

NIVEL DE CALIDAD DEL DURAZNO (*Prunus pérsica* L. Batsch) DURANTE LA COSECHA EN EL MUNICIPIO SAPAHAQUI, LA PAZ – BOLIVIA

Quality level of peach (*Prunus persica* L. Batsch) during harvest in the Sapahaqui Municipality, La Paz – Bolivia

Mary Angelica Lima Angulo¹, Brígido Moises Quiroga Sossa², Ada Lucía Angulo Fernández³

RESUMEN

Se determinó la calidad del durazno en la cosecha de la variedad Gumucio Reyes en Sapahaqui (La Paz-Bolivia), se evaluó: tamaño del fruto (peso, diámetro ecuatorial), firmeza (F), porcentaje de pulpa (PP), color de cobertura de piel (CC), sólidos solubles totales °Bx (GB), materia seca (MS), índice de forma (IF) y de madurez (IM). Se analizaron las frecuencias para comparar el tamaño con estándares de IBNORCA y OECD. El peso (P) del 78% y el diámetro (D) del 50% y 74% de los duraznos clasificaron en las tres últimas categorías de IBNORCA y OECD. Se realizó el análisis de varianza bajo un diseño de bloques incompletos. Los productores 19 y 18 obtuvieron mayor tamaño de fruto y FP y los 10 y 14, mayor F, GB, IM y MS. Se estableció correlaciones significativas positivas y moderadas a muy altas entre MS y GB e IM, entre GB e IM, entre FP y D y P y entre P y D. Se realizó análisis de componentes principales. El primer grupo a MS, GB e IM y el segundo a P y D. Los productores identificaron labores agronómicas (LA) para calidad de fruto: Abonado, petardos para prevenir granizo, humo para prevenir heladas, y fumigación, variables en poscosecha (VP): Empaque, disposición de ambientes, tiempo de almacenamiento y transporte, criterios de cosecha (CCO): color de piel y firmeza del fruto. No existen correlaciones significativas moderadas o altas entre indicadores y LA, VP o CCO pero si entre LA y VP y CCO.

Palabras clave: Durazno, Gumucio Reyes, índice de madurez, grados °Bx, diámetro, peso, calidad.

ABSTRACT

The quality of the peach in the harvest of the Gumucio Reyes variety in Sapahaqui (La Paz-Bolivia) was determined by evaluating: fruit size (weight, equatorial diameter), firmness (F), percentage of pulp (PP), color of skin cover (CC), total soluble solids °Bx (GB), dry matter (MS), shape index (IF) and maturity index (IM). Frequencies were analyzed to compare the size with IBNORCA and OECD standards. The weight (P) of 78% and the diameter (D) of 50% and 74% of the peaches classified in the last three categories of IBNORCA and OECD. The analysis of variance was performed under an incomplete block design. Producers 19 and 18 obtained greater fruit size and FP and 10 and 14, greater F, GB, IM and MS. Significant positive and moderate to very high correlations were established between MS and GB and IM, between GB and IM, between FP and D and P and between P and D. Principal component analysis was performed. The first group to DM, GB and IM and the second to P and D. The producers identified agronomic tasks (LA) for fruit quality: Fertilizer, firecrackers to prevent hail, smoke to prevent frost, and fumigation, postharvest variables (VP): Packaging, layout of environments, storage and transport time, harvest criteria (CCO): skin color and fruit firmness. There are no moderate or high significant correlations between indicators and LA, VP, or CCO, but there are between LA and VP and CCO.

Keywords: Peach, Gumucio Reyes, maturity index, °Bx degrees, diameter, weight, quality.

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/vpci9810rq37w>

Recibido: 25/05/2022

Aceptado: 02/11/2022

¹ Posgrado, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

² Docente, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. moisesquirog@hotmail.com

³ Fundación PROINPA

INTRODUCCIÓN

La producción de durazno fresco en Bolivia ha incrementado en 13% de 2003 a 2016, debido a la demanda del mercado interno. Bolivia produce 39 556 t de durazno y representa solo un 0,17% del total mundial comparado con Chile (1,56%) o China (54,5%) (Faostat, 2017). Los productores de Sapahaqui, del departamento de La Paz, producen durazno de gran variabilidad en tamaño y madurez (Quiroga, 2010). Una de las variedades cultivada es Gumucio Reyes debido a su fruto de buen aroma, sabor y tolerancia a enfermedades (Caballero, 2002). Existe tecnología desde la implementación del cultivo hasta la cosecha (Mesa Municipal Sapahaqui, 2017), desarrollada por los productores junto al Estado y organizaciones no gubernamentales. Sin embargo, aún no se han alcanzado rendimientos de países vecinos ni evaluado la calidad del durazno en la cosecha (Gobernación de La Paz, 2017). Entre las características de calidad requeridas en los frutos están: el tamaño del fruto, contenido de sólidos solubles totales y ácidos, color de la piel y firmeza de pulpa (Chirinos, 1996), forma del fruto, materia seca, fracción de pulpa e índice de madurez.

