

VITAMINA C Y PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DURANTE LA MADURACIÓN DE *Berberis lobbiana* “UNTUSHA”

Dyana Daysi Rosales Laguna^a, Gladys Arias Arroyo^b

RESUMEN

Berberis lobbiana es un arbusto andino que produce varios compuestos nutritivos y bioactivos. Esta investigación se realizó para desarrollar el conocimiento relacionado a la vitamina C y parámetros fisicoquímicos durante la maduración. Las muestras fueron obtenidas de la flora silvestre de La Unión, Huánuco y analizado usando técnicas estándar. El contenido de vitamina C mostró una amplia variación con diferencias significativas en frutos ($p < 0,05$), y el estado maduro presentó el mayor contenido ($181,86 \pm 4,45$ mg/100 g de fruto). Los parámetros fisicoquímicos presentaron una amplia variación muy marcada en los frutos maduros ($p < 0,05$). Asimismo, se registró correlaciones positivas en el contenido de vitamina C, pH, sólidos solubles, glucosa pero negativa en densidad de fruto y acidez titulable. En conclusión, *B. lobbiana* presenta una amplia variación en el contenido de vitamina C y en los parámetros fisicoquímicos de sus frutos, principalmente por la influencia de factores genéticos, propios de la maduración.

Palabras clave: *Berberis lobbiana*, vitamina C.

VITAMIN C AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS IN THE MATURATION OF *Berberis lobbiana* “UNTUSHA”

ABSTRACT

Berberis lobbiana is an Andean shrub that produces various nutritional and bioactive compounds. This research conducted to expand our knowledge about vitamin C and physicochemical parameters in the maturation. The samples were obtained from the wild flora of La Unión, Huánuco and analyzed using standard techniques The vitamin C content showed a wide variation with significant differences in the fruit ($p < 0.05$), and the mature state presented the higher content (181.86 ± 4.45 mg/100 g of fruit). The physicochemical parameters presented a wide variation very marked in ripe fruits ($p < 0.05$). We also found positive correlations in the vitamin C content, pH, soluble solids, glucose but negative to density of fruit and treatable acidity. In conclusion, *B. lobbiana* has a wide variation in vitamin C and y in the physicochemical parameters of it fruits, mainly due to the influence of genetic factors, own of the maturation.

Key words: *Berberis lobbiana*, vitamin C.

INTRODUCCIÓN

Berberis lobbiana, “untusha”, crece en las laderas de los cerros y alrededor de los campos de cultivo a manera de protección, debido a sus espinas grandes y filudas, sus frutos son morados y tienen un sabor agradable. En la región Huánuco este fruto se encuentra en forma

^a Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco. Av. Universitaria Nro. 601-607 Cayhuayna - Pillcomarca / Teléfono: 062-591060 dyanar18@gmail.com

^b Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Huancavelica.

silvestre, abundante y no se le da un valor comercial; por ello el interés de realizar el estudio de vitamina C y sus parámetros fisicoquímicos en la maduración.

Las especies del género *Berberis*^{1,2} tienen diversos usos; los productores de la región patagónica han manifestado un creciente interés por el uso frutícola, ya que los frutos violáceos pueden ser consumidos frescos o en mermeladas.

Además, la mayoría de estas especies son una importante fuente de alcaloides del tipo de las berberinas y antocianinas (uso medicinal y tintóreo, respectivamente)^{3,4,5,6}.

Existen unos pocos antecedentes bibliográficos sobre la producción de frutos de *Berberis*^{6,7,8}.

Una importante *Berberis* y muy bien estudiada se encuentra en Irán, la *Berberis vulgaris*; se utiliza para reforzar el corazón y el hígado, como un analgésico para el estómago y anticoagulante y sus hojas se utilizan en las afecciones resultante de la falta de vitamina C, para tratar la úlcera gástrica, tratamiento de la diarrea, edema, y tratar el escorbuto. La mayoría de las propiedades médicas de esta *Berberis* están relacionados con los diferentes alcaloides existentes en las diferentes partes de esta planta⁹.

El ácido ascórbico o vitamina C, es una estructura eno-diol, en los carbonos 2 y 3. Es un compuesto muy inestable y se oxida fácilmente a ácido dehidroascórbico. La falta de ácido ascórbico en la dieta de la especie humana ocasiona una enfermedad carencial denominada “escorbuto”¹⁰.

