oportunidades presentadas hasta el momento. **“El corazón alegre constituye buen remedio; Mas el espíritu triste seca los huesos”** (*Proverbios 17:22*).

A mi mamá Eva porque con su ejemplo de madre y amiga me guía por la senda del bien y la vida cristiana, por demostrar en cada momento su cariño y apoyo incondicional que hizo viable para sobresalir satisfactoriamente mi carrera y la culminación de la presente investigación.

De igual manera a mis hermanas Keyla y Maricielo; por su constante e inexplicable amor para mi superación personal y darme fuerzas durante el desarrollo de mi carrera.

A mis amigos, por estar en los momentos oportunos y brindarme cariño.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme nuevos horizontes cada día y guiarme por el camino de la felicidad hasta ahora.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por haberme cobijado en sus ambientes durante los 5 años de estudios profesionales.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por transmitir sus conocimientos y así ser una profesional eficiente al servicio de la sociedad.

Al Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto, mi personal agradecimiento por haberme apoyado en el asesoramiento para la ejecución del trabajo de investigación.

Al ingeniero Luis Carlos Muñoz León por haber contribuido con sus conocimientos y apoyar como Co-asesor del presente trabajo de investigación.

A mi mamá y a toda mi familia quienes a lo largo de mi vida han apostado por mi formación académica y nunca dudaron en darme apoyo para la ejecución de este trabajo.

Finalmente a todos mis amigos que brindaron su apoyo moral para hacer realidad la ejecución de la tesis.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIG.S.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT .....	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Antecedentes.....	10
2.2. Bases teóricas .....	12
2.2.1. <i>Oca (Oxalis tuberosa)</i> .....	12
2.2.2. <i>Cosecha de la oca y manejo postcosecha</i> .....	16
2.2.3. <i>Brotación De Tub.</i> .....	17
2.2.4. <i>Brotamiento Múltiple De Tub.</i> .....	17
2.2.5. <i>Azúcares Reductores (AR)</i> .....	18
2.2.6. <i>Fenoles Totales (FT)</i> .....	19
2.2.7. <i>Capacidad Antioxidante (CA)</i> .....	20
2.3. Marco Conceptual .....	21
2.3.1. <i>Forma De Recolección De Muestras</i> .....	21
2.3.2. <i>Determinación De CB</i> .....	21
2.3.3. <i>Var.</i> .....	21
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1. Ubicación .....	22
3.2. Población Y Muestra .....	22
3.2.1. <i>Población</i> .....	22
3.2.2. <i>Muestra</i> .....	22
3.3. Equipos, Materiales E Insumos .....	23
3.4. Metodología De La Investigación .....	24
3.4.1. <i>Diseño Experimental</i> .....	24
3.4.2. <i>Determinación Del Tamaño Del Brote</i> .....	25
3.4.3. <i>Determinación Del Porcentaje de Pérdida de Peso (%PP)</i> .....	25
3.4.4. <i>Determinación De AR</i> .....	25
3.4.5. <i>Determinación de FT</i> .....	26
3.4.6. <i>Determinación de CA</i> .....	27

3.5. Análisis estadístico.....	28
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
4.1. LB.....	29
4.2. PP.....	31
4.3. Contenido de AR.....	33
4.4. Contenido de FT.....	35
4.5. CA.....	37
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Composición química de la oca por 100g</i> .....	14
<b>Tabla 2</b> <i>Contenido de CF, antocianinas y CA hidrofílica de tub. andinos (mashua, olluco, oca y papa) y otras especies.</i> .....	15
<b>Tabla 3</b> <i>CC de ácido gálico para la determinación del contenido de CF</i> .....	27
<b>Tabla 4</b> <i>CC para la determinación de la CA</i> .....	28
<b>Tabla 5</b> <i>Porcentaje de AR y desviación estándar de las tres Var.O en alm. postcosecha.</i> .....	64
<b>Tabla 6</b> <i>FT y desviación estándar de las tres Var.O en alm. postcosecha</i> .....	68
<b>Tabla 7</b> <i>CA y desviación estándar de las tres Var.O en alm. postcosecha.</i> .....	72



## ÍNDICE DE FIG.S

<b>Fig. 1</b> <i>Morfología de la oca</i> .....	13
<b>Fig. 2</b> <i>Estructura de un fenol</i> .....	20
<b>Fig. 3</b> <i>Secuencia de actividades realizadas durante el alm. de tub. de oca.</i> .....	25
<b>Fig. 4</b> <i>Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en la LB de tub. de oca.</i> .....	30
<b>Fig. 5</b> <i>Crecimiento de los brotes de las tres Var.O durante el TpoAlm.</i> .....	31
<b>Fig. 6</b> <i>Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en la PPde tub. de oca.</i> .....	33
<b>Fig. 7</b> <i>Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en el contenido de AR de tub. de oca.</i> .....	35
<b>Fig. 8</b> <i>Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en el contenido de FT de tub. de oca.</i> .....	37
<b>Fig. 9</b> <i>Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en la CA de tub. de oca.</i> .....	39
<b>Fig. 10</b> <i>CC de AR (día 0).</i> .....	50
<b>Fig. 11</b> <i>CC de AR (día 15).</i> .....	50
<b>Fig. 12</b> <i>CC de AR (día 30).</i> .....	51
<b>Fig. 13</b> <i>CC de AR (día 45).</i> .....	51
<b>Fig. 14</b> <i>CC de AR (día 60).</i> .....	52
<b>Fig. 15</b> <i>CC de AR (día 75).</i> .....	52
<b>Fig. 16</b> <i>CC de AR (día 90).</i> .....	53
<b>Fig. 17</b> <i>CC de FT (día 0).</i> .....	53
<b>Fig. 18</b> <i>CC de FT (día 15).</i> .....	54
<b>Fig. 19</b> <i>CC de FT (día 30).</i> .....	54
<b>Fig. 20</b> <i>CC de FT (día 45).</i> .....	55
<b>Fig. 21</b> <i>CC de FT (día 60).</i> .....	55
<b>Fig. 22</b> <i>CC de FT (día 75).</i> .....	56
<b>Fig. 23</b> <i>CC de FT (día 90).</i> .....	56
<b>Fig. 24</b> <i>CC de CA (día 0)</i> .....	57
<b>Fig. 25</b> <i>CC de CA (día 15)</i> .....	57
<b>Fig. 26</b> <i>CC de CA (día 30)</i> .....	58
<b>Fig. 27</b> <i>CC de CA (día 45)</i> .....	58
<b>Fig. 28</b> <i>CC de CA (día 60)</i> .....	59
<b>Fig. 29</b> <i>CC de CA (día 75)</i> .....	59
<b>Fig. 30</b> <i>CC de CA (día 90)</i> .....	60
<b>Fig. 31</b> <i>Oca morada, amarilla y naranja (día 0)</i> .....	60
<b>Fig. 32</b> <i>Instalación de la oca por var. (día 0)</i> .....	61
<b>Fig. 33</b> <i>Oca morada, amarilla y naranja (día 15)</i> .....	61
<b>Fig. 34</b> <i>Oca morada, amarilla y naranja (día 30)</i> .....	62
<b>Fig. 35</b> <i>Oca morada, amarilla y naranja (día 45)</i> .....	62
<b>Fig. 36</b> <i>Oca morada, amarilla y naranja (día 60)</i> .....	62
<b>Fig. 37</b> <i>Oca morada, amarilla y naranja (día 75)</i> .....	63
<b>Fig. 38</b> <i>Oca amarilla (día 90)</i> .....	63
<b>Fig. 39</b> <i>Brote de la oca morada, amarilla y naranja (día 90)</i> .....	63

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el brotamiento, contenido de AR, contenido de FT y la CA de tres Var.O (amarilla, morada y naranja) durante alm. postcosecha. Las ocas fueron almacenadas a una temp. promedio de  $19\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una HR promedio de  $85\% \pm 0,5\%$ . Se utilizó un diseño completamente al azar y se evaluó a los 0, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días de alm.. La LB de las tres var.es se incrementó durante el alm. postcosecha la oca amarilla presentó la mayor LB (26,4 cm). La oca amarilla presentó la mayor PP(22,55 %) a los 90 días de alm.. El contenido de AR, el contenido de CF y la CA de las tres Var.O exhibieron comportamientos variables durante el TpoAlm e inicialmente presentaron una reducción en sus valores, las cuales estuvieron presumiblemente relacionadas al periodo de estabilización. La var. de oca y el TpoAlm tuvieron un efecto significativo en la LB, PP, el contenido de AR, el contenido de CF y la CA ( $p < 0,05$ ).

**Palabras claves:** LB, *Oxalis tuberosa*, CA, Contenido de FT, contenido de AR.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate sprouting, reducing sugar content, total phenol content and antioxidant capacity of three varieties of goose (yellow, purple and orange) during postharvest storage. The geese were stored at an average temperature of  $19\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  and an average relative humidity of  $85\% \pm 0.5\%$ . A completely randomized design was used and it was evaluated at 0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days of storage. The length of the shoots of the three varieties increased during postharvest storage, yellow oca had the longest shoot length (26.4 cm). The yellow goose presented the highest weight loss (22.55 %) at 90 days of storage. The content of reducing sugars, the content of phenolic compounds and the antioxidant capacity of the three oca varieties exhibited variable behaviors during storage time and initially showed a reduction in their values, which were presumably related to the stabilization period. Oca variety and storage time had a significant effect on shoot length, weight loss, reducing sugar content, phenolic compound content, and antioxidant capacity ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Shoot length, *Oxalis tuberosus*, antioxidant capacity, total phenol content, reducing sugar content.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

“La tendencia de consumo de alimentos está orientada a la ingesta de alimentos en fresco o mínimamente procesados, que presenten adecuadas propiedades nutricionales y funcionales para optimizar la calidad de vida de los consumidores. Pueden poseer metabolitos secundarios o CB como los antioxidantes, los cuales pueden pertenecer al grupo de enzimas, minerales, colorantes naturales, vitaminas, etc. Estos antioxidantes previenen los efectos perjudiciales de los radicales libres. Se ha evidenciado los beneficios de los antioxidantes en la salud humana, como mejora de la vista, prevenir enfermedades cardíacas y efectos anticancerígenos” (Robles, 2016).

“Es de interés actual nuevas fuentes de CB naturales debido a que estos compuestos pueden ayudar a la prevención de diversas enfermedades, por ello, la realización de estudios que permitan identificar nuevas fuentes de compuestos antioxidantes. Los tubérculos (tub.) de oca son de origen andino y presentan diversos colores, formas, tamaños, siendo un alimento que se consume en la mesa de las comunidades que lo cultivan poseen diversos metabolitos bioactivos secundarios, los cuales podrían utilizarse para prevenir ciertas enfermedades como el cáncer” (Barrera et al., 2004).

“La oca (*Oxalis tuberosa*) es una fuente rica en ácido orgánico con función antioxidante, transporte y fijación de calcio pertenece al grupo de las vitaminas hidrosolubles. Contiene fenoles y AR que se buscan aprovechar al máximo en las nuevas tecnologías agroindustriales pretendiendo aceptabilidad, mejorar la calidad y vida de anaquel, satisfaciendo así las nuevas tendencias de demanda actual” (Robles 2016).

El informe de tesis tuvo como finalidad: Evaluar el efecto del TpoAlm postcosecha en el brotamiento, contenido de AR, contenido de FT y CA de tres variedades (var.) es de tub. de oca (*O. tuberosa*).

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Antay (2018) “evaluaron el impacto de la temperatura (temp.) de alm. (T°A) y del *stress* en la variación de AR, ácido oxálico y reducción de peso en tres Var.es de Oca (Var.O) (*Oxalis tuberosa* Mol.)”, “durante 30 días de alm., concluyó que el *stress* y la T°A tienen un impacto en la variación de ácido oxálico, AR y PP de las tres Var.O ya que los tub. de oca pasan por cambios químicos cuando se exponen a diversas temp.s, pierden agua, ácido oxálico a medida que avanzan en su ciclo de respiración y el almidón se transforma en AR”.

“Se han realizado pocos estudios en la evaluación del efecto de las Var.O y el tiempo sobre la respuesta al brotamiento y el comportamiento de CB de tub. oca, por ello, es importante usar antecedentes de otros estudios que utilizaron otros tub. como materia prima” Velásquez et al. (2013). “Evaluaron el efecto del TpoAlm en LB y la PP en papas nativas de diversas var.es durante el alm. postcosecha (12-15 °C y 80% de HR), encontrando que los tub. de papa incrementaron la LB y la PP a través del TpoAlm, alcanzando un máximo de estas propiedades a los 90 días de alm.. Así mismo, se mostró que las diferentes var.es de papas nativas presentaron diferentes longitudes de brotes y pérdidas de peso, lo que se traduce en un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) de la var. sobre estas propiedades de los tub.”. Además, Aliaga et al. (2011) “analizaron el efecto del TpoAlm sobre LB y la PP de tub. de olluco (*U. tuberosus* L.) durante el almacenaron postcosecha (15 °C y 85% de HR), encontrando que los tub. de olluco incrementaron la LB y la PP a través del TpoAlm, alcanzando un máximo de estas propiedades a los 90 días de alm.”.

Kulen et al. (2013) “evaluaron el cambio en el contenido de Compuestos Fenólicos (CF) y CA durante el alm. postcosecha (2-7 meses a 4 °C) de doce clones de papas y se encontró que los clones de papa pigmentada presentaron un alto contenido de CF y CA que los clones blancos y amarillos, además, se observó que los CF y CA se incrementó ligeramente a los siete meses

de alm. Así mismo, Rosental y Jansky (2009) analizaron el efecto del TpoAlm en la PP y la CA de tub. de papa, observándose que la PP y la CA se incrementaron a los 5,5 meses de alm.”.

Liu et al. (2017) “analizaron la influencia del TpoAlm en la generación de especies reactivas de oxígeno (peróxido de hidrógeno y superóxido, ERO), contenido de fenoles, contenido de flavonoides y la CA de tub. de papa durante el alm. postcosecha, encontrando que la Concentración (Concn) de ERO se incrementó durante el alm. postcosecha, mostrando un máximo a los 67 días de alm. Así mismo, se mostró que el contenido de ERO se incrementó conforme se incrementó el brotamiento. Por otro lado, el contenido de fenoles, contenido de flavonoides y la CA presentaron valores variables durante el alm. postcosecha y al final del período de alm. (67 días) estas propiedades presentaron los valores más bajos, lo cual estuvo relacionado con la mayor producción de EROS”.

Gonzales et al. (2020) “evaluaron el efecto del TpoAlm en la LB, PP, contenido de CF, CA y antocianinas de tub. de mashua morada (*T. tuberosum* Ruíz y Pavón) durante el almacenamiento (alm.) postcosecha. Encontrando que conforme se incrementó el TpoAlm, también se aumentó la longitud de los brotes (LB) y la PP de los tub. de mashua morada, alcanzando un máximo en los valores de estas propiedades a los 90 días de alm.. Por otro lado, el contenido de antocianinas, contenido de CF, y la CA mostraron valores variables durante el alm. postcosecha, lo que indicaría que el rompimiento del período de dormancia se manifiesta por la intensidad del brotamiento y por el posible cambio de los CB”.

Galani J., et al. (2017) “evaluaron el efecto de la T°A sobre la vitamina C, los FT, el perfil de ácido fenólico UPLC y la CA de once var.es de papa (*Solanum tuberosum*) evaluaron once var.es de papa de la India para los parámetros antioxidantes, a los 0, 30, 60 y 90 días de alm. a temp. ambiente, 15 °C y 4 °C. Encontraron que el alm. de tub. de papa a baja temp. afecta su metabolismo y puede alterar sus propiedades fitoquímicas. Existe la necesidad de dilucidar

los cambios en los compuestos antioxidantes, la actividad y las enzimas durante el alm. de los tub.”.