En las plantas, la vitamina C cumple roles fundamentales. Es un factor esencial en las interacciones de las plantas con su ambiente; frecuentemente sirven como la primera línea de defensa contra los radicales libres, la radiación ultravioleta y el ataque de patógenos¹¹.

Además, en el caso de la vitamina C se ha^{12,13} demostrado que es importante para la división y diferenciación celular. Consecuentemente, la vitamina C es una molécula multifuncional muy importante porque da soporte al normal funcionamiento, el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En humanos, la vitamina C funciona como un antioxidante y juega un rol importante en la función inmune. Es esencial para la síntesis de colágeno, uno de los mayores componentes del tejido conectivo y la carnitina. Además, la vitamina C ha demostrado tener efecto antiviral y antibacterial *in vitro*; juega un rol en la reacción de hidroxilación microsomal que cataliza el metabolismo del colesterol y detoxificación de xenobióticos químicos, y está involucrada en el metabolismo de neurotransmisores¹⁴.

El contenido de ácido ascórbico de los frutos de *Berberis lobbiana*, en diferentes períodos de cosecha, podría variar ampliamente, debido en gran parte a la influencia de factores genéticos y ambientales; es así como se torna importante monitorear el contenido de ácido ascórbico para responder a varias de estas preguntas básicas y ampliar el conocimiento científico de este importante frutal andino.

PARTE EXPERIMENTAL

Colecta y transporte del material botánico

Los frutos verdes y frutos maduros de *B. lobbiana* fueron obtenidos en estado silvestre, del distrito de Ripán, provincia Dos de Mayo, región Huánuco. Las muestras obtenidas en los estados de madurez: verde, pintón, maduro y sobre maduro, fueron transportadas en condiciones de refrigeración al Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica Agroindustrial (CITTA) de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, las que posteriormente

fueron procesadas para determinar su contenido de vitamina C y parámetros fisicoquímicos.

Medición de densidad del fruto

La medición de la densidad aparente de la untusha fue por desplazamiento de volumen empleando una probeta con agua a 20°C¹⁵.

Medición de pH

La medición de pH se realizó con un potenciómetro electrónico, marca HANDYLAB, modelo pH 11/SET, según se describe en el método A.O.A.C.¹⁶.

Determinación de acidez titulable (AT)

Se tomó una muestra de 1 mL de jugo preparado, y aforó con 10 mL de agua destilada, Esta solución se tituló con una solución de NaOH 0,1 N, hasta que alcanzara un valor de pH de $8,1 \pm 0,2$, según el método A.O.A.C.¹⁶.

Medición de sólidos solubles (SS)

Los sólidos solubles se midieron en un refractómetro ABBE SCHMIDT + HAENSECH, con compensación automática a los cambios en temperatura, como porcentaje de grados brix en incrementos de 0,1%. Se puso una gota de muestra en el refractómetro, según se describe en el método A.O.A.C.¹⁶.

Relación sólidos solubles-acidez titulable. Se obtiene un indicador que es el cociente entre sólidos solubles (%SS o °Brix) y acidez titulable (AT)¹⁷. Se aplicó la siguiente ecuación:

$$\frac{SS}{AT} = \frac{°Brix}{\text{acidez titulable}}$$

Donde:

SS/AT = relación sólidos solubles/acidez titulable

°Brix = grados brix del jugo de *B. lobbiana*

Acidez titulable = expresada en ácido cítrico.

Determinación de glucosa

En la reacción de Trinder¹⁸, la glucosa es oxidada a D-gluconato por la glucosa oxidasa (GOD), con formación de peróxido de hidrógeno. En presencia de peroxidasa (POD), el fenol y la 4-aminoantipirina (4-AA) se condensan por acción del peróxido de hidrógeno, formando una quinonaimina roja proporcional a la concentración de glucosa en la muestra. Se realizó primero equilibrando reactivos y muestras a temperatura ambiente. Se pipeteó en tubos rotulados, luego se mezcló y dejó reposar los tubos 10 minutos a temperatura ambiente o 5 minutos a 37°C. Finalmente se leyó la absorbancia (A) de la muestra y el patrón a 500 nm frente al blanco de reactivo. El color debe ser estable 2 horas protegido de la luz. Se calculó en contenido de glucosa con la siguiente fórmula:

$$\text{mg glucosa/dL} = \frac{A \text{ muestra}}{A \text{ patrón}} \cdot C_{\text{patrón}}$$

Por conveniencia se convirtió a unidades de mg glucosa/g.