Guevara D., et al. (2018) “evaluaron la composición nutricional y CB de la mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). Encontraron que el tubérculo de la mashua contiene elevados grados de CB (FT, leucoantocianidinas, antocianinas, flavonas, proantocianinas, carotenoides, esteroides, triterpenos y Flavin 3-oles) que le confieren propiedades reconstituyentes y terapéuticas que han permitido su utilización desde tiempos prehispánicos, y últimamente ha estimulado un extraordinario interés científico. Por otra parte, los CB y la composición nutricional del tubérculo es mejor que la de ciertos frutos y la de los tub. andinos que han exhibido una importante contribución científica en la medicación y la industria”.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Oca (*Oxalis tuberosa*)**

“Es un tubérculo, después de la papa considerado como el tubérculo más valioso y más cultivado en los Andes, ubicado en los Andes de Ecuador, Colombia, Venezuela, Bolivia y Perú, en elevaciones entre 2500 y 4100 msnm, crece en suelos con pocos nutrientes y tolerante a climas fríos, además, a una altitud entre 3000 y 3800 msnm, las áreas de cultivo de oca con mayor rendimiento son con climas frescos, con cantidades suficientes de lluvia” (Tapia y Fries, 2007).

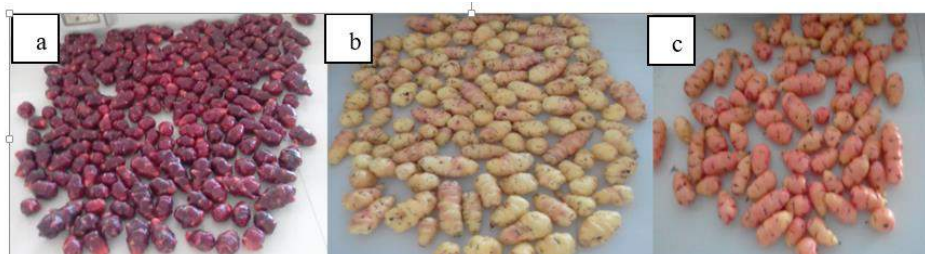
### 2.2.1.1. Morfologías.

**Características Morfológicas.** “El color de la superficie del tubérculo de oca es variado, por lo que se enumeran 12 variaciones de color, que van desde el gris oscuro-púrpura hasta el blanco y colores como amarillo-blanco, rojo, amarillo, amarillo-naranja, purpura rojizo, rojo pálido, naranja-rojo, rojo naranja oscuro, rosa y violeta gris claro. Los tub. de oca también pueden tener decoloración secundaria, rayas o manchas” (Cadima, 2006).

**2.2.1.2. Descripción Botánica.** “Es un vegetal herbáceo, con tub. de 5 a 15 cm de largo con variadas formas. De acuerdo con la descripción morfológica estándar de la oca, existiría otra forma, la forma alargada, consistente con la observada en las colecciones de germoplasma de oca de tres países: Ecuador, Perú y Bolivia. La característica del ojo no está incluida en los descriptores estándar, posiblemente porque no es una característica distintiva de la variación de este cultivo” (Cajamarca, 2010).

### Figura (Fig.) 1

*Morfología de la oca*



*Nota:* Ocas obtenidas de la comunidad de Condorpuyana, distrito y provincia de Chota. Oca morada (a), amarilla (b), naranja (c)



**2.2.1.3. Composición Química.** De acuerdo con Cajamarca (2010), “los extraordinarios contrastes de forma, var. y tamaño de los tub. demuestran los metabolitos esenciales (azúcares, almidón, minerales, glucósidos, proteínas, nutrientes, grasas insaturadas) y los auxiliares (carotenos, alcaloides, oxalatos, antocianinas, saponinas, betacianina, taninos)”. Chirinos et al. (2009) “observan que, por regla general, las mezclas características de la oca son los ácidos cafeico, cinámico y vanílico, así como los flavonoides, fenoles, flavanonas y antocianinas”. Collazos (1996) “descubrió que este tubérculo contiene un alto contenido de complejo B, así como de ácido L-ascórbico y vitamina A, tiamina, riboflavina, etc”. La tabla 1 muestra la estructura de los compuestos del tubérculo de la oca.

**Tabla 1**

*Composición química de la oca por 100g*

<b>Componente</b>	<b>Base húmeda</b>
Humedad (g)	86,79
Proteína (g)	0,77
Carbohidratos (g)	10,41
Extracto etéreo (g)	0,47
Ceniza (g)	0,78
Fibra (g)	1,0
Calcio (mg)	17,18
Fósforo (mg)	28,20
Hierro (mg)	12,53

**Fuente:** Suntaxi (2013)

**Tabla 2**

*Contenido de CF, antocianinas y CA hidrofílica de tub. andinos (olluco, mashua, papa y oca) y otras especies.*

Muestra	CF totales (mg/100 g) <sup>a</sup>	Antocianinas	CA en (Trolox equivalente/g) <sup>c</sup>
		totales (mg/100 g) <sup>b</sup>	
Mashua <sup>1</sup>	92 – 337	85 – 205	382 – 3920
Olluco <sup>2</sup>	41 – 77	0	193 – 610
Oca <sup>2</sup>	71 – 132	14 – 130	588 – 655
Papa <sup>2</sup>	64 – 232	8 – 80	344 – 1512
Maíz morado <sup>1</sup>	-	239,55	1888
Fresa <sup>1</sup>	339,45	-	-

**Fuente:** <sup>1</sup>Campos *et al.* (2004), <sup>2</sup>Arbizu (2012).

Nota. <sup>a</sup>mg ácido clorogénico, <sup>b</sup>mg cianidina-3-glucósido y <sup>c</sup>μmol equivalente Trolox en base húmeda.

**2.2.1.4. Modo De Consumo Y Utilización De La Oca.** “Es un alimento importante en las regiones donde se cultiva por sus excelentes propiedades medicinales y nutricionales. La oca contiene muchos carbohidratos y, por lo tanto, se utilizan como una fuente importante de energía porque proporcionan muchas calorías. El contenido promedio de agua en los tub. es 70%-80%, contenido de almidón 11%-22%, 1% almidón digerible, 1% grasa, 1% fibra y 1% ceniza” (Fernández y Rodríguez, 2007).

“El contenido de proteína del tubérculo de oca es diferente, hay tub. con más del 9% de proteína en peso seco y tiene un buen equilibrio de aminoácidos. Además, contienen minerales como: fósforo, calcio, hierro, riboflavina, retinol, niacina, tiamina, ácidos orgánicos, ácido

ascórbico y oxalatos solubles, por lo que tienen un ligero sabor ácido” (Fernández, Rodríguez, 2007; Mostacero et al., 2011).

“Los agricultores distinguen las cualidades culinarias de los tub., describiéndolos como dulces o amargos, y sus texturas como polvorizadas, acuosas y firmes. Se comen crudas, hervidas o a la plancha (en guisos, chupes, sopas) o deshidratados, y como postres” (Emshwiller, 2004).

“En los Andes, los tub. de oca se consumen en muchos platos tradicionales se pueden comer crudos o cocidos, pueden ser servidos solos o caramelizados” (Ugent y Ochoa, 2006). “Las raíces también se pueden secar al sol durante unos días para reducir el amargor y aumentar el contenido de azúcar”. (Fernández y Rodríguez, 2007).

### **2.2.2. Cosecha de la oca y manejo postcosecha**

**2.2.2.1. Cosecha.** “La oca se cosecha entre seis y ocho meses después de la siembra. Su recolección es similar al de la patata, pero los tub. suelen ser más delicados, por lo que hay que manipularlos con cuidado al excavar para extraerlos” (Suquilanda, 2007). “Es fundamental caracterizar los tub. sanos para la elección de la semilla y utilizar los que se han sido atacados por plagas o las manchas, debido al ataque de los gusanos, para la alimentación de los animales y la transformación. Las ocas frescas se producen hasta 50 t/ha, siendo un tubérculo con alto potencial” (Tapia y Fries 2007).

**2.2.2.2. Postcosecha De Oca.** Según Samaniego, (2010), el manejo de postcosecha tiene varias etapas que son:

**Pre calentamiento.** Luego de la cosecha, los tub. son colocados en el suelo para secarlos al sol, durante 4 días, a fin de producir un sabor dulce. Mayores tiempos de soleado (> 4 días) pueden ocasionar el cambio en la consistencia y sabor que los hace poco aceptables.

**Transporte.** Los tub. se empaican y transportan desde el campo hasta los hogares de los agricultores.

**Limpieza.** Los tub. se limpian de tierra y materias extrañas.

**Inspección y clasificación.** Los tub. se clasifican según el tamaño del tubérculo, vigor, uniformidad y sanidad, semillas grandes sin defectos, tub. pequeños para ser consumidos.

**Alm.** Tiene una vida útil más corta que otros tub. debido a su alto contenido de humedad y su superficie libre de cera. Sin embargo, se pueden almacenar hasta por 6 meses en un lugar fresco, bien ventilado, lejos de la luz intensa.

En el pasado, uno de los sistemas de defensa más difundidos para estos productos eran los llamados "atillos": una estructura alta de chackias (junco, guadúa) revestida con bloques de paja y tamo, en donde se disponen estos bulbos andinos de manera que no se pudrirán, sino que se "convertirán en chunas" y se volverán dulces. Los ancianos contaron que los tub. conservados de esta manera sabían deliciosos y se hinchaban cuando se cocinaban. (Samaniego, 2010).

### **2.2.3. Brotación De Tub.**

“Se inicia el brote apical, que está más aislado al lugar de inserción del estolón. El crecimiento provoca una variación bioquímica en el tubérculo, sobre todo por las necesidades energéticas de los brotes en desarrollo” (Ccanto, 2019).

“Durante la etapa de brotación, comienzan a desarrollar los brotes. Para esta situación, el ritmo de desarrollo se retrasa por efecto de la temp. de 4°C mientras que es rápido a temp.s elevadas, lo que es significativo en estos casos en los tub. de siembra. El desarrollo de brotes aporta carencia de peso, y obstrucción en los tub., lo que se debe en su mayor parte a la ausencia de agua por el aumento de la potencia respiratoria” (Ccanto, 2019).

### **2.2.4. Brotamiento Múltiple De Tub.**

“Después de la fase de letargo apical, se desarrollan brotes adicionales y comienza la fase de crecimiento variado, esta fase es fundamental para sembrar tub. semilla, lo que nos da plantas con un enorme número de tallos” (Ccanto, 2019).

Vejarano y Morales (2014) indican que, “en el momento en que se cierra fisiológicamente la fuerza apical, comienza el tiempo de crecimiento diverso, es decir, empiezan a formarse los brotes por debajo de la yema apical. La época de crecimiento diverso es ideal para sembrar tub. de siembra, dando lugar a plantas con un número más notable de tallos. La fase de crecimiento diverso es inestable y depende de la var. y de las características de alm., por ejemplo, las temp.s bajas de alm. (4°C) prolongan el período de crecimiento múltiple. La luz dispersa también ayuda a retrasar este estado fisiológico. El inicio de la etapa de crecimiento variable, el tubérculo de siembra es inmaduro y al final es longevo. Los tub. de semilla longevos no necesitan ser desherbados, independientemente de que los brotes sean extremadamente largos, ya que pueden no rebrotar o formar brotes excepcionalmente frágiles”.

#### **2.2.5. Azúcares Reductores (AR)**

“Tienen un grupo carbonilo intacto (grupo funcional), un grupo hemiacetal (interacción entre C-2 y C-5), lo que les otorga la capacidad de reaccionar con otros compuestos. En solución (Sol.) acuosa, el grupo aldehído libre reduce el agente oxidante. La forma cíclica del azúcar hemiacetales puede producir una cantidad de la cadena abierta (grupo aldehído libre)” (Moreano, 2015).

“Los AR durante el alm. postcosecha afectan el contenido de sólidos solubles. Los diferentes polisacáridos estructurales, como el almidón y la pectina de la pared celular, se hidrolizan a componentes monoméricos básicos. como glucosa, fructosa y sacarosa incrementan el contenido de los sólidos solubles” (Torres et al., 2013).

“El almidón presente en tub., frutas y hortalizas se hidroliza durante el alm. postcosecha y produce AR y posteriormente CO<sub>2</sub> mediante el proceso de respiración. La acción enzimática de las amilasas convierte el almidón en fructosa y glucosa y trae como consecuencia la reducción de la Concn de almidón e incremento de la PP, ya que normalmente los tub., las frutas y hortalizas necesitan energía para realizar sus procesos fisiológicos que ocurren durante el

alm.” (Matsuura-Endo et al., 2004). “La respiración y la brotación influyen en el aumento del contenido de AR dentro de los tub., las frutas y hortalizas” (Coelho et al., 1999; Chaper et al., 2004; Knowles et al., 2009).

### **2.2.6. Fenoles Totales (FT)**

“Las plantas sintetizan muchos metabolitos primarios y secundarios. Los metabolitos primarios son partículas que están directamente relacionadas con las capacidades de la vegetación, mientras que los metabolitos secundarios son partículas naturales que, a diferencia de los metabolitos esenciales, no desempeñan un papel inmediato en la fotosíntesis, la respiración, la digestión de suplementos y el transporte o combinación de solutos” (Almaraz et al., 2006).

“Los CF son sustancias naturales generalmente apropiadas en el reino vegetal. Se encuentran en todas las fragmentos de la planta y sus fijaciones difieren a lo largo del ciclo de desarrollo. Estas mezclas intervienen en funciones como la absorción de suplementos, la combinación de proteínas, la actividad enzimática, la fotosíntesis, el desarrollo de las partes subyacentes, la infección alélica y la protección frente a variables naturales desfavorables” (Nazario et al., 2013).

“Los CF o polifenoles constituyen parte de los metabolitos secundarios de las plantas o fitoquímicos. Su estructura básica es una molécula de fenol unida a un anillo aromático y uno o más grupos hidroxilo. Estos compuestos están ampliamente distribuidos en varias plantas como raíces, verduras, frutas y granos” (Peñarrieta et al., 2014).

“La quercetina, se puede encontrar en muchas plantas (frutas, verduras, cereales integrales, legumbres, té, etc.). Los alimentos a menudo contienen mezclas complejas de polifenoles. Además, el contenido total de polifenoles puede verse afectado por factores ambientales, como la luz, la madurez o el nivel de conservación. Los factores climáticos (exposición al sol, precipitaciones, etc.) o agronómicos (cultivos, rendimiento, etc.) juegan un

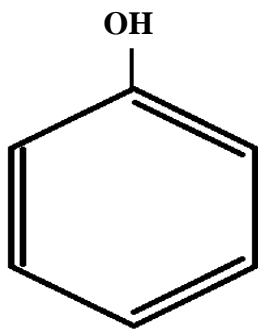
papel importante. En particular, la exposición a la luz es uno de los importantes determinantes del contenido de la mayoría de los polifenoles” (Manach et al., 2004).

“Los fenoles junto con las enzimas superóxido dismutasa y la catalasa, representan la primera línea de protección contra el estrés oxidativo causado por la baja temp. de frutas, verduras o tub., y estos fenoles y enzimas mantienen estable la integridad de la membrana” (Martínez et al. 2013). “Sin embargo, se ha informado que la exposición de frutas y verduras almacenadas entre 0 y 15 °C provoca el oscurecimiento de los tejidos debido a los efectos de la polifenol oxidasa y la peroxidasa sobre el fenol” (Balois et al. 2008).

**2.2.6.1. Estructura De CF.** “El término fenol cubre alrededor de 8000 compuestos naturales. Todos tienen una estructura común: un anillo fenólico, un anillo aromático con al menos un sustituyente hidroxilo” (Aguilera et al., 2011).

**Fig. 2**

*Estructura de un fenol*



### **2.2.7. Capacidad Antioxidante (CA)**

“Son sustancias que neutralizan la oxidación de los radicales libres, liberando electrones capturados por los radicales libres en nuestra sangre, haciéndolos estables” (Chávez y Ordoñez, 2013).

“Los antioxidantes incluyen vitamina E, vitamina C, carotenoides y flavonoides. Además, se ha descubierto que minerales como el selenio, el magnesio, el zinc y el cobre que se encuentran en los mariscos, la carne, los cereales, las frutas, los frijoles y el pescado, tienen

cierta CA. Los antioxidantes no solo se producen dentro de sus células, sino que también se pueden obtener de su dieta” (Nazario et al., 2013).

“En el caso de los frutos, el estado de maduración incide directamente en el contenido de CB, ya que la biosíntesis se produce durante la maduración, da como resultado mayores concentraciones de los Compuestos Bioactivos (CB) carotenoides, CF, ácido ascórbico, etc. Estos compuestos producen mayor CA” (Repo y Encina, 2003)

“El procedimiento de los CB de frutas y tub. andinos durante el alm. postcosecha, dependen del tiempo y condiciones de alm.. Por ejemplo, los tub. de papa al ser almacenados a diferentes tiempos y temp.s de alm. pueden afectar la CA, ya que, en algunos casos la CA aumenta conforme el tiempo de alm. (TpoAlm) se incrementa debido a una producción de CF totales” (Külen et al., 2013)

## **2.3. Marco Conceptual**

### ***2.3.1. Forma De Recolección De Muestras***

Las muestras fueron obtenidas completamente al azar para cada var..

### ***2.3.2. Determinación De CB***

Para la determinación de CB se realizó la preparación de las muestras para cada var. de oca, la oca fue triturada y diluida con agua para cada uno de los análisis realizados.

### ***2.3.3. Var.***

Una población con caracteres que la hacen inconfundible a pesar de hibridarse sin reservas con otras poblaciones de especies similares.

### ***2.3.4. Brotamiento***

Después del estado de dormancia los tub. comienzan a desarrollar brotes, los tub. en este estado dan lugar a plantas.



## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Ubicación

Las Var.O fueron obtenidos de la comunidad de Condorpuyana – Chota – Cajamarca (Ubigeo: 060401, Latitud Sur: 6° 30' 39,1" S (-6.51085302000), Longitud Oeste: 78° 36' 43,6" W (-78,61210202000), Altura: 3019 msnm), la fase experimental se realizó en el laboratorio de Análisis y Control de Calidad de Productos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

### 3.2. Población Y Muestra

#### 3.2.1. Población

Se utilizaron tres Var.O: oca morada, oca amarilla, oca naranja; recién cosechadas y sin daños físicos observables. Las muestras fueron obtenidas en la comunidad de Condorpuyana, - Chota.

#### 3.2.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 4 kg de oca de cada var. y se utilizaron 500 g de peso de tub. (aproximadamente) por cada unidad experimental. Los tub. de oca fueron colocados en cajas de cartón, longitud y ancho del tubérculo, oca morada de 5 cm  $\pm$  0,5 cm y 1 cm  $\pm$  0,5 cm respectivamente, oca amarilla de 8 cm  $\pm$  0,5 cm y 2 cm  $\pm$  0,5 cm respectivamente, oca naranja de 8 cm  $\pm$  0,5 cm y 2 cm  $\pm$  0,5 cm respectivamente.

### 3.3. Equipos, Materiales E Insumos

Equipos e instrumentos	Marca	Modelo	Lugar de fabricación	Principales características
<b>Espectrofotómetro</b>	GENESYS™	10S	Fisher	Rango de onda 190 a 1100 nm
			Scientific SL	Ancho de banda espectral 1,8 nm
			MADRID	Exactitud de la longitud de onda $\pm 1,0$ nm
<b>Balanza analítica</b>	EUROTECH	JF-2204		Rango de 0,0001 hasta 220 Gr. Repetitividad (mg): +/- 0,1 mg Corriente 220 Volt Tamaño del plato de pesada: 80 mm Fabricación de acuerdo a Normas ISO 9001:2000

#### Materiales de laboratorio

- Termómetro
- Hidrómetro
- Vaso de 100 mL
- Micro pipeta de 1 a 100  $\mu$ L
- Vasos de 500 mL
- Micro pipeta de 100 a 1000  $\mu$ L
- Agua destilada
- Pipeta de 5 mL
- Pipeta de 1 mL

#### Reactivos

- DNS: Merck, 98 %

- Folin – ciocalteu: Merck, 99 %
- DPPH: Merck, 99 %
- Hidróxido de sodio: Hach, 99 %
- Tartrato de sodio y potasio: Merck, 99 %
- Fenol cristalino: Lab Alley, 99 %
- Bisulfito de sodio: Fagalab, 98 %
- Glucosa: Randox, 99 %
- Carbonato de sodio: Lanatoriumdiscounter, 99,7 %
- Ácido gálico: Merck, 97,5-102,5%
- Metanol: AppliChem, 99,9 %

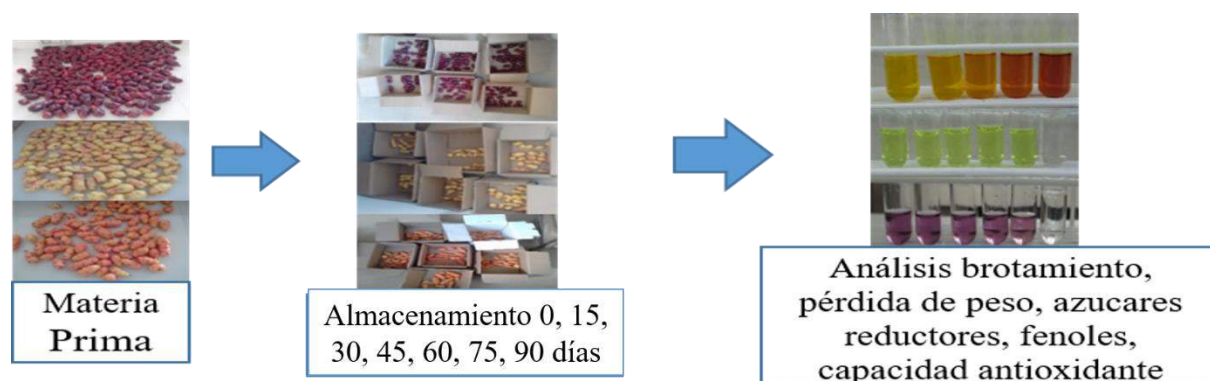
### **3.4. Metodología De La Investigación**

#### **3.4.1. Diseño Experimental**

Este estudio se ejecutó utilizando un diseño de bloques completamente al azar, donde los bloques fueron las var.es de tub. de oca y el factor fue el TpoAlm. Para ello, tub. de tres Var.O (morada, amarilla, naranja), provenientes de la comunidad de Condorpuyana distrito y provincia Chota fueron recogidos aleatoriamente, lavados, secados y almacenados hasta su uso posterior. Luego, se pesaron 500 g de cada var. (seis repeticiones para cada var.) y se colocaron en cajas de cartón de 15 x 22 x 10 cm. Los tub. se almacenaron a una temp. promedio de 19 °C y una humedad relativa (HR) de 80 a 85 %. A los 0, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días se realizó la medición de la LB, %PP, contenido de AR, contenido de CF y CA (Fig. 3).

**Fig. 3**

*Secuencia de actividades realizadas durante el alm. de tub. de oca.*



### **3.4.2. Determinación Del Tamaño Del Brote**

“La LB se determinó midiendo desde la altura de los meristemas hasta la parte final del brote” de acuerdo con la metodología detallada por Velásquez et al., 2013.

### **3.4.3. Determinación Del Porcentaje de Pérdida de Peso (%PP)**

Se utilizó la metodología descrita por Contreras 2015. “El %PP se determinó a partir de la diferencia de masa entre el peso inicial y final del tubérculo en el momento de la medición”. (%PP), peso inicial ( $P_i$ ) y peso final ( $P_f$ )

$$\%PP = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

### **3.4.4. Determinación De AR**

“Se manejó la metodología propuesta por Miller (1959) y Silva et al. (2003) con ciertas transformaciones que se especifican a continuación”.

**3.4.4.1. Preparación del ácido 3,5 – Dinitrosalicílico (DNS).** “Se prepararon 300 ml de NaOH al 4,5 %, se añadieron a 880 ml de DNS al 1 % y 255 g de tartrato sódico potásico. Se preparó una Sol.: se añadió 22 ml de NaOH al 10% y 10 g de bisulfito sódico a 10 g de fenol cristalino y se completó hasta 100 ml. Se mezclaron hasta que el potasio y el sodio se disolvieron por completo. Se guardó la Sol. en una botella ámbar a 4°C para su uso posterior”.

**3.4.4.2. Determinación de la Curva de Calibración (CC).** “Se preparó una Sol. estándar de 540 µg de glucosa, se agregó agua destilada hasta 100 ml. Se adicionó alícuotas 0,3; 0,5; 0,8 y 1,0 ml en cuatro tubos. Luego se agregó 2 ml de DNS a cada tubo. Se adicionó agua destilada para dar un volumen de 4,2 ml en los tubos. Se preparó un blanco con 2,2 ml de agua y 2,0 ml de DNS. Se agitaron los tubos de ensayo y se colocaron en agua a 80°C durante 6 min, luego se enfrió en agua corriente. Midió la Absorbancia (Abs.) a 540 nm para cada tubo y se hizo una CC”.

**3.4.4.3. Determinación de la Concn de AR.** “Se colocaron los tub. de oca en un mortero y se trituraron hasta obtener una masa. Luego se colocaron 10 g de esta masa en una fiola de 100 ml y se agregó agua destilada. Se tomó 1 ml de esta Sol. y se agregó 2,0 ml de DNS y 1,2 ml de agua destilada. Luego se preparó un blanco con la misma proporción de la curva de calibración. Se procede igual que en la curva de calibración. Se registró la Abs. a 540 nm y se determinó el contenido de azúcar reductor según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ AR} = ((\text{Abs}-\text{B})-\text{a})/(\text{b} \times \text{M}) \times 10 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% AR: Porcentaje de AR

Abs: Abs. de la muestra

B: Abs. del blanco

M: Peso de muestra (g)

a: Intercepto de la CC

b: Pendiente de la CC

### **3.4.5. Determinación de FT**

Se manejó el método de Folin-Ciocalteu propuesto por Singleton et al. (1999) y Hidayat et al (2017) con algunas modificaciones. “La preparación de la muestra de los tub. de oca y dilución fueron los mismos que en la sección 3.4.4. 100 µL de extractos de tub. de oca diluidos

fueron colocados en un tubo de 20 mL y se añadieron 250 µL de Folin Ciocalteu, se dejaron reposar durante 6 min. Posteriormente se adicionaron 750 µL de carbonato de sodio al 6 % y se añadió 3,9 mL de agua destilada hasta completar un volumen de 5 mL. Luego, la mezcla se agitó en un vortex por 10 s y se dejó reposar durante 30 min en oscuridad a temp. ambiente. Luego, se procedió a medir la Abs. a 765 nm con la ayuda de un espectrofotómetro”.

“Para la cuantificación de los CF totales se construyó una CC de 20 µg/mL a 500 µg/mL con ácido gálico a partir de una Sol. de 2000 µg/mL de ácido gálico. Una vez obtenida la Concn de cada punto de la curva, se procedió a realizar el análisis de los CF utilizando el mismo procedimiento para la muestra. Los análisis se realizaron por triplicado e indicados como mg ácido gálico por gramo de materia seca”.

**Tabla 3**

*CC de ácido gálico para la determinación del contenido de CF.*

<b>Tubo</b>	<b>Concn</b>	<b>Volumen Sol.</b>	<b>Volumen agua</b>
<b>N°</b>	<b>µg/mL</b>	<b>patrón (mL)</b>	<b>destilada (mL)</b>
<b>1</b>	20	0,010	0,990
<b>2</b>	50	0,025	0,975
<b>3</b>	100	0,050	0,950
<b>4</b>	300	0,150	0,850
<b>5</b>	500	0,250	0,750

Aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración de fenoles} = \frac{\text{Absorbancia}-a}{\text{Dilusión de la muestra} \cdot b} \dots\dots\dots (3)$$

### **3.4.6. Determinación de CA**

Se realizó siguiendo la metodología propuesta por Brand et al. (1995) y Gonzales et al. (2020). “La preparación de la muestra de los tub. de oca y dilución fueron los mismos de la

sección 3.4.4. Para ello, 200  $\mu\text{L}$  de extracto diluido se colocaron en un tubo de 10 mL y se adicionó 3,8 mL de Sol. etanólica de DPPH ( $6 \times 10^{-5} \text{ M}$ ). La Sol. se dejó reposar en oscuridad por 30 min, y luego se realizó la lectura de Abs. a 515 nm en un espectrofotómetro. Para la determinación de la CA se utilizó una CC preparada con una Sol. patrón de Trolox de 0,2 mM ( $\text{PM}=250,29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) y se obtuvieron disoluciones de 0,02 a 0,2 mM. Las lecturas de las Abs.s de la CC fueron registradas a 515 nm. Una vez obtenida la Concn de cada punto de la curva, se procedió a realizar a determinar la CA utilizando el mismo procedimiento para la muestra. Los análisis fueron realizados por duplicado y expresados como  $\mu\text{mol}$  Trolox Equivalente (TE) por gramo de materia seco”.

**Tabla 4**

*CC para la determinación de la CA.*

<b>Tubo</b>	<b>Concn</b>	<b>Trolox</b>	<b>Agua</b>
1	0,02	100	900
2	0,05	250	750
3	0,08	400	600
4	0,1	500	500
5	0,2	1 000	0

### **3.5. Análisis estadístico**

“A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0,05. Si el efecto del TpoAlm y Var.O fue significativo se realizó la prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). El software utilizado para el análisis estadístico fue Minitab 17 y para las gráficas el SigmaPlot 11.0”.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. LB

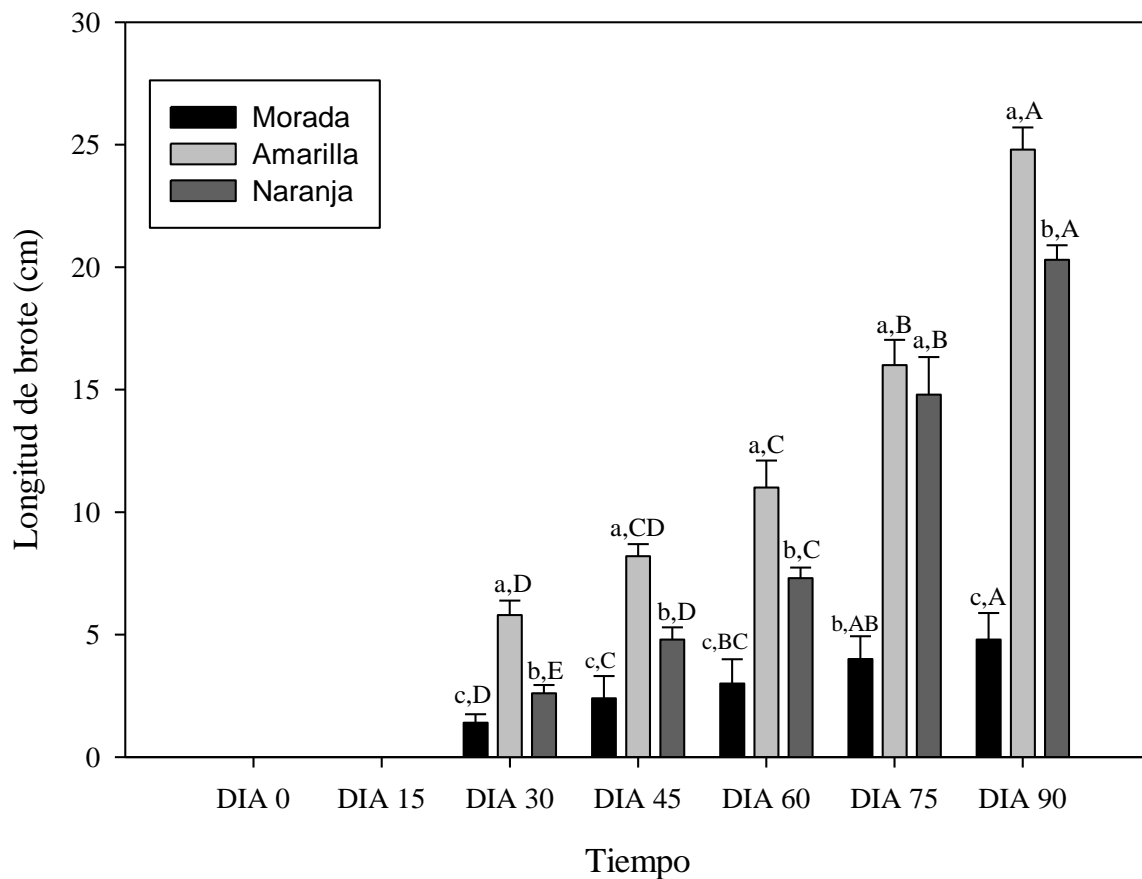
En la Fig. 4 se muestra la LB de los tub. de oca morada, amarilla y naranja, donde se aprecia que la LB aumentó en las tres var.es durante el TpoAlm. No obstante, la tendencia al incremento del tamaño de los brotes fue mayor en los tub. de oca amarilla y naranja. Los tub. de oca amarilla presentaron el mayor tamaño de brotes (26,4 cm) a los 90 días de alm., seguido por los tub. de oca naranja (19,8 cm) y la oca morada (4,3 cm). Estos resultados indican que la var. de la oca pudo haber influenciado en la LB, ya que los tub. de oca de diferentes var.es almacenadas en las mismas condiciones presentaron una variabilidad en la LB.