Determinación de vitamina C por espectrofotometría

En una licuadora se trituró 25 g de la muestra con 175mL de ácido oxálico al 0.4%. El homogenizado se filtró dos veces con papel filtro Wathman N° 42; la muestra filtrada se transfirió 1 mL más 9 mL de agua destilada al tubo de ensayo III (muestra blanco) y 1 mL

más 9 mL de 2,6 diclorofenol al 0,0012% al tubo de ensayo IV, el tubo I estaba constituido de 10 mL de agua destilada y el tubo II de 1 mL de ácido oxálico al 0,4% más 9 mL de 2,6 diclorofenol al 0,0012%. La temperatura fue mantenida a 22°C y las lecturas se hicieron a 520 nm en el espectrofotómetro marca GENESYS, modelo G 10S UV-Vis. La cuantificación de la vitamina C se realizó en base a la ecuación de la curva estándar preparada $Y = a + bx$; donde y = absorbancia ($L1 - L2$) y X = mg de ácido ascórbico/ 100 mL de ácido oxálico ¹⁹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



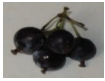

Descripción de atributos físicos

El fruto de untusha (*Berberis lobbiana*), obtenido en sus diferentes estados de maduración, fue caracterizado y descrito en función a sus características físicas más resaltantes (tabla 1) como son su color y su textura. Se determinó 4 estados de maduración: verde (1), pintón (2), maduro (3) y sobre maduro (4).

Aspectos fenológicos

La producción del fruto de untusha es exclusiva de la región Huánuco a 3224 msnm. Es una planta estacional; es decir, sólo se produce una vez al año. La floración comienza entre el 1 y 15 de diciembre, y durante 30 días, aproximadamente, comienza la producción del fruto; sin embargo, entre el 25 de enero y el 15 de marzo empieza la cosecha de frutos en su estado de madurez fisiológica. Desde la época de la floración hasta la cosecha, coincide con las lluvias en la región.

Tabla 1. Descripción de atributos físicos empleados para definir los estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estados de Maduración	Color de la cáscara	Consistencia del fruto	Fotografía
1 (Verde)	0 – 25% de Pigmentación rojiza	Rígida y dura	
2 (Pintón)	26 – 50% de Pigmentación rojiza	Rígida	
3 (Maduro)	75 – 100% de Pigmentación negra	Rígida	
4 (Sobre maduro)	100% de Pigmentación negra	Frágil	

Parámetros fisicoquímicos

Densidad del fruto

La densidad del fruto de untusha en la tabla 2, tiende a disminuir del estado verde (1) hasta el estado sobre maduro (4), probablemente explicado por un aumento notable en el volumen del fruto, mayor al aumento en peso. En el grado de madurez 1, tiene el más alto valor ($8,08 \pm 1,16 \text{ g/cm}^3$). El coeficiente de variación hallado es muy regular ($>15\%$), indicando que las medidas de densidad fueron muy dispersas.

Tabla 2. Comportamiento promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación de la densidad (g/cm^3) a diferentes estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estado de maduración	N	Promedio (g/cm^3)	Desviación estándar (g/cm^3)	Mínimo (g/cm^3)	Máximo (g/cm^3)	Coefficiente de variación
Verde	5	8,08	1,16	6,71	9,81	14,41%
Pintón	5	7,09	1,40	5,07	8,36	19,79%
Maduro	5	5,72	1,07	4,11	7,02	18,78%
Sobre maduro	5	4,77	0,83	3,77	5,81	17,38%

Acidez titulable (AT)

El ácido cítrico es el más frecuente y abundante en tejidos de plantas comestibles. En la mayoría de las frutas, el contenido de ácidos orgánicos disminuye durante y después del proceso de maduración 20; esto se evidencia en la tabla 3. El coeficiente de variación es muy bueno (<10%), indicando que las medidas de AT fueron correctamente tomadas.

Tabla 3. Comportamiento promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación de la acidez titulable (AT % de ácido cítrico) a diferentes estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estado de Maduración	n	Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Coefficiente de variación
Verde	5	1,98	0,06	1,91	2,06	2,95%
Pintón	5	1,88	0,06	1,79	1,94	3,17%
Maduro	5	1,56	0,06	1,49	1,63	3,66%
Sobre maduro	5	1,49	0,13	1,38	1,72	8,77%

pH

El descenso de la concentración de ácido cítrico, mostrado en la tabla anterior explica el comportamiento ascendente del pH (tabla 4). El coeficiente de variación es bajísimo y muy bueno (<10%), indicando que las medidas de AT fueron correctamente hechas.