Estudios en alm. postcosecha de tub. de olluco y papa de diferentes var.es han reportado un incremento de la LB durante el TpoAlm (Aliaga et al., 2011, Velásquez et al, 2013). Este comportamiento de crecimiento en el tamaño de los brotes de los tub. es refisiológico y ambiental (Sonnewald y Sonnewald, 2014). Así mismo, se encontró efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del TpoAlm y la var. de oca en la LB.



**Fig. 4**

*Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en la LB de tub. de oca.*



*Nota: Diferentes letras minúsculas entre las Var.O al mismo TpoAlm indican diferencia significativa (dif.sig.) ( $p < 0,05$ ) en la LB. Diferentes letras mayúsculas para la misma var. de oca a través del TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en la LB.*

**Fig. 5**

*Crecimiento de los brotes de las tres Var.O durante el TpoAlm.*



*Nota: Los números 0, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 son los días de alm.. Para cada TpoAlm, la secuencia de la var. de izquierda a derecha es oca morada, oca rosada y oca amarilla.*

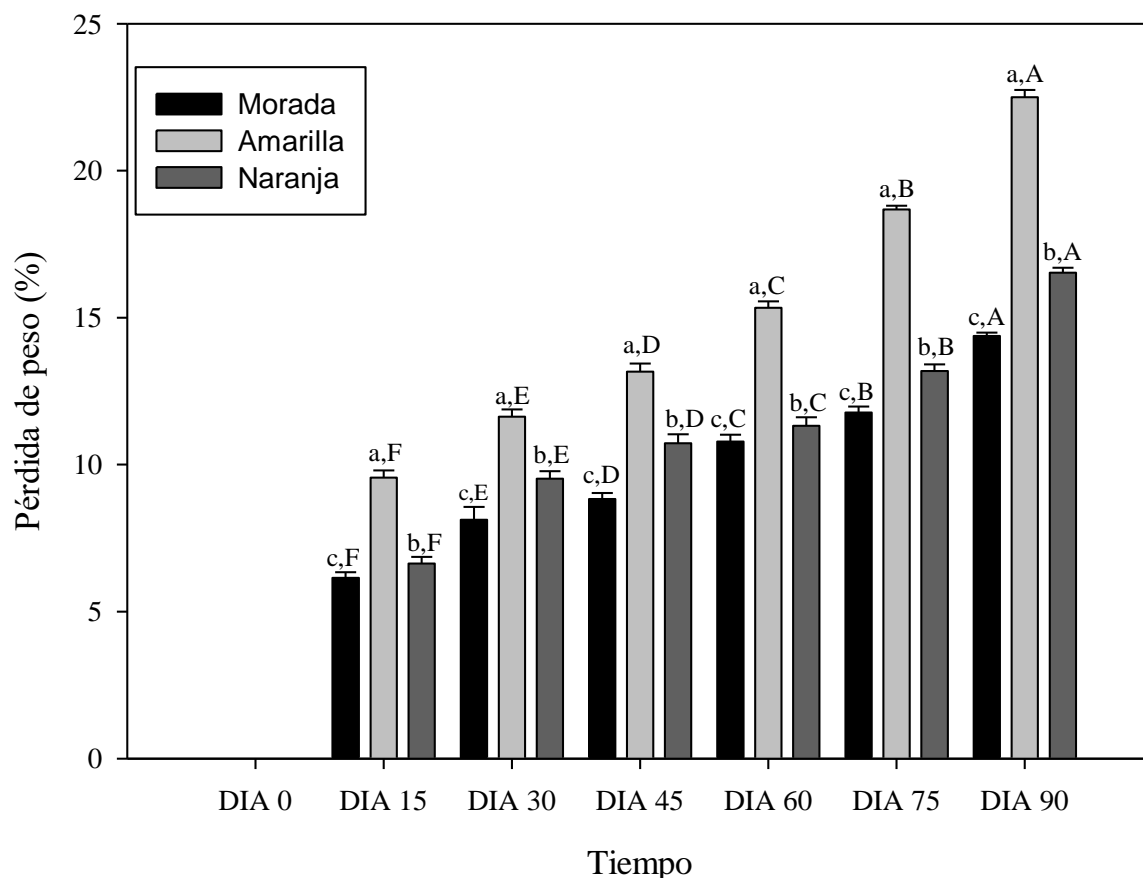
#### **4.2. PP**

En la Fig. 6 se muestra la PP de los tub. de oca morada, amarilla y naranja, donde se aprecia que la PP aumentó a través del TpoAlm. Los tub. de oca amarilla exhibieron la mayor PP (22,55 %) a los 90 días de alm., seguido por los tub. de oca naranja (16,33 %) y oca morada (14,23 %). Estas diferencias en la PP durante el TpoAlm muestran que la var. de oca es una variable que afecta la PP ( $p < 0,05$ ), este mismo comportamiento fue observado en la LB.

Estudios de alm. postcosecha de otros tipos de tub. como mashua, olluco y papa han mostrado que la PP depende del tipo de tubérculo, el tipo de alm. y la var. del tubérculo (Gonzales et al., 2020; Antay, 2018; Velásquez et al., 2013; Aliaga et al., 2011). Así mismo, se ha reportado que la PP ocurre debido a que los tub. liberan agua libre a la superficie por efecto del déficit de presión de vapor (García et al., 2014) y estas pérdidas de peso son incontrolables y tienen relación con la respiración y la brotación de los tub. (Velásquez et al., 2013). Además, la PP de los tub. depende de la síntesis y degradación del almidón (polímero de reserva de los tub.), y este proporciona la energía necesaria para la realización de otras actividades metabólicas (Tofiño et al, 2006).

**Fig. 6**

*Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en la PPde tub. de oca.*



*Nota: Diferentes letras minúsculas entre las Var.O al mismo TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en la PP. Diferentes letras mayúsculas para la misma var. de oca a través del TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en la PP.*

### 4.3. Contenido de AR

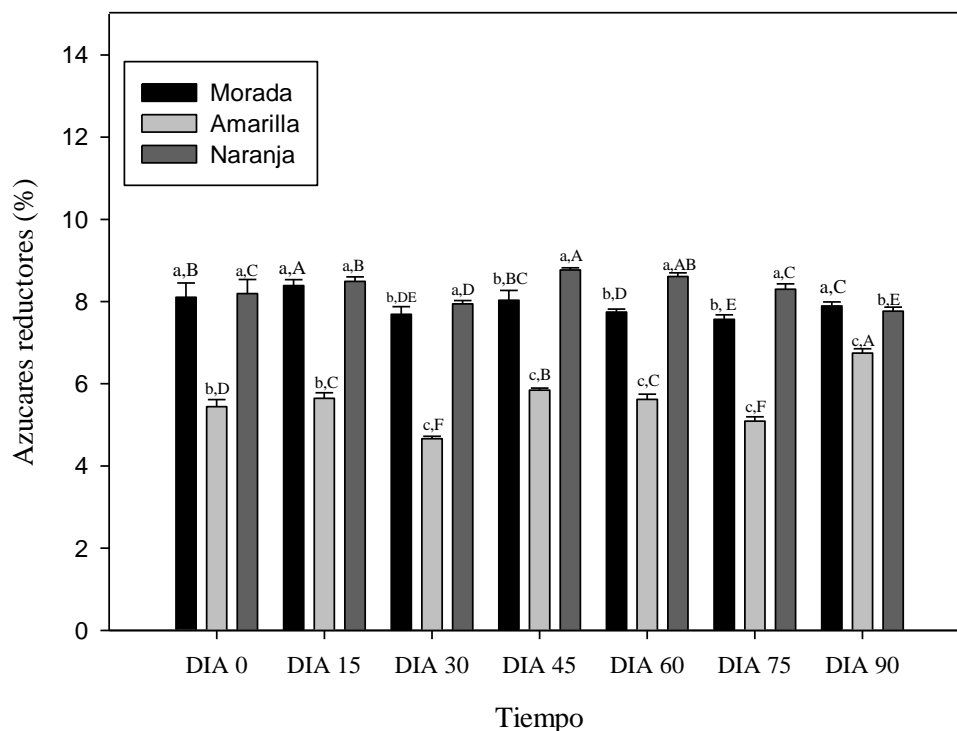
En la Fig. 7 Se muestra el contenido de AR en las tres var.es de tub. de oca a través del TpoAlm. A los 15 días de alm. se observa un ligero incremento del contenido de AR y a los 30 días de alm. el contenido de azúcares de reductores disminuyó ligeramente, lo que indicaría que después de la cosecha los tub. de oca necesitan un período de estabilización (primeras semanas), al estar separados de la planta, necesitan un periodo para estabilizarse a los cambios fisiológicos

(Cerovich y Miranda, 2004). A los 45 días de alm., los tub. de oca de las tres var.es incrementaron ligeramente el contenido de AR, el cual se mantuvo casi constante hasta los 90 días de alm.. El incremento en contenido de AR a partir de los 45 días alm. está relacionado con el incremento de la PPde los tub. de oca, ya que a los 45 días se observó que la PPpresentó un incremento más pronunciado (Fig. 7). Durante el proceso de brotación el almidón de reserva se hidroliza y se convierte en azúcares simples, lo que incrementa la Concñ de los AR (Matsuura-Endo et al., 2004). Por ello, el incremento de la LB de los tub. de oca a prolongados tiempos de alm. (Fig. 7) pueden afectar los procesos fisiológicos que gobiernan la hidrólisis de almidón y la producción de AR.

Los tub. de oca de la var. morada y naranja presentaron un mayor contenido de AR tanto inicial como durante el alm. postcosecha. Similares contenidos de AR han sido reportados en tub. de oca (Antay, 2018). Según los datos obtenidos, se observa que la var. de tub. de oca y el TpoAlm tuvieron efecto en el contenido de azúcares de reductores ( $p < 0,05$ ).

**Fig. 7**

Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en el contenido de AR de tub. de oca.



Nota: *Diferentes letras minúsculas entre las Var.O al mismo TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en el contenido de AR. Diferentes letras mayúsculas para la misma var. de oca a través del TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en el contenido de AR.*

#### 4.4. Contenido de FT

El contenido de CF se redujo a los 15 días de alm. en las tres Var.O, no obstante, a los 30 días este contenido de CF comenzó a incrementarse, alcanzando su máxima Concn a los 45 días de alm. (Fig. 8), a los 60 días de alm. la Concn se redujo abruptamente y luego se incrementó ligeramente hasta los 90 días de alm. (Fig. 8).

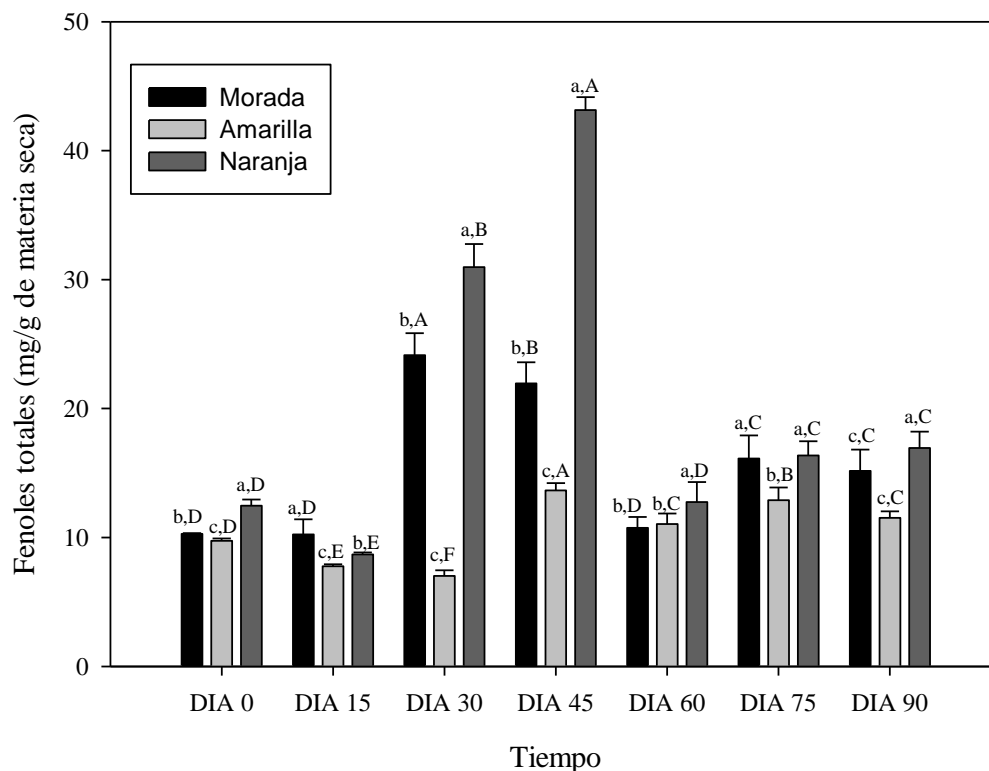
Este comportamiento está relacionado con el período de estabilización (primeras semanas) que se mencionó en la PPde tub. de oca. Por otro lado, el incremento del contenido de CF a los 30 días de alm., coincide con inicio del brotamiento de los tub., lo que indicaría que los tub. de oca sufren ciertos cambios fisiológicos que alteran el contenido de CF. Cabe

mencionar que la actividad fisiológica relacionada a la biosíntesis de los CF depende de las enzimas polifenoloxidasas o peroxidasas (Balois et al. 2008). Por lo tanto, diferencias en la concentración y actividad de las enzimas durante el TpoAlm podrían explicar los cambios en el contenido de CF. Similares resultados en el comportamiento del contenido de CF durante el TpoAlm fueron reportados en tub. de papa almacenados a 15 °C (Yamdeu et al., 2017).

Los tub. de oca naranja y morada presentaron el mayor contenido de CF durante el TpoAlm. Esto indicaría un efecto de la var. sobre el contenido de CF ( $p < 0,05$ ). Las diferencias en las var.es pueden deberse a efectos de la síntesis y degradación de CF. Estudios de alm. postcosecha de diversos genotipos de tub. de papa han reportado que el contenido de CF se incrementa o disminuye dependiendo del genotipo de papa y durante el periodo de alm., así mismo, se atribuye estos cambios en el contenido de CF a la presencia de la enzima superóxido dismutasa y la enzima ascorbato peroxidasas (Kulen et al., 2013; Yamdeu et al. 2017). Futuros trabajos podrían ser realizados a fin de determinar que CF específicos sufren estos cambios en los tub. de oca durante el alm. postcosecha.

**Fig. 8**

*Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en el contenido de FT de tub. de oca.*



*Nota:*

*Diferentes letras minúsculas entre las Var.O al mismo TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en el contenido de FT. Diferentes letras mayúsculas para la misma var. de oca a través del TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en el contenido de FT.*

#### **4.5. CA**

El contenido de CA se redujo a los 15 días de alm. en las tres Var.O, no obstante, a los 60 días el contenido de CA en la oca morada y naranja comenzó a incrementarse (Fig. 9), por el contrario la oca amarilla bajo el contenido de CA, a los 75 días de alm. las 3 var.es tendieron a reducir dicha capacidad en comparación con los valores iniciales, a los 90 días de alm. este contenido de CA en oca amarilla se incrementó ligeramente (Fig. 9).

Este comportamiento está relacionado con el período de estabilización (primeras semanas) que se mencionó en la PP de tub. de oca. Por otro lado, la disminución de la CA

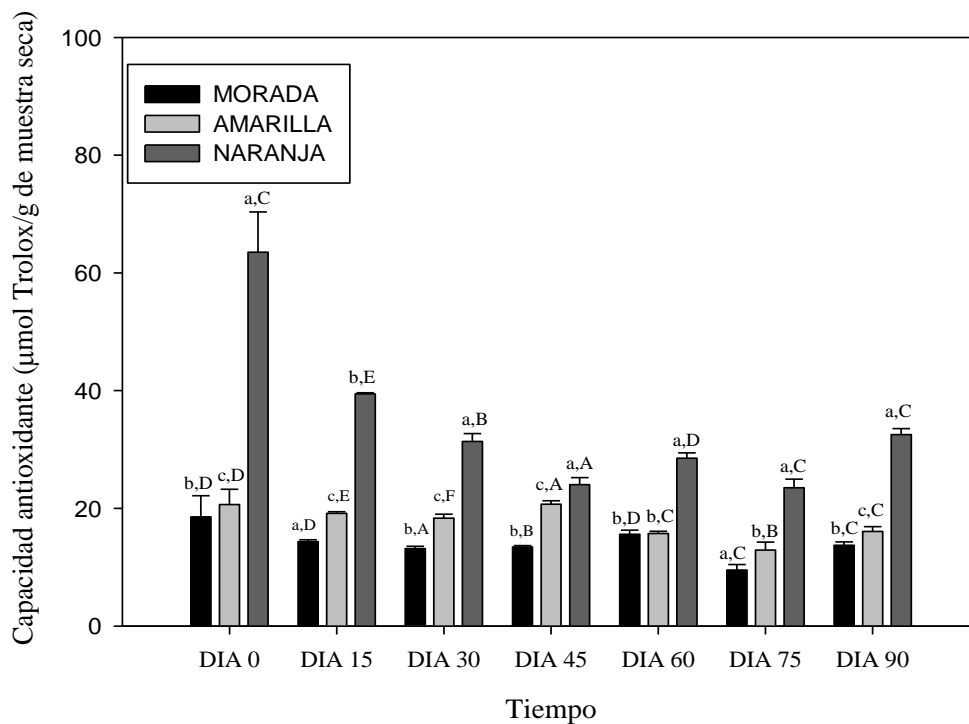


después de 75 días de alm. puede estar parcialmente relacionada con la disminución de AR durante el mismo período. Además, las vitaminas solubles, pueden aumentar la CA de los productos almacenados (González et al., 2020). Se ha encontrado una relación entre el contenido de CF y la CA de tub. como papa morada, mashua, papa amarilla y frutas durante el alm. postcosecha (Chirinos et al. et al., 2007; Chirinos et al., 2008; Madiwale et al., 2011).

En general, los tub. de oca naranja y amarilla presentaron el mayor contenido de CA durante el TpoAlm que los tub. de oca morada. Esto indicaría un efecto de la var. sobre el contenido de CA ( $p < 0,05$ ). Estudios en alm. postcosecha de tub. de oca de diferentes var.es han reportado una variabilidad de contenido en CA durante el TpoAlm. Bustincio (2014) Señala que los niveles de estos compuestos pueden variar ampliamente dentro de la misma especie de planta, e incluso entre cultivares, debido a factores genéticos y ambientales que determinan la germinación, el crecimiento y el desarrollo y la calidad del cultivo. El tejido cortado se somete a estrés oxidativo, provocando daños en la membrana y cambios en el contenido de compuestos antioxidantes y la composición, lo que trae como resultado cambios en la CA. También está implicado en la solubilidad en agua, la transferencia de masa, la pérdida de vitaminas y la sensibilidad al calor a través de la oxidación enzimática. (Liu et al., 2017). Las diferencias entre la CA entre las Var.O pueden deberse a efectos de la síntesis y degradación de CA. Por ello, futuros trabajos podrían ser realizados a fin de determinar que CF específicos sufren estos cambios en los tub. de oca durante el alm. postcosecha.

**Fig. 9**

*Influencia del TpoAlm postcosecha y var. de oca en la CA de tub. de oca.*



*Nota: Diferentes letras minúsculas entre las Var.O al mismo TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en la CA. Diferentes letras mayúsculas para la misma var. de oca a través del TpoAlm indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) en la CA.*

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

El TpoAlm postcosecha produjo cambios fisiológicos en los tub. de oca y estos se observaron en la LB, PP, el contenido de AR, el contenido de CF y la CA de los tub. de oca, así mismo, estos cambios fueron diferente entre las tres Var.O.

El TpoAlm postcosecha y la var. de oca influyeron en la LB de los tub. de oca, siendo la oca amarilla la que presentó una mayor LB a los 90 días de alm..

El TpoAlm postcosecha y la var. de oca influyeron en la PPtotal de los tub. de oca, a los 90 días la oca amarilla presento una mayor PP.

El TpoAlm postcosecha y la var. de oca influyeron en la variación del porcentaje de AR a los 90 días se obtuvo un mayor contenido de AR en la oca morada

El TpoAlm postcosecha y la var. de tub. de oca, afectó el contenido de CF en las tres Var.O, se obtuvo un mayor contenido a los 90 días en la oca naranja.

El TpoAlm y la var. de tub. de oca, influye en la Concn de la CA obteniendo una mayor Concn en la oca naranja a los 90 días de alm..

### 5.2. Recomendaciones

Para evaluar la actividad de los CB en tub. de oca, se deben evaluar las concentraciones de ácido ascórbico, antocianinas y pH durante el alm. a 80-85% de HR y 19°C en oca morada, amarilla y naranja.

Realizar estudios de correlación sobre los efectos del alm. con y sin exposición a la luz solar, teniendo en cuenta variables como AR, CF totales, CA y evaluación de la Concn de ácido ascórbico, Concn de antocianinas y pH para explicar el comportamiento de CB en tub. de oca morada, amarilla y naranja.

## CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera M, Reza M, Chew R, Meza J. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad de Sonora*, 13(2), 16-22.
- Aliaga I., Velásquez, F., Amaya J. y Siche R., (2016). El pH de los suelos de la Sierra Central del Perú en la calidad industrial de hojuelas de *Solanum tuberosum* L. var. Capiro. *Agroindustrial Science*.
- Aliaga, I.; Velásquez, F.; Mendoza, R. y Chuquilín, R. (2011). Efecto de la aplicación de Chlorpropham en el brotamiento de tub. de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en condiciones de almacén. *Scientia Agropecuaria* 2: 91-96.
- Antay R. (2018). Influencia del Stress y la  $\infty$  en la Variación del Ácido Oxálico, AR y PPen Tres Var.O (*Oxális tuberosa* Mol.). Universidad Nacional José María Arguedas Andahuaylas – Apurímac – Perú.
- Arbizu, C. (2012) Potencial de los CB de raíces y tub. andinos. Centro Internacional de la Papa.
- Balois, MR; Colinas, LMT; Peña, VCB; Chávez, FSH; Alia, TI. (2008). Sistema enzimático antisenescencia catalasa-superóxido dismutasa, de frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenados en frío. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14:295-299.
- Barrera, V., Tapia, C. y Monteros, A. (2004). Raíces y tub. andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tub. andinos: Una década para la investigación y desarrollo (1993-2003). N° 04. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador – Lima, Perú.

- Bustincio J. (2014). Evaluar el rendimiento de almidón, la CA en el proceso de tuberización en 10 accesiones de Isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavon). En el Perú [Tesis]. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustria
- Cadima, F. (2006). Tub.. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia.
- Cajamarca E. (2010). Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa sara-oca*) fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas. Riobamba – Ecuador.
- Campos D-, Noratto G, Chirinos R, Arbizu C., Roca W., y Cisneros L. (2006). Antioxidant Capacity and Secondary Metabolites in Four Species of Andean Tuber Crops: Native Potato (*Solanum* Sp.), Oca (*Oxalis Tuberosa* Molina), Mashua (*Tropaeolum Tuberosum* Ruiz & Pavón) and Ulluco (*Ullucus Tuberosus* Caldas). Journal of the Science of Food and Agriculture 86 (10): 1481–88.
- Campos D., Chirinos R., Betalleluz I. y Noratto G. (2004). Evaluación de los CB (fenólicos totales, carotenoides totales, antocianinas) y CA de diferentes genotipos de mashua (*Tropaelum tuberosum* Ruiz & Pavón). 462/2004/CONCYTEC/OAJ. Revisado el 21 de octubre de 2011,
- Cerovich, M. y Miranda, F. (2004). Alm. de semillas: estrategia básica para la seguridad alimentaria. CENIAP HOY: Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, no.4.
- Chapper M; Bacarin MA; Pereira AS; Lopes NF. (2004). Actividades amidolíticas y de invertasa soluble en ácido en tubérculos de patata almacenados en dos condiciones de temperatura. Ciencia y Agrotecnología 22: 597-601.

- Chávez R, Ordoñez E. (2013). PoliFT, antocianinas y CA (DPPH y ABTS) durante el procesamiento del licor y polvo de cacao. *Revista ECIPERÚ*, vol. 10: número 1.
- Chirinos R., Pedreschi R., Rogez H., Larondelle Y., Campos D. (2013). Contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en plantas con propiedades nutricionales y/o medicinales de la región andina peruana. *Cultivos y Productos Industriales*.
- Chirinos, R., Betalleluz, I., Huamán, A., & Arbizu, C. (2009). "HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)" tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry* (113), 12432-1251.
- Chirinos, R., D. Campos, C. Arbizu, H. Rogez, J-F. Rees, Y. Larondelle, G. Noratto y L. Cisneros-Zevallos. (2007). Efecto del genotipo, estado de madurez y almacenamiento poscosecha sobre compuestos fenólicos, contenido de carotenoides y capacidad antioxidante, de tubérculos de mashua andina (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Revista de la ciencia de la alimentación y la agricultura* 87(3): 437-446.
- Chirinos, R., D. Campos, M. Warnier, R. Pedreschi, J-F. Rees y Y. Larondelle. (2008b). Propiedades antioxidantes de los extractos fenólicos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) frente al daño oxidativo mediante ensayos biológicos in vitro. *Química de Alimentos* 111: 98-105.
- Chirinos, R., Betalleluz, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., and Campos, D. (2009). "HPLC-DAD Characterisation of Phenolic Compounds from Andean Oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Tubers and Their Contribution to the Antioxidant Capacity." *Food Chemistry* 113 (4): 1243–51.
- Ciereszko, I.; Zambrzycka, A; Rychter, A. (1998). Sucrose hydrolysis in vean roots (*Phaseous vulgaris* L.) under phosphate deficiency. *Plant Sci* 133: 139-144.

- Coelho A.; Vilela E.; Chagas S. (1999). Calidad de fritura de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en cuanto a la reducción de los niveles de azúcar y almidón durante el almacenamiento refrigerado y no refrigerado en atmósfera modificada. *Ciencia y Agrotecnología* 23: 899-910.
- Collazos, et al (1999). Tub. andinos energéticos en alimentación infantil. Edit. Ranger-Lima-Perú.
- Contreras, X. (2015). Fluencia de la temperatura de secado en la degradación térmica del ácido ascórbico en el aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2010); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal*; 8(3):1462 [77 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1462. Available online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)
- Emshwiller, E. (2004). Patrones de diversidad genotípica en el cultivo de oca (*Oxalis tuberosa* Molina). Datos de marcadores AFLP comparados con la etno taxonomía. Resúmenes del XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Fundación PROINPA; Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA).
- Fernández, A. y Rodríguez, E. (2007). Etnobotánica del Perú Pre-Hispano. Ediciones Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Galani J., Mankad P., Shah A., Patel N., Acharya R., y Talati J. (2017). Effect of Storage Temperature on Vitamin C, Total Phenolics, UPLC Phenolic Acid Profile and Antioxidant Capacity of Eleven Potato (*Solanum tuberosum*) Varieties. *Horticultural Plant Journal*, 3 (2): 73–89

- García, A., M. Pérez y A. García. (2014). Evaluación del comportamiento postcosecha de la batata (*Ipomea batatas* Lam) en condiciones de alm. comercial. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 15(2): 177-186.
- Gil A, Ramírez Tortosa MC. (2001) Azúcares y derivados. En: Aranceta J, editor. Guías alimentarias para la población española. Recomendaciones para una dieta saludable. Madrid: IM&C, S.A. y SENC; pp. 133-46.
- Gonzales, H.; Aliaga, I. y Velásquez, F. (2020). Efecto del Chlorpropham (CIPC) en la brotación y CB de mashua morada (*Tropaeolum Tuberosum* Ruíz & Pavón) durante el alm.. Bioagro 32(1): 49-58.
- Guevara D., Valle L., Barros M., Vásquez C., Zurita H., Dobronski J. y Pomboza P. (2018). Composición nutricional y componentes bioactivos de la mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). Tropical and Subtropical Agroecosystems, 21 (2018): 53 – 68
- Inostroza, L.A., A.J. Castro, E.M. Hernández, M. Carhuapoma, R.A. Yuli, A. Collado y J.S. Córdova. (2015). Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogur. Ciencia e Investigación 18(2): 83-89.
- Knowles NR; Driskill EPJ; Knowles LO. (2009). Sweetening responses of potato tubers of different maturity to conventional and non-conventional storage temperature regimes. Postharvest Biology and Technology 52: 49-61.
- Külen, O., Stushnoff C. y Holm D.G. (2013). Effect of cold storage on total phenolics content, antioxidant activity and vitamin C level of selected potato clones. Journal of the Science and Food Agriculture 93(10): 2437-2444.
- Liu, B., S. Zhao, F. Tan, H. Zhao, D.D. Wang, H. Si y Q. Chen. (2017). Changes in ROS production and antioxidant capacity during tuber sprouting in Potato. Food Chemistry 237: 205-213.



- Madiwale, G.P., L. Reddivari, D.G. Holm y J. Vanamala. (2011). Storage Elevates Phenolic Content and Antioxidant Activity but Suppresses Antiproliferative and Pro-apoptotic Properties of Colored-Flesh Potatoes against Human Colon Cancer Cell Lines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(15): 8155-8166.
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Remesy C, Jimenez L. (2004) Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*; 79: 727-747.
- Martínez M., Cruz O., Colinas M., Rodríguez J., Ramírez S. (2013). Actividad enzimática y CA en menta (*Mentha piperita* L.) almacenada bajo refrigeración. *Agron. Mesoam* vol.24 n.1 San Pedro Jun.
- Matsuura-Endo C; Kobayashi A; Noda T; Takigawa S; Yamauchi H; Mori M. (2004). Cambios en el contenido de azúcar y la actividad de la invertasa del ácido vacuolar durante el almacenamiento a baja temperatura de tubérculos de patata de seis cultivares japoneses. *Revista de investigación de plantas* 117: 131-137.
- Miller, G. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry* 31 (3): 426-428.
- Moreano M. (2015). Determinación de AR y su relación con carbohidratos no absorbidos en niños (a) del centro de educación inicial “maría montessori” del cantón latacunga en el período 2014- 2015.
- Mostacero, Castillo, Mejía, Gamarra, Charcape y Ramírez. (2011). *Plantas Medicinales del Perú: Taxonomía, Ecogeografía, Fenología y Etnobotánica*. ANR (Asamblea Nacional de Rectores), Lima, Perú.

- Nazario O, Ordoñez E, Mandujano Y, Arévalo J. (2013). PoliFT, Antocianinas, CA de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*) Criollo y Siete Clones. Investigación y Amazona.
- Núñez E. (2015). Análisis de la variabilidad genética de las ocas cultivadas (*Oxalis tuberosa* Mol.) de la región Cajamarca. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Paucar S. (2014). Composición química y CA de dos var.es mashua (*Tropaeolum tuberosum*): Amarilla Chaucha y Zapallo. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Alimentos –Quito.
- Peñarrieta, M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J., Bravo, J. (2014). Phenolic compounds in food. Revista Boliviana de Química 31(2): 68-81.
- Plaza, J.; Martínez, O.; Gil, A. (2013). Los alimentos como fuente de mono y disacáridos: aspectos bioquímicos y metabólicos. Nutrición Hospitalaria, vol. 28, núm. 4, pp. 5-16 Grupo Aula Médica Madrid, España
- Repo R. y Encina C. (2003). Determinación de la CA y CB de frutas nativas peruanas. Rev. Soc. Quím. Perú v.74 n.2 Lima
- Rios L. (2004). Contribución al estudio de algunos CB y de la CA presente en 10 genotipos de mashua y a la evaluación de su estabilidad. Tesis UNALM. PERU.
- Robe, J. (1990). Fertilidad de Suelos. Facultad de Agronomía – Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.
- Rosenthal, S., Jansky, S. (2008). Effect of production site and storage on antioxidant levels in specialty potato (*Solanum tuberosum L.*) tubers. Journal of the Science of Food and Agriculture 88 (12): 2087-2092.