Tabla 4. Comportamiento promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación del pH a diferentes estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estado de maduración	n	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación
Verde	5	2,22	0,02	2,19	2,23	0,76%
Pintón	5	2,80	0,03	2,76	2,84	1,13%
Maduro	5	3,37	0,03	3,33	3,40	0,86%
Sobre maduro	5	3,47	0,07	3,41	3,58	1,95%

Sólidos solubles (SS)

Los hidratos de carbono, como se muestra en la tabla 5, sufren cambios bioquímicos durante la maduración. La degradación de los polisacáridos de las membranas celulares, ejercen una contribución importante sobre el aumento en contenido de azúcares ²¹; azúcares que influyen en la medida de sólidos solubles. El coeficiente de variación es muy bueno (<10%), indicando que las medidas de SS fueron correctamente ejecutadas.

Tabla 5. Comportamiento promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación del contenido de sólidos solubles (°Bx) a diferentes estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estado de maduración	n	Promedio (°Bx)	Desviación estándar (°Bx)	Mínimo (°Bx)	Máximo (°Bx)	Coefficiente de variación
Verde	5	5,81	0,36	5,50	6,30	6,24%
Pintón	5	7,44	0,23	7,21	7,82	3,12%
Maduro	5	10,82	0,25	10,61	11,12	2,27%
Sobre maduro	5	9,08	0,45	8,49	9,71	4,93%

Relación de sólidos solubles/acidez titulable (SS/AT)

Una baja relación de sólidos solubles/acidez titulable (SS/AT) está asociada con una buena calidad de la fruta, la cual está asociada con días nublados, excesos de radiación, temperatura y transpiración de los frutos ^{22,23}.

Una SS/AT de 6,5 o menos se encuentra en la pulpa del fruto cuando éste tiene un color negro siendo un buen momento para seleccionar untusha; la relación sólidos solubles acidez titulable es un parámetro que determina la resistencia del fruto para desprenderse de la planta, siempre y cuando no se tome esta característica en horas de mayor exceso de temperatura o intensidad luminosa ²⁴. En la tabla 6 se observa que esta característica corresponde al estado maduro.

Una adecuada relación de sólidos solubles acidez titulable, es una medida preponderante que está íntimamente relacionada con la calidad de la fruta para ser transportado a grandes distancias ²⁵.

Algunos investigadores han sugerido que la SS/AT es importante para definir las diferencias de calidad entre cultivares, otros indican que la calidad de los frutos puede ser mejorado incrementando el contenido total de azúcares y ácidos. La mejor condición para determinar el índice de madurez en una fruta es estimando la relación sólidos solubles, acidez titulable, este parámetro indica el contenido de azúcares en relación con la menor cantidad de acidez presente en la fruta ²⁶.

Según datos de ^{17, 22, 25, 27}, indican que esta relación puede utilizarse para poder clasificar los frutos como destructibles e indestructibles que tiene eco hasta en el almacenamiento postcosecha. El coeficiente de variación hallado es muy bueno (<10%), indicando que las medidas de SS/AT fueron correctamente hechas.

Tabla 6. Comportamiento promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación de la relación sólidos solubles/acidez titulable a diferentes estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estado de maduración	n	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación
Verde	5	2,93	0,20	2,72	3,23	6,97%
Pintón	5	3,96	0,21	3,72	4,18	5,25%
Maduro	5	6,92	0,28	6,53	7,2	4,02%
Sobre maduro	5	6,11	0,52	5,30	6,61	8,58%

Contenido de glucosa

El contenido de glucosa en la tabla 7, figura 4, muestra un incremento significativo del estado verde (1) hasta el estado sobre maduro (4). En el grado de madurez 4, tiene el más alto contenido de glucosa ($344,26 \pm 1,00$ mg/g) en el fruto de untusha. El coeficiente de variación hallado es excelente (<5%), ya que esta técnica es muy precisa.

Tabla 7. Comportamiento promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación del contenido de glucosa (mg /g) a diferentes estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estado de maduración	n	Promedio (mg / g)	Desviación estándar (mg / g)	Mínimo (mg /g)	Máximo (mg /g)	Coefficiente de variación
Verde	5	62,27	0,90	61,45	63,69	1,44%
Pintón	5	131,63	0,65	130,87	132,40	0,49%
Maduro	5	235,20	1,97	231,82	236,78	0,84%
Sobre maduro	5	344,26	1,00	342,85	345,27	0,29%

Contenido de vitamina C

El contenido de vitamina C en la tabla 8, figuras 1 y 2, tiende a aumentar del estado verde (1) hasta el estado maduro (3), y posteriormente disminuye en el estado sobre maduro (4). En el grado de madurez 3, tiene el más alto contenido de vitamina C ($181,86 \pm 4,45$ mg/100 g) en el fruto de untusha. El coeficiente de variación hallado es muy bueno (<10%), indicando que las medidas de vitamina C fueron correctamente realizadas.

Tabla 8. Comportamiento promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación del contenido de vitamina C (mg /100 g) a diferentes estados de maduración de fruto *B. lobbiana*.

Estado de maduración	n	Promedio (mg /100 g)	Desviación estándar (mg /100 g)	Mínimo (mg /100 g)	Máximo (mg /100 g)	Coefficiente de variación
Verde	5	70,14	3,75	66,87	76,01	5,34%
Pintón	5	114,50	9,83	102,47	127,97	8,59%
Maduro	5	181,86	4,45	177,53	187,63	2,45%
Sobre maduro	5	169,25	6,55	158,28	174,64	3,87%

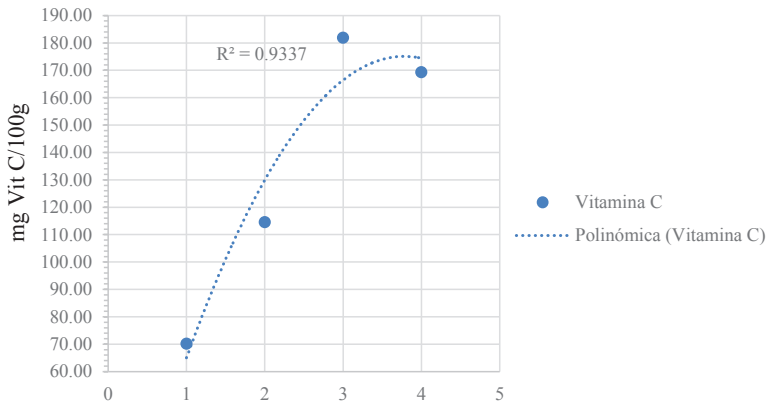


Figura 1. Comportamiento del contenido de vitamina C durante la maduración del fruto de untusha (*Berberis lobbiana*).

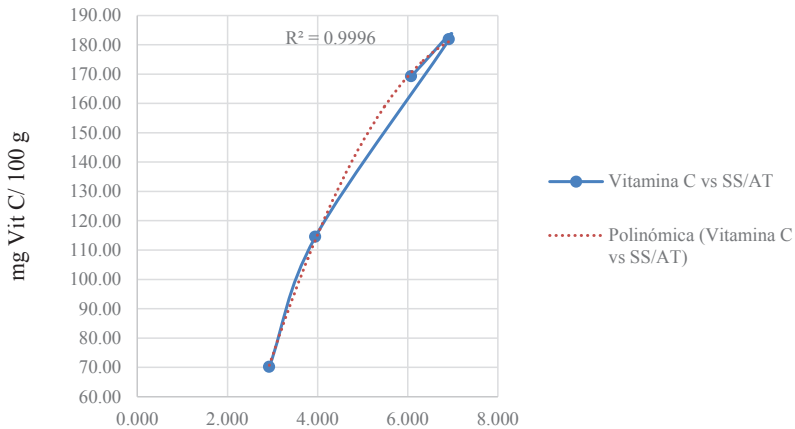


Figura 2. Regresión del contenido de vitamina C con respecto a la relación sólidos solubles/ acidez titulable (SS/AT) del fruto de untusha (*Berberis lobbiana*).

Asimismo, en la figura 3, se muestra que existe correlación positiva en el pH, contenido de sólidos solubles y relación sólidos solubles /acidez titulable, hasta que alcanzan el estado maduro; pero al pasar del estadio maduro a sobre maduro descienden, excepto en el pH. Después de la cosecha de frutas y hortalizas sufren cambios bioquímicos como los carbohidratos, pigmentos, vitaminas, minerales, proteínas, sabor, textura, aroma, apariencia¹⁷. En el caso de la acidez titulable la correlación es negativa. Los cambios, principalmente el incremento en la cantidad de sólidos solubles durante la madurez, son debidos a un incremento en la glucosa y la fructosa, que provoca un descenso del ácido cítrico²⁶.