- Samaniego L. (2010). Caracterización de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en el Ecuador [Tesis]. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la ingeniería. Carrera de Ingeniería en industrialización de alimentos.
- Silva, R.; Monteiro, V.; Alcanfor, J.; Elaine Meire Assis; Asquieri, E. (2003). Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. *Ciencia Tecnologia Alimentos* 23 (3): 337-341.
- Sonnewald, S. y Sonnewald U. (2014). Regulation of potato tuber sprouting. *Planta* 239: 27-38.
- Stephen A, Alles M, de Graaf C, Fleith M, Hadjilucas E, Isaacs E, Maffeis C, Zeinstra G, Matthys C, Gil A. El papel y los requisitos de los carbohidratos dietéticos digeribles en bebés y niños pequeños. *Eur J Clin Nutr* 2012; 66: 765-79.
- Suntaxi C., A. D. (2013). Obtención de un producto tipo aperitivo (snack) a partir de oca (*Oxalis Tuberosa*) mediante fritura al vacío. Tesis. Ingeniería de alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito- Ecuador
- Suquilanda, M. (2007). Producción Orgánica de Cultivos Andinos. Manual Técnico, UNOCANC.
- Tapia, M.E & Fries, A.M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú. Revisado el 01 de marzo de 2012
- Tofiño A., Fregene M., Ceballos H., Cabal D. (2006). Regulación de la biosíntesis del almidón en plantas terrestres: perspectivas de modificación. Artículo de Revisión derivado del Seminario II, Doctorado en Ciencias Agrarias, énfasis en Fisiología Vegetal, Universidad Nacional de Colombia – Bogotá

- Torres, R; EveraldoJ., Perez O.; Andrade R. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. Información Tecnológica Vol. 24 (3), 51-56
- Ugent, D. y Ochoa, C. (2006). La Etnobotánica del Perú. Desde la Prehistoria al Presente. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), Lima, Perú. Cuarta edición.
- Velásquez, F., Mendoza R. y Aliaga I. (2013). Inhibición del brotamiento de tub. de papas nativas (*Solanum* sp.) durante el alm. postcosecha. Agroindustrial Science 3(1): 53-58.
- Villanueva J, Condezo L, Ramírez E, Asquiere E. (2010) Antocianinas, ácido ascórbico, poliFT y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh) Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas.
- Yamdeu Galani, J. H., Mankad, P. M., Shah, A. K., Patel, N. J., Acharya, R. R., & Talati, J. G. (2017). Effect of Storage Temperature on Vitamin C, Total Phenolics, UPLC Phenolic Acid Profile and Antioxidant Capacity of Eleven Potato (*Solanum tuberosum*) Varieties. Horticultural Plant Journal, 3(2), 73–89.

## CAPÍTULO VII: ANEXOS

## ANEXO 1: CURVAS DE CALIBRACIÓN

AR

Fig. 10

CC de AR (día 0).

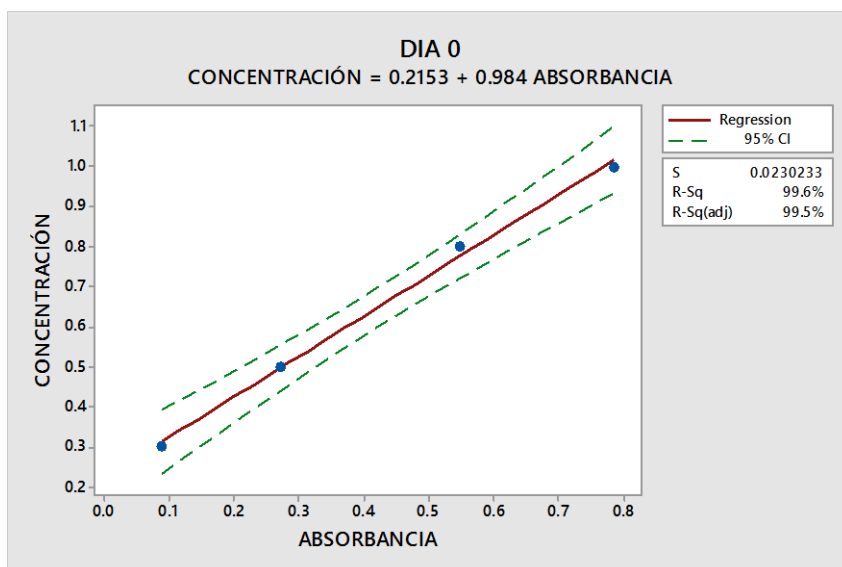


Fig. 11

CC de AR (día 15)

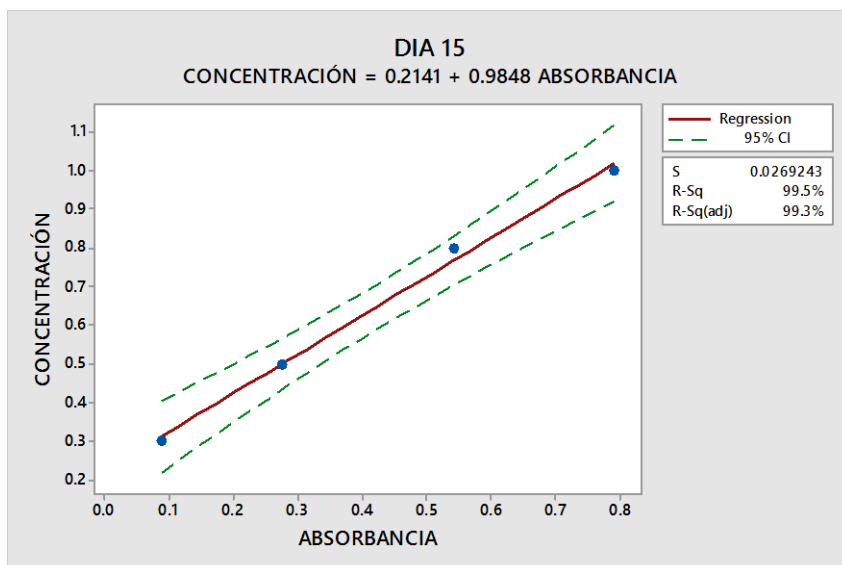


Fig. 12

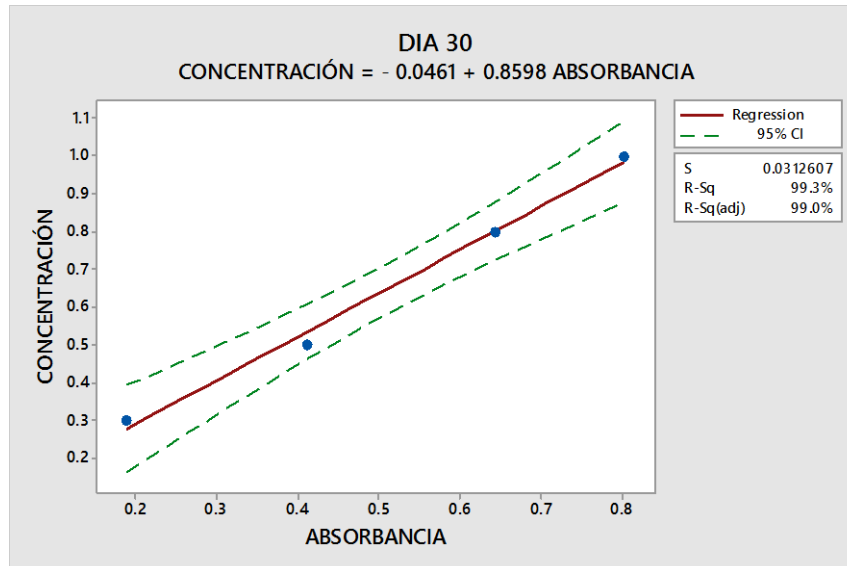
*CC de AR (día 30)*

Fig. 13

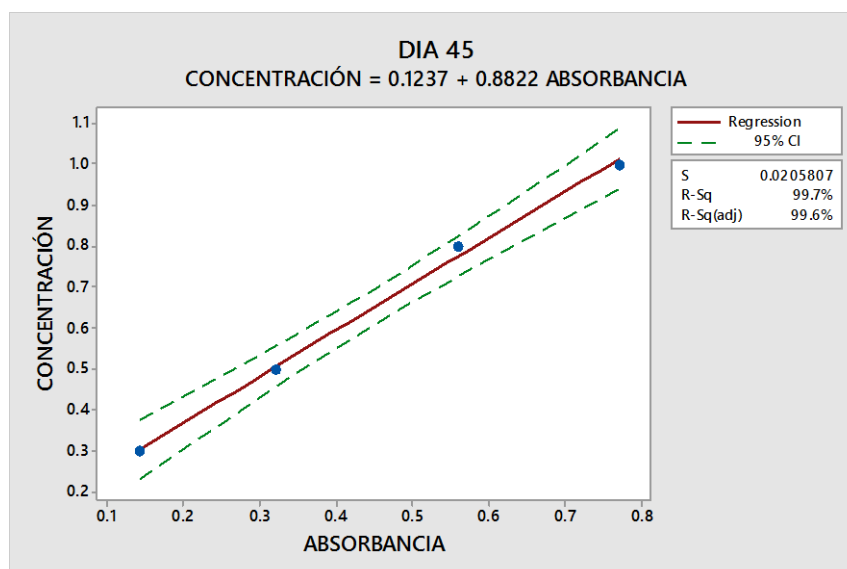
*CC de AR (día 45)*

Fig. 14

CC de AR (día 60)

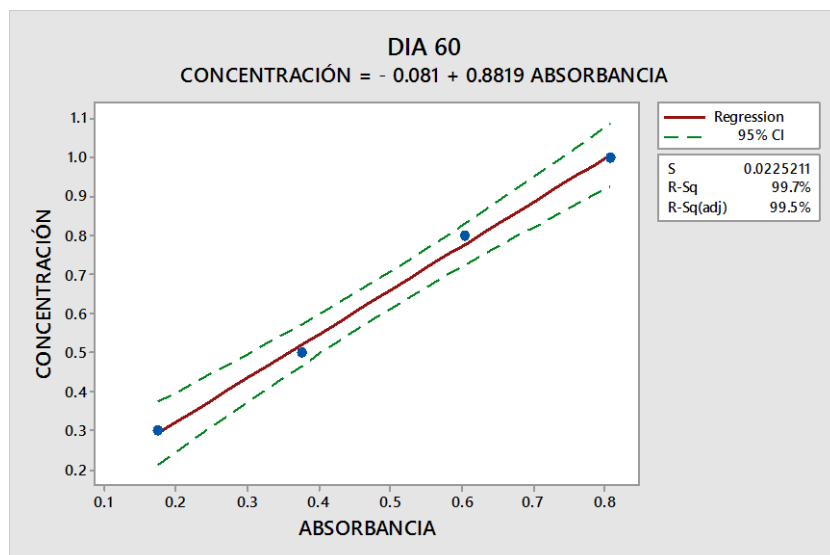


Fig. 15

CC de AR (día 75)

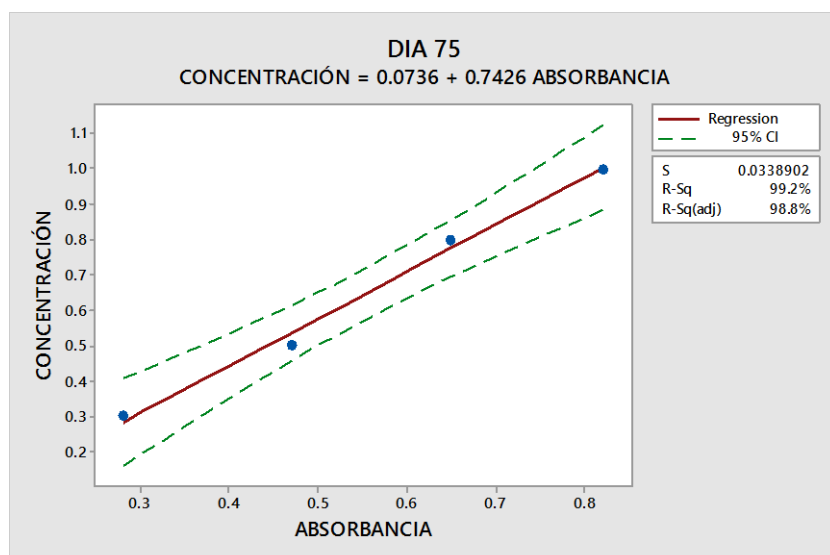
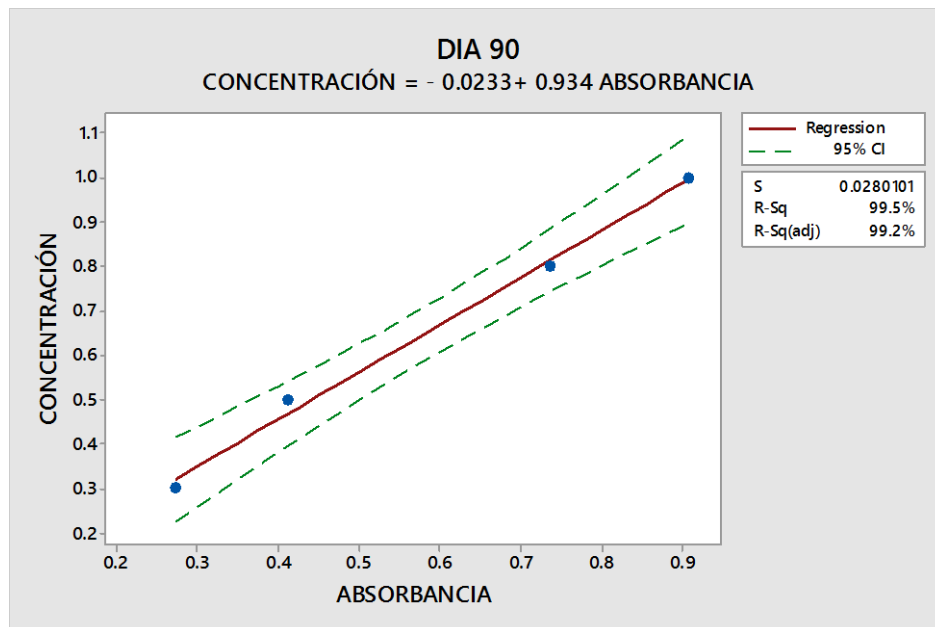


Fig. 16

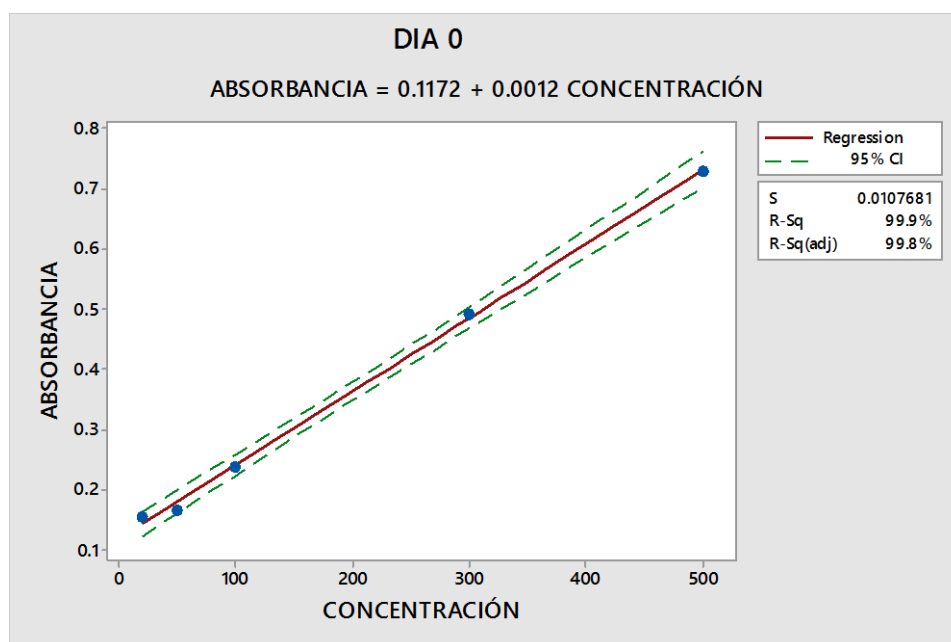
CC de AR (día 90)



FT

Fig. 17

CC de FT (día 0)