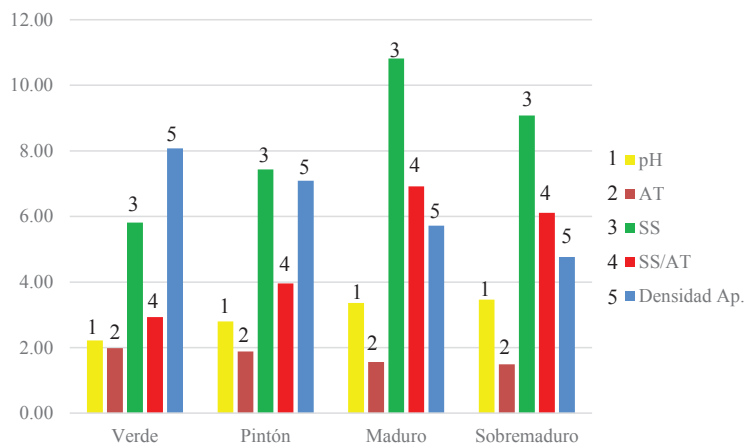


Figura 3. Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos durante la maduración del fruto de untusha (*Berberis lobbiana*).

Además, en la figura 4, se observan los cambios en el contenido de glucosa, durante la madurez, que provoca un incremento en el contenido de sólidos solubles, que provoca a su vez un descenso del ácido cítrico²⁶. Esta evolución del contenido de glucosa muestra que se ajusta a una tendencia lineal con un R2 muy alto (99,04%).

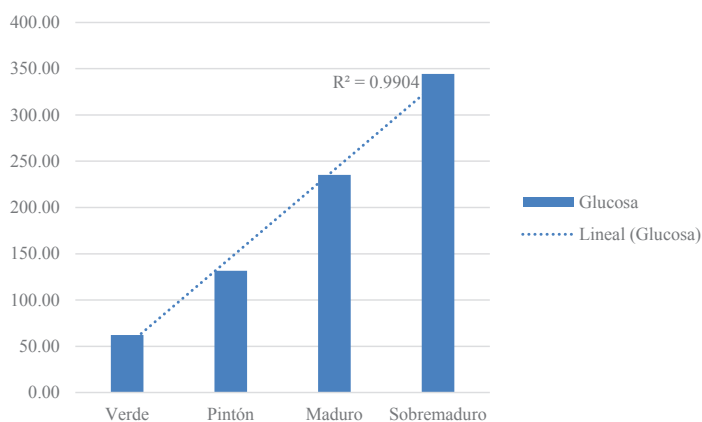


Figura 4. Comportamiento del contenido de glucosa durante la maduración del fruto de untusha (*Berberis lobbiana*).

En la figura 5 se presenta el análisis de regresión, que relaciona las variables fisicoquímicas y estados de maduración del fruto; se observa que la acidez titulable expresada en ácido cítrico fue altamente explicada R^2 (93,55%), esto indica que el 93,55% del contenido ácido cítrico en el fruto está influenciado por el estado de maduración; además, este tiende a disminuir linealmente conforme el fruto madura. El pH está explicado lineal y altamente en un 93,14% al estado de maduración del fruto. En cuanto a los sólidos solubles y la relación SS/AT tuvieron una forma polinómica de segundo orden con regular grado de asociación al grado de madurez R^2 (84,24% y 82,96%, respectivamente), esto debido a que en el estado sobre maduro el contenido de sólidos solubles desciende de 10,82 a 9,08 °Bx. La densidad muestra un descenso lineal con R^2 muy alto (99,49%).

Wills y colaboradores ¹⁷, sustentan estas caídas del estado maduro a sobre maduro, puesto que, en el estado sobre maduro se da lugar la senescencia, que se define como un periodo durante el cual los procesos bioquímicos anabólicos (sintéticos) dan paso a los catabólicos (degenerativos), lo que conduce al envejecimiento y, finalmente, a la muerte tisular.

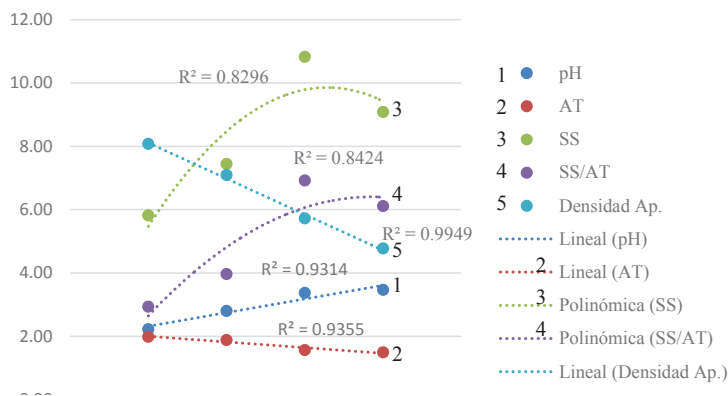


Figura 5. Análisis de regresión para estimar el grado de asociación entre las variables fisicoquímicas y estados de maduración del fruto de untusha (*Berberis lobbiana*).

El análisis de varianza (tabla 9), entre los diferentes estados de maduración, indica que respecto a: densidad, pH, sólidos solubles, acidez titulable, relación sólidos solubles, acidez titulable (expresada en ácido cítrico), contenido de glucosa y contenido de vitamina C del fruto de untusha, al menos uno los estados de maduración difiere a los demás, con un nivel de confianza de 95%, con una alta significación estadística ($p < 0,05$). Esto quiere decir que, la variación de estos parámetros es alta a través de la maduración.

Estos resultados son de suma importancia, pues permiten conocer el momento adecuado para la cosecha, la textura adecuada para su transporte a largas distancias, el mayor contenido de sus nutrientes esenciales, como la vitamina C, así como sus mejores características organolépticas para que el consumidor otorgue una alta aceptabilidad al fruto de untusha que, como se ha determinado contiene 181,86 mg de vitamina C/100 g de fruto, casi el doble de la ingesta diaria (sus siglas en inglés RDA), establecida por la Food and Nutrition Board of Institute of Medicine ²⁹.

Tabla 9. Análisis de varianza (5%), para los cuatro parámetros estudiados, en fruto de *B. lobbiana* en sus cuatro estados de maduración.

Parámetro	F	p-valor
Densidad	8.28	0,001*
pH	833,50	0,0001*
Sólidos solubles	206,61	0,0001*
Acidez titulable	40,71	0,0001*
Relación SS/AT	157,43	0,0001*
Glucosa	49601,22	0,000*
Vitamina C	307,32	0,0001*

* Significancia a $\alpha=0,05$.

La prueba de Duncan (5%) para el efecto principal, estado de maduración del fruto, establece que el contenido de vitamina C de $181,86 \pm 4,45$ mg/100 g en estado maduro, supera significativamente los contenidos de vitamina C del fruto, a los otros estados de maduración. El valor más bajo se obtuvo en estado de maduración verde, 70,14 mg/100 g (tabla 10; figuras 1 y 2g).

Además, la densidad, el pH, los sólidos solubles, relación SS/AT y el contenido de glucosa, mostraron diferencias significativas entre todos los estados de maduración, excepto la acidez titulable que no tuvo diferencias significativas en estado maduro y sobre maduro.

Tabla 10. Prueba estadística de Duncan (5%), para los cuatro parámetros estudiados, en fruto de *B. lobbiana* en sus cuatro estados de maduración.

Parámetro	Verde	Pintón	Maduro	Sobre maduro
Densidad	8,08 ^a	7,09 ^b	5,72 ^c	4,77 ^d
pH	2,22 ^a	2,80 ^b	3,37 ^c	3,47 ^d
Sólidos solubles	5,81 ^a	7,44 ^b	10,82 ^c	9,08 ^d
Acidez titulable	1,98 ^a	1,88 ^b	1,56 ^c	1,49 ^c
Relación SS/AT	2,93 ^a	2,80 ^b	3,37 ^c	3,47 ^d
Glucosa	62,27 ^a	131,63 ^b	235,20 ^c	344,26 ^d
Vitamina C	70,14 ^a	114,50 ^b	181,86 ^c	169,25 ^d

Medias que tienen la misma letra en la misma fila, no muestran diferencias significativas, caso contrario sí son significativas.