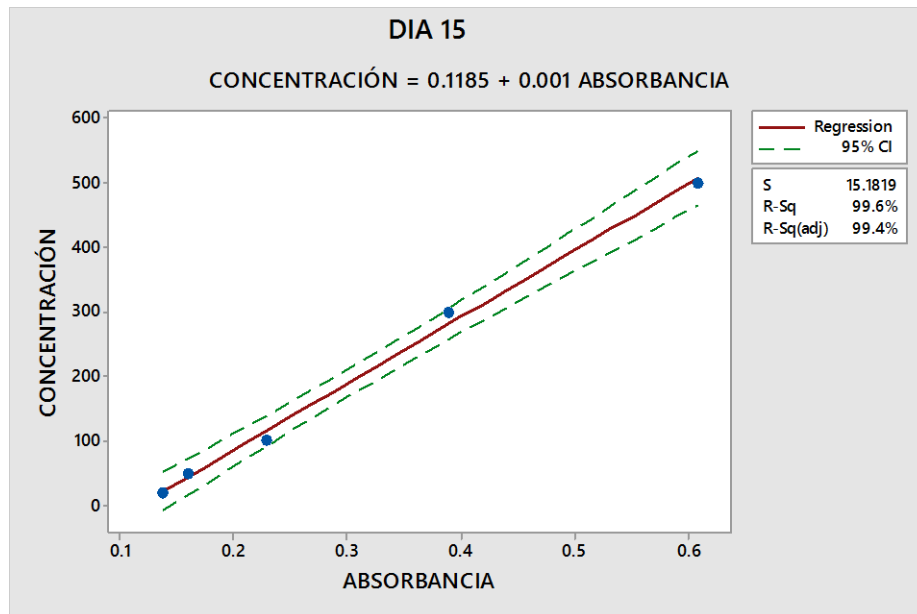
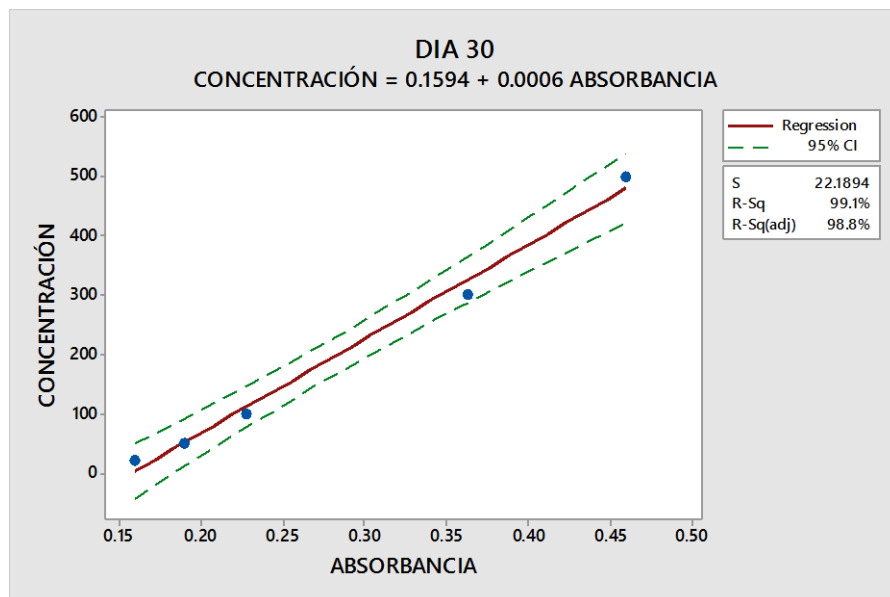
**Fig. 18***CC de FT (día 15)***Fig. 19***CC de FT (día 30)*

Fig. 20

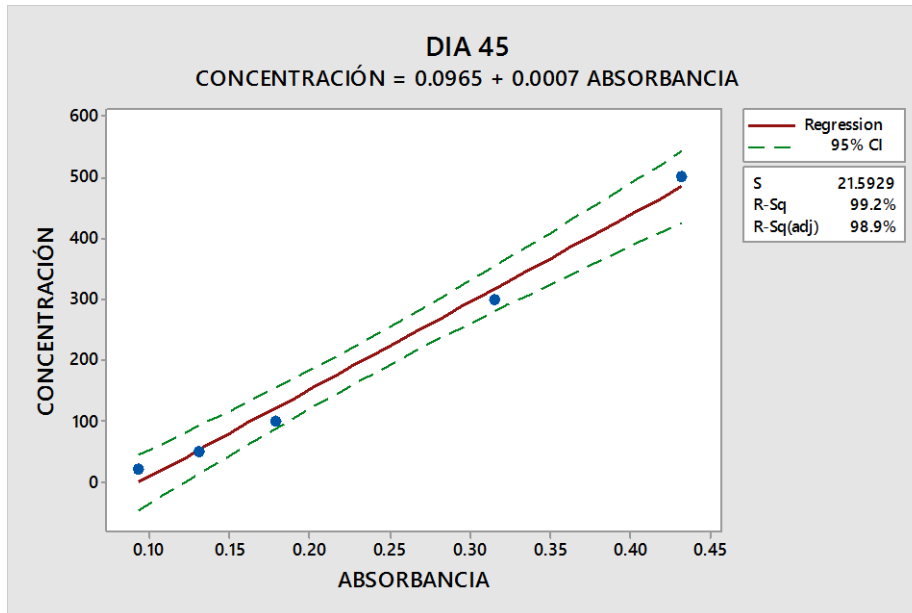
*CC de FT (día 45)*

Fig. 21

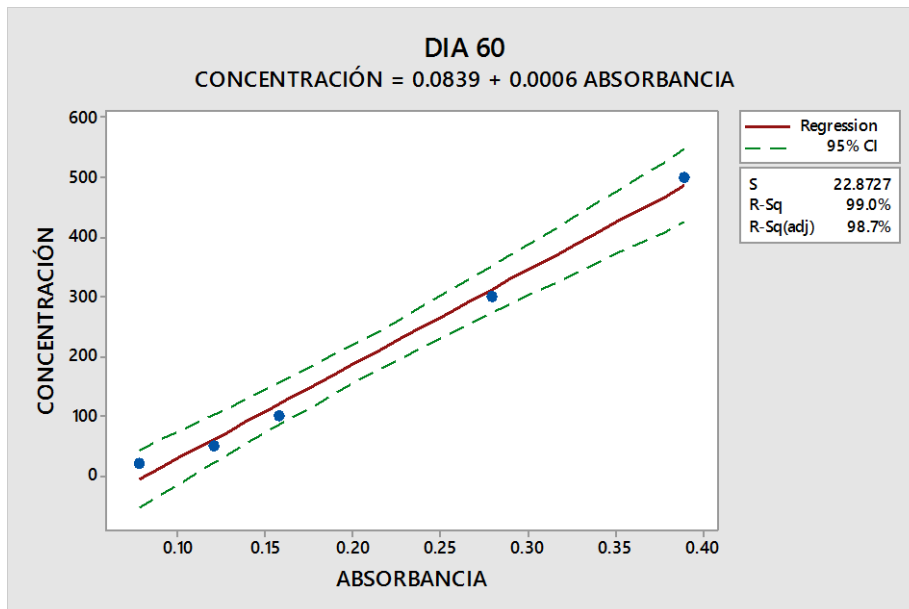
*CC de FT (día 60)*

Fig. 22

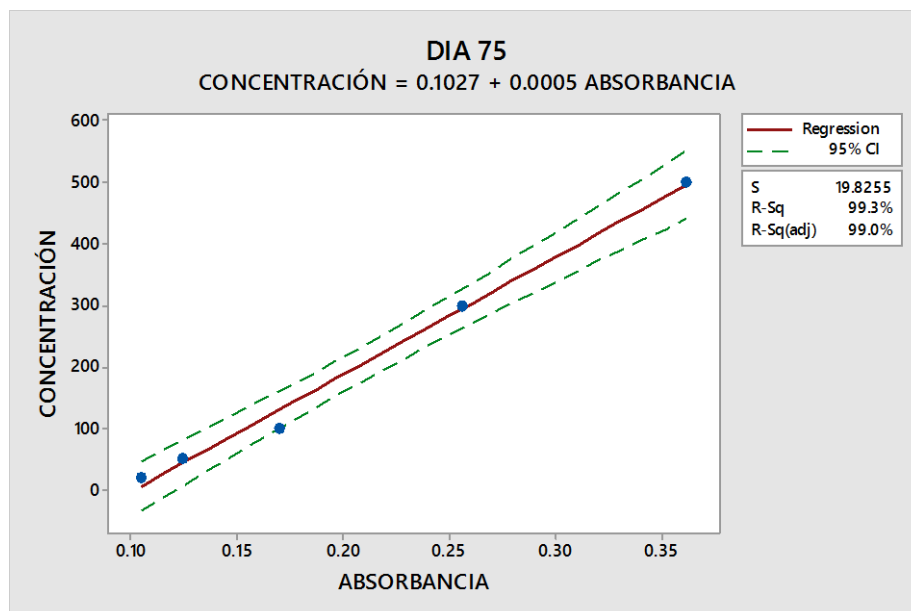
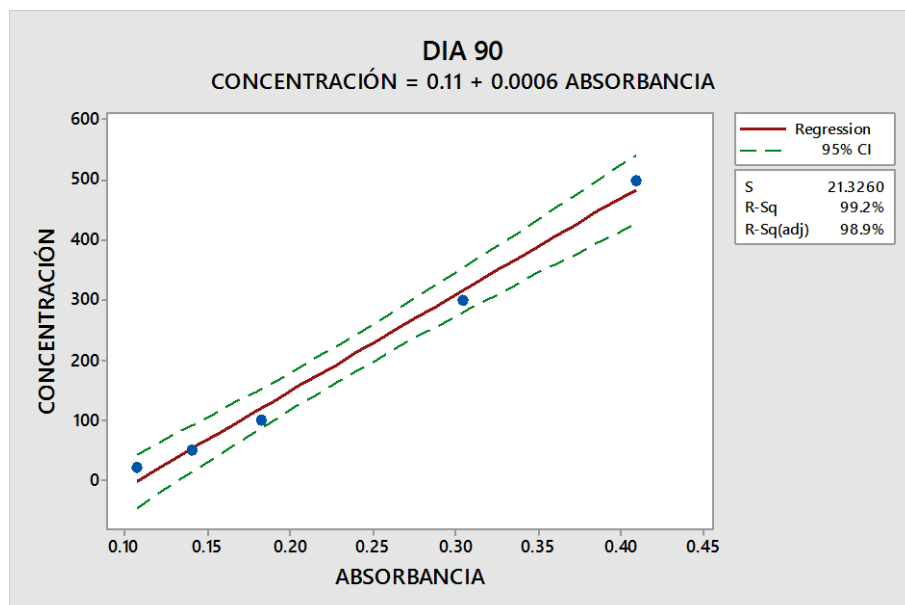
*CC de FT (día 75)*

Fig. 23

*CC de FT (día 90)*

CA

Fig. 24

CC de CA (día 0)

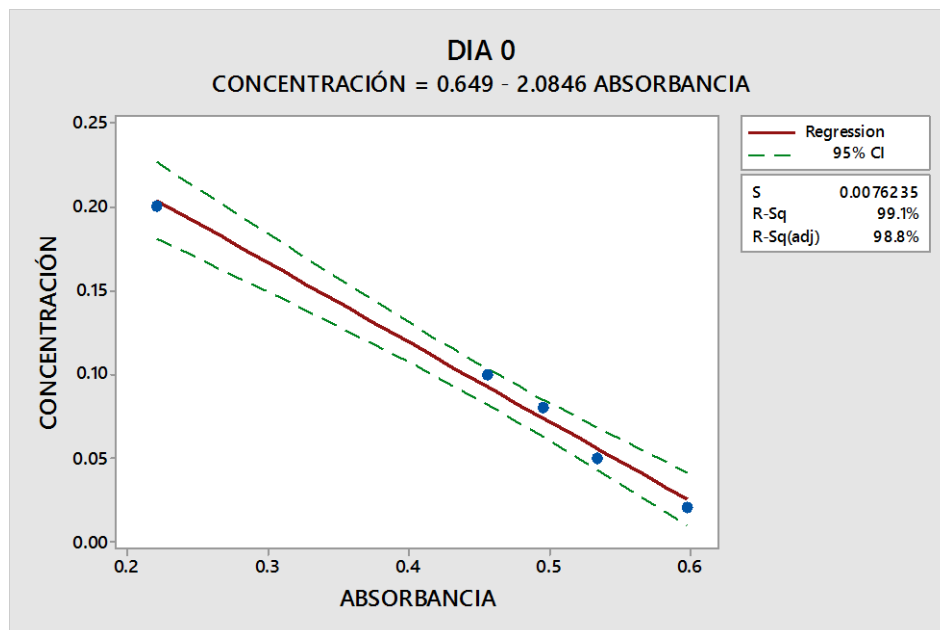


Fig. 25

CC de CA (día 15)

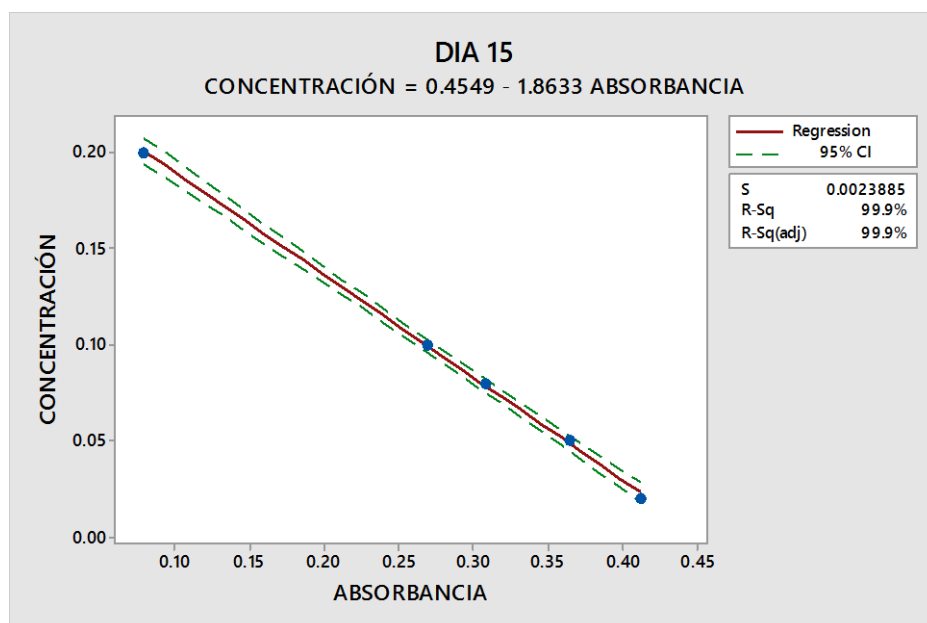


Fig. 26

CC de CA (día 30)

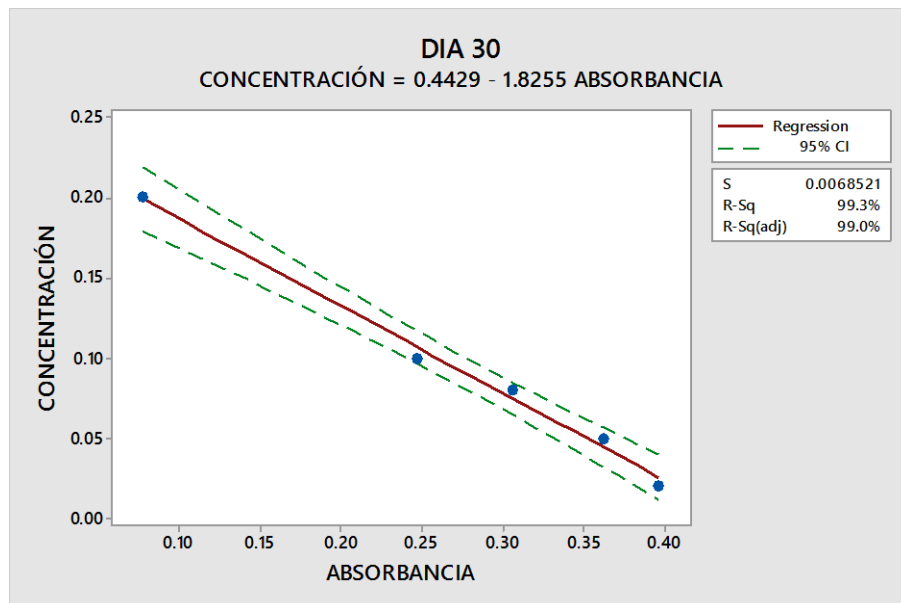


Fig. 27

CC de CA (día 45)

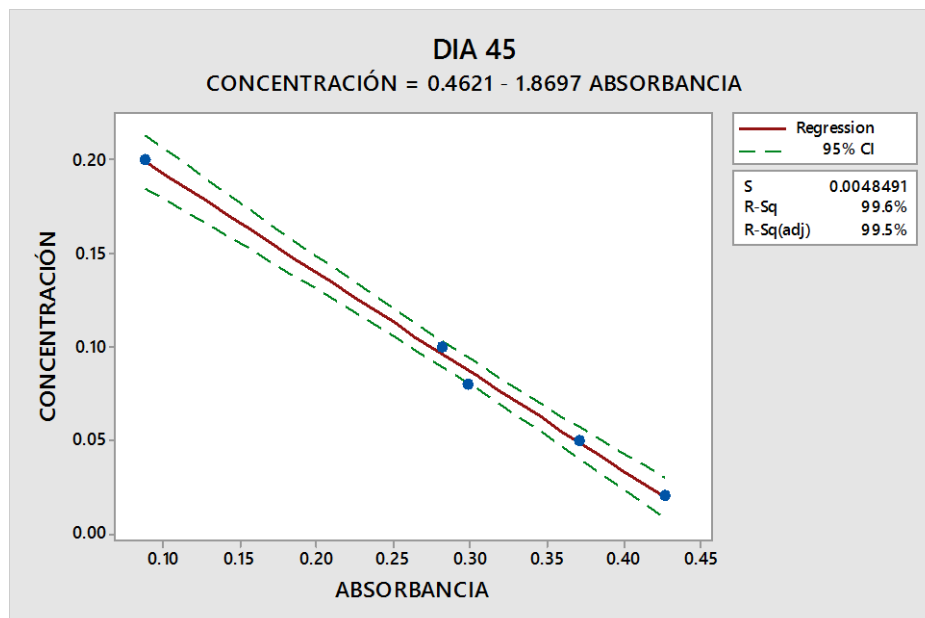


Fig. 28

CC de CA (día 60)

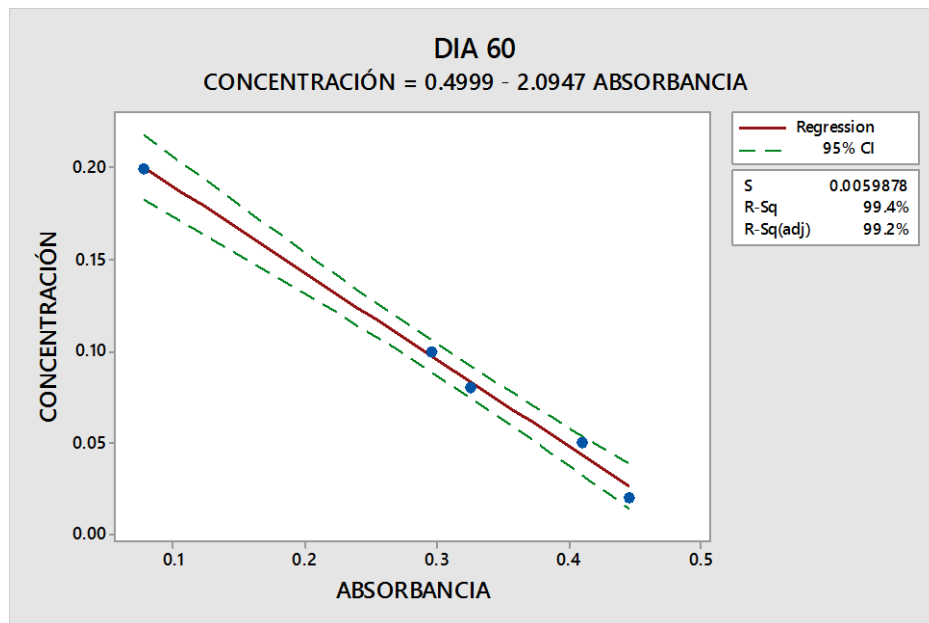
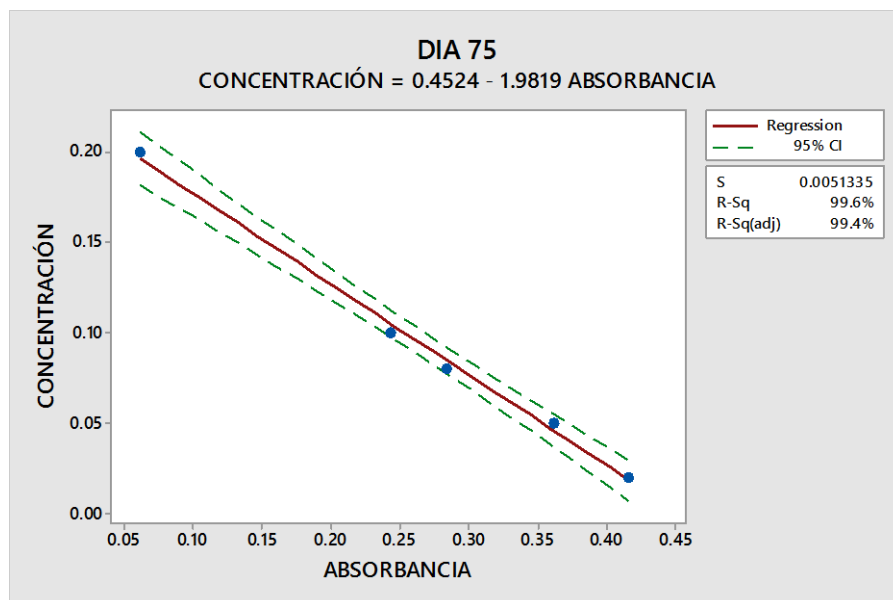


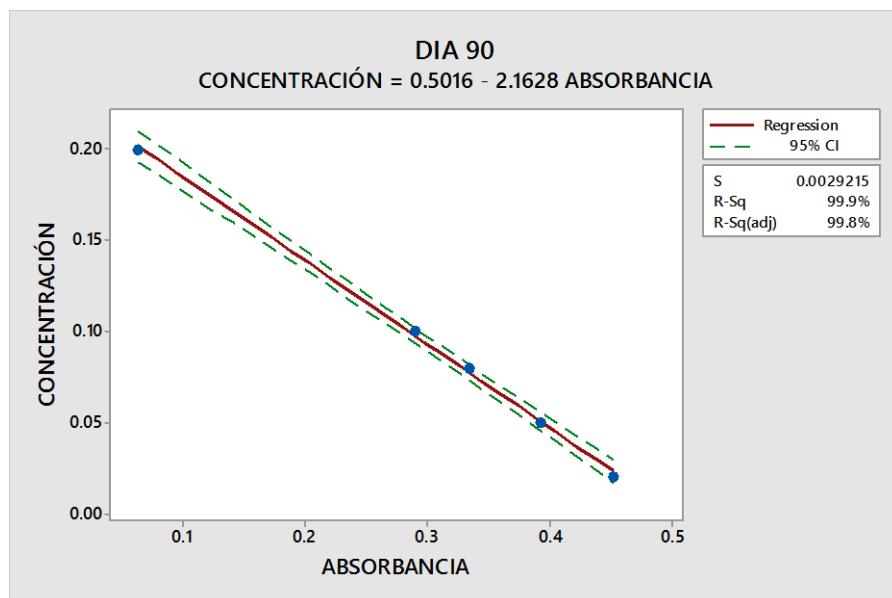
Fig. 29

CC de CA (día 75)



**Fig. 30**

CC de CA (día 90)



## ANEXO 2: FOTOS DE LAS TRES VAR.O POR FECHAS

**Fig. 31**

Oca morada, amarilla y naranja (día 0)



**Fig. 32**

*Instalación de la oca por var. (día 0)*

**Fig. 33**

*Oca morada, amarilla y naranja (día 15)*





**Fig. 34**

*Oca morada, amarilla y naranja (día 30)*

**Fig. 35**

*Oca morada, amarilla y naranja (día 45)*

**Fig. 36**

*Oca morada, amarilla y naranja (día 60)*



**Fig. 37**

*Oca morada, amarilla y naranja (día 75)*

**Fig. 38**

*Oca amarilla (día 90)*

**Fig. 39**

*Brote de la oca morada, amarilla y naranja (día 90)*



## ANEXO 3:

**Tabla 5**

*Porcentaje de AR y desviación estándar de las tres Var.O en alm. postcosecha.*

<b>EFFECTO DEL TPOALM EN AR EN TRES VAR.O</b>						
<b>Var.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>% AR</b>	<b>Promedio del % de AR</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Coef. Var.</b>
	<b>(días)</b>					
<b>Morada</b>	<b>0</b>	1	8,286	8,147 a,B	0,12	1,51
		2	8,052			
		3	8,104			
<b>Amarilla</b>		1	5,369	5,441 b,D	0,07	1,31
		2	5,511			
		3	5,442			
<b>Naranja</b>		1	8,336	8,198 a,C	0,14	1,67
		2	8,062			
		3	8,196			
<b>Morada</b>	<b>15</b>	1	8,419	8,366 a,A	0,07	0,81

		2	8,389			
		3	8,289			
<b>Amarilla</b>		1	5,616	5,658 b,C	0,05	0,87
		2	5,647			
		3	5,712			
<b>Naranja</b>		1	8,49	8,492 a,B	0,04	0,51
		2	8,449			
		3	8,536			
<b>Morada</b>		1	7,689	7,656 b,DE	0,09	1,16
		2	7,724			
		3	7,556			
<b>Amarilla</b>	30	1	4,665	4,659 c,F	0,03	0,57
		2	4,63			
		3	4,682			
<b>Naranja</b>		1	7,922	7,950 a,D	0,03	0,38
		2	7,945			
		3	7,982			
<b>Morada</b>	45	1	7,943	8,036 b,BC	0,09	1,18
		2	8,033			
		3	8,132			
<b>Amarilla</b>		1	5,846	5,844 c,B	0,02	0,34

		2	5,823			
		3	5,863			
<b>Naranja</b>	60	1	8,77	8,773 a,A	0,02	0,21
		2	8,793			
		3	8,756			
<b>Morada</b>	60	1	7,745	7,750 b,D	0,03	0,35
		2	7,779			
		3	7,726			
<b>Amarilla</b>	60	1	5,59	5,631 c,C	0,05	0,82
		2	5,681			
		3	5,621			
<b>Naranja</b>	60	1	8,584	8,615 a,AB	0,03	0,4
		2	8,652			
		3	8,608			
<b>Morada</b>	75	1	7,506	7,558 b,E	0,05	0,63
		2	7,6			
		3	7,567			
<b>Amarilla</b>	75	1	5,015	5,072 c,F	0,05	0,99
		2	5,109			
		3	5,093			
<b>Naranja</b>	75	1	8,247	8,301 a,C	0,05	0,64

		2	8,354			
		3	8,301			
<b>Morada</b>	90	1	7,862	7,898 a,C	0,04	0,48
		2	7,937			
		3	7,895			
<b>Amarilla</b>		1	6,77	6,729 c,A	0,05	0,75
		2	6,673			
		3	6,745			
<b>Naranja</b>		1	7,798	7,760 b,E	0,04	0,54
		2	7,766			
		3	7,715			

Diferentes letras minúsculas y mayúsculas indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) entre el porcentaje de AR TpoAlm y para la var. en alm., respectivamente.

**Tabla 6**

*FT y desviación estándar de las tres Var.O en alm. postcosecha.*

<b>EFFECTO DEL TPOALM EN FT EN TRES VAR.O</b>					
<b>Var.</b>	<b>Tiempo (días)</b>	<b>FT (mg/g de muestra seca)</b>	<b>Promedio de FT (mg/g de muestra)</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Coef. Var.</b>
Morada	0	10,275	10,287 b,D	0,02	0,21
		10,275			
		10,312			
Amarilla		9,679	9,750 c,D	0,07	0,74
		9,824			
		9,746			
Naranja		12,671	12,479 a,D	0,19	1,50
		12,298			
		12,467			
Morada	15	10,101	10,399 a,D	0,41	3,92
		10,232			
		10,863			
Amarilla		7,848	7,784 c,E	0,06	0,73

		7,739			
		7,765			
Naranja		8,745	8,684 b,E	0,06	0,70
		8,623			
		8,685			
Morada	30	24,85	24,163 b,A	0,68	2,80
		23,496			
		24,143			
Amarilla	30	6,826	7,011 c,F	0,18	2,54
		7,182			
		7,024			
Naranja	30	30,119	30,904 a,B	0,75	2,43
		31,619			
		30,973			
Morada	45	22,508	21,861 b,B	0,70	3,19
		21,121			
		21,954			
Amarilla	45	13,429	13,652,c,A	0,23	1,66
		13,881			
		13,647			
Naranja	45	42,789	43,174 a,A	0,40	0,92



		43,58			
		43,152			
Morada	60	10,378	10,730 b,D	0,35	3,22
		11,069			
		10,742			
Amarilla	60	10,748	11,062 b,C	0,32	2,92
		11,394			
		11,043			
Naranja	60	12,165	12,772 a,D	0,62	4,82
		13,397			
		12,754			
Morada	75	15,931	16,383 a,C	0,62	3,79
		17,091			
		16,127			
Amarilla	75	12,569	12,931 b,B	0,38	2,95
		13,329			
		12,894			
Naranja	75	15,879	16,342 a,C	0,45	2,78
		16,788			
		16,359			
Morada	90	15,16	15,271 c,C	0,62	4,09

		14,709			
		15,943			
Amarilla		11,275	11,501 c,C	0,22	1,88
		11,706			
		11,521			
Naranja		16,483	16,972 a,C	0,50	2,96
		17,487			
		16,945			

Diferentes letras minúsculas y mayúsculas indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) entre FT TpoAlm y para la var. en alm., respectivamente.

**Tabla 7**

CA y desviación estándar de las tres Var.O en alm. postcosecha.

<b>EFFECTO DEL TPOALM EN CA EN TRES VAR.O</b>					
<b>Var.</b>	<b>Tiempo (días)</b>	<b>CA (<math>\mu\text{mol Trolox/g}</math> de muestra seca)</b>	<b>Promedio de CA (<math>\mu\text{mol Trolox/g}</math> de muestra seca)</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Coef. Var.</b>
Morada	0	17,976	18,980 b,D	1,28	6,72
		20,416			
		18,549			
Amarilla		19,589	20,639 c,D	1,05	5,07
		21,681			
		20,648			
Naranja		61,083	63,688 a,C	2,69	4,22
		66,457			
		63,524			
Morada	15	14,202	14,340 a,D	0,13	0,92

		14,465			
		14,354			
Amarilla		19,145	19,177 c,E	0,10	0,54
		19,292			
		19,0943			
Naranja		39,532	39,446 b,E	0,08	0,21
		39,368			
		39,439			
Morada		12,914	13,111 b,A	0,18	1,35
		13,256			
		13,163			
Amarilla	30	18,517	18,259 c,F	0,30	1,64
		17,931			
		18,329			
Naranja		30,805	31,353 a,B	0,54	1,72
		31,883			
		31,371			
Morada	45	13,404	13,476 b,B	0,08	0,61
		13,566			
		13,458			

Amarilla		20,915	20,677 c,A	0,25	1,23
		20,408			
		20,709			
Naranja		24,592	24,111 a,A	0,45	1,86
		23,704			
		24,038			
Morada		15,902	15,610 b,D	0,28	1,81
		15,337			
		15,592			
Amarilla	60	15,896	15,747 b,C	0,14	0,92
		15,607			
		15,737			
Naranja		28,353	28,622 a,D	0,32	1,14
		28,983			
		28,53			
Morada	75	9,177	9,536 a,C	0,37	3,84
		9,909			
		9,523			
Amarilla		12,907	12,744 b,B	0,62	4,86
		13,266			

		12,059			
Naranja		24,136	23,543 a,C	0,57	2,44
		22,989			
		23,503			
Morada		13,243	13,603 b,C	0,38	2,77
		13,994			
		13,572			
Amarilla	90	15,769	16,083 c,C	0,32	2,02
		16,417			
		16,062			
Naranja		32,168	32,553 a,C	0,40	1,22
		32,963			
		32,529			

Diferentes letras minúsculas y mayúsculas indican dif.sig. ( $p < 0,05$ ) entre CA TpoAlm y para la var. en alm., respectivamente