CONCLUSIONES

La untusha (*Berberis lobbiana*) presenta una amplia variación en el contenido de vitamina C y de sus parámetros fisicoquímicos en sus frutos, principalmente por la influencia de factores genéticos, propios de su proceso de maduración. Además, en los frutos maduros existe correlación positiva del contenido de vitamina C con el estado de maduración y la relación sólidos solubles/acidez titulable. La densidad del fruto y la acidez titulable expresada en ácido cítrico tienen correlación negativa con el estado de maduración; y por otro lado, el pH, los sólidos solubles, el índice de maduración y el contenido de glucosa tienen una correlación positiva con el estado de maduración. Finalmente, se ha confirmado que la untusha en estado maduro posee una relación de sólidos solubles/acidez titulable, menor a 6,5.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán por el apoyo con los equipos y reactivos de la unidad especializada del Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica Agroindustrial (CITTA) y un especial agradecimiento al Ing. Roberto Carlos Chuquilín Goicochea por el análisis de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

1. M. C. Orsi, “Flora Patagónica IV”, tomo VIII, Editorial INTA. Buenos Aires, Argentina, 1984, 325-348.
2. M. C. Bottini, C. Bustos, D. Bran, *J. Presencia* 8. 1993; 8 (30): 5-9.
3. A. B. Pomilo, *J. Phytochemistry*. 1973; 12(1): 218-220
4. J. E. SHAFFER, *J. of Cardiovascular Pharmacology*. 1985; 7 (1): 307-315.
5. V. Fajardo-Morales, *Rev. Latinoamericana de Química*. 1987; 18 (1): 46 -50.
6. V. Fajardo-Morales, F. Podestá, A. Urzúa, *Rev. Latinoamericana de Química*. 1986; 16 (1): 141-156.
7. M. E. Arena, G. Vater, P. Peri, “Análisis de la producción de frutos en *Berberis buxifolia* Lam. Calafate de la Patagonia Austral”, presentación oral, XIX Reunión Argentina de Ecología: Sección Ecofisiología, Tucumán-Argentina, 1999.
8. P. Peri, G. Vater, M. E. Arena, “Producción de frutos en *Berberis heterophylla* «calafate» de la Patagonia Austral”, presentación oral, IX Congreso Latinoamericano de Horticultura, XLIX Congreso Agronómico, Santiago-Chile, 1998.
9. S. Mahdi-Javadzadeh, S. Reza-Fallah, *Int. J. of Agriculture and Crop Sci.* 2012; 7 (1): 404-408.
10. D. L. Nelson, M. M. Cox, “Lehninger Principles of Biochemistry”, sexta edición, Ediciones Omega, España, 2012.
11. Y. Wang, S. Chen, O. Yu, *J. Appl Microbiol Biotechnol.* 2011; 91 (1): 949-956.
12. J. A. Edgar, *J. Nature*. 1970; 227 (1): 24-26.
13. N. Horemans, G. Potters, L. De Wilde, R. J. Caubergs, *J. Plant Physiol.* 2003; 133 (1): 361-367.
14. E. Ginter, *J. Nutr Health*. 1982; 1 (1): 66–77.
15. S. L. Ostos, A. C. Díaz, H. Suárez. *Rev. Chil. Nutr.* 2012; 39 (2):181-190.
16. A.O.A.C., “Official Methods Analysis of AOAC International”, 18th edition., Maryland, USA, 2007. 981.12, 945.15.
17. R. Wills, B. McGlasson, D. Graham, D. Joyce, “Introducción a la fisiología y manipulación postcosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales”, segunda edición, editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 1998, 130-159.
18. N.W. Tietz, “Clinical Guide to Laboratory Tests”, 3a ed, W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA. 1995.
19. P. Ciancaglini, *Biochem. Mol. Biol.* 2001; 29 (1): 110-114.
20. A. A. Kader, “Respiration and gas exchange of vegetables”, Marcel Dekker Inc., New York, USA, 1987.
21. R. G. Carlos, “Manejo Postcosecha y Evaluación de la Calidad de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) que se comercializa en la Ciudad de Neiva”, Universidad Sur Colombiana, Colombia, 1998.

22. W. Ballinger, E. Maness, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1970; 95 (3): 283-285.
23. D. Marshall, J. Spiers, *J. Act. Hort.* 2002; 574 (1): 295 - 303.
24. G. Galleta, W. Ballinger, R. Monroe, L. Kushman, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1971; 96 (6): 758-762.
25. W. Ballinger, L. Kushman, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1970; 95 (2): 239-242.
26. L. Kushman, W. Ballinger, *J. Plant Physiologist.* 1967; 92 (1): 290-295.
27. J. Ballington, W. Ballinger, W. Swallow, G. Galleta, L. Kushman, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1984; 109 (5): 684-689.
28. R. P. Gilbert, "Manual de Práctica de Laboratorio de Fisiología y Tecnología Postcosecha", editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 2009.
29. H. B. Burch. *J. Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1961; 92 (1): 268-276.