Existen normas estandarizadas de calidad para el tamaño y apariencia de los duraznos. El Instituto Boliviano de Normas y Calidad (IBNORCA) establece los requisitos para la comercialización del durazno en fresco (IBNORCA, 2006). La Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) también presenta Normas Internacionales para Frutos y Hortalizas (OECD, 2010). El objetivo del presente trabajo fue el de analizar la calidad del durazno cosechado por 19 productores del municipio de Sapahaqui mediante nueve indicadores comparados con estándares establecidos. También se identificaron las diferencias entre los productores para los indicadores, los indicadores explican la mayor variación, las relaciones entre indicadores y los factores que determinarían la calidad del durazno en la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La comunidad de Sapahaqui se encuentra en un Valle Interandino de Bolivia, con una topografía irregular y varios afluentes como los ríos Sapahaqui, Huancollo, Chacoma, Luribay y Urmiri. Está ubicada entre las coordenadas 16°52'45" de latitud sur y 67°57'36" de longitud oeste. Al Norte limita con la provincia Murillo, al Este con el municipio de Luribay y al Sur y al Oeste con la provincia Aroma. El rango de altitud va de 2580 a 3280 m.s.n.m.

Metodología

El diseño estadístico fue bloques incompletos por el número de frutos por productor (tratamientos) fue diferente, por tanto los tratamientos no estuvieron presentes en todos los bloques. Los bloques se emplearon para controlar la variación en el tiempo de evaluación de cada variable. Los tratamientos fueron 19 productores que difieren en el manejo del huerto, criterios de calidad del fruto y el momento óptimo de cosecha. La unidad experimental fue un fruto. Las variables de respuesta fueron evaluadas en la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, fueron: 1 y 2) Tamaño del fruto (Diámetro ecuatorial (mm) y Peso (g)). El diámetro ecuatorial (DE) y polar se midieron con un calibrador. El peso (P) se determinó con una balanza de dos dígitos, 3) Firmeza de pulpa (kg/cm^2).

Se utilizó un penetrómetro de Nvey Eco (GY_1) de 2 – 15 kg/cm^2 de fuerza y punta de 7,9 mm. La firmeza de la pulpa (F) se midió en dos caras del fruto (amarilla y verdosa) y se promediaron ambos valores. 4) Sólidos solubles totales °Bx o (GB). Se midieron con un refractómetro portátil ATC (rango de 0 a 32 GB) en ambas caras del durazno y se promediaron. 5) Color rojo de cobertura (%). Para medir el porcentaje de color rojo de cobertura (CC) se dividió el fruto en 16 partes y se cuantifico el porcentaje de las partes con pigmentación roja. 6) Materia seca (%). Cada fruto se deseco a 70°C hasta obtener peso constante, cuyo porcentaje con respecto al peso inicial representa el porcentaje de materia seca (MS). 7) Porcentaje de pulpa (PP). Se calculó con la fórmula: Porcentaje

de pulpa = $P'/P * 100$. Dónde: P' = Peso del mesocarpio menos carozo y P = Peso total del fruto. 8) Índice de forma (IF). Se calculó con la fórmula: $IF = \phi'/\phi$. Dónde: ϕ' = Diámetro polar y ϕ = DE y 9) Índice de madurez (IM). Se calculó con la fórmula: $IM = GB/AT$. Dónde: $GB = ^\circ Bx$ y $AT =$ Acidez titulable.

Solo el tamaño de fruto posee categorías establecidas por IBNORCA y OECD. OECD clasifica los frutos por DE y P (OECD, 2010) en siete categorías: AAAA (> 90 mm y > 300 g), AAA (80-90 mm y 220-300 g), AA (73-80 mm y 180-220 g), A (67-73 mm y 135-180 g), B (61-67 mm y 105-135 g), C (56-61 mm y 85-105 g) y D (51-56 mm y 65-85 g). IBNORCA clasifica al durazno por DE y P (IBNORCA, 2006) con la escala: 1 (> 73 mm y \geq 200 g), 2 (67-72 mm y 187-199 g), 3 (61-66 mm y 145-186 g), 4 (56-60 mm y 120-144 g), 5 (51-55 mm y 97-119 g) y 6 (45-50 mm y 85-96 g). IBNORCA permite DE y P menores a los del OECD. Una vez sometidos los datos a supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se realizó análisis de varianzas (ANVA) para encontrar diferencias en indicadores entre productores y análisis de componentes principales (ACP) para identificar los indicadores que explican la mayor variación. Se comparó medias con el test LSD ($p < 0,01$) en el programa R Core Team i386 3.4.0 (2013). Los posibles factores para obtener calidad en el durazno por parte de los productores se recopilieron mediante encuestas. Se analizó sus frecuencias y se correlacionaron con los indicadores en el programa R Core Team i386 3.4.0 (2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frecuencias en base a los estándares de OECD e IBNORCA para tamaño del fruto

Se clasifico el DE en las categorías del OECD (Figura 1). El 0,78 de los frutos pertenece a las tres últimas categorías (51-67 mm), el 0,06 está en las cuatro primeras (\geq 67 mm) y el 0,16 (<51 mm) es descarte. El DE comparado con las categorías del IBNORCA (Figura 2) indica que el 0,775 de los duraznos está en las tres últimas categorías (45-60 mm), el 0,215 en las tres primeras (\geq 60 mm) y el 0,01 es descarte (<45 mm). Los duraznos son pequeños para OECD e IBNORCA. El P de los frutos clasificado en las siete categorías de la OECD (Figura 3) indica que el 0,735 de los frutos está en las tres últimas categorías (65 -135 g), el 0,11 en las primeras cuatro ($>$ 135 g) y el 0,155 es descarte (<65 g). Las frecuencias para las categorías de IBNORCA (Figura 4) indican que 0,41 está por debajo de la clasificación, el 0,5 está en las tres últimas categorías y solo el 0,09 en las tres primeras. Los duraznos en la campaña 2015-2016 fueron livianos para las normas de OECD e IBNORCA.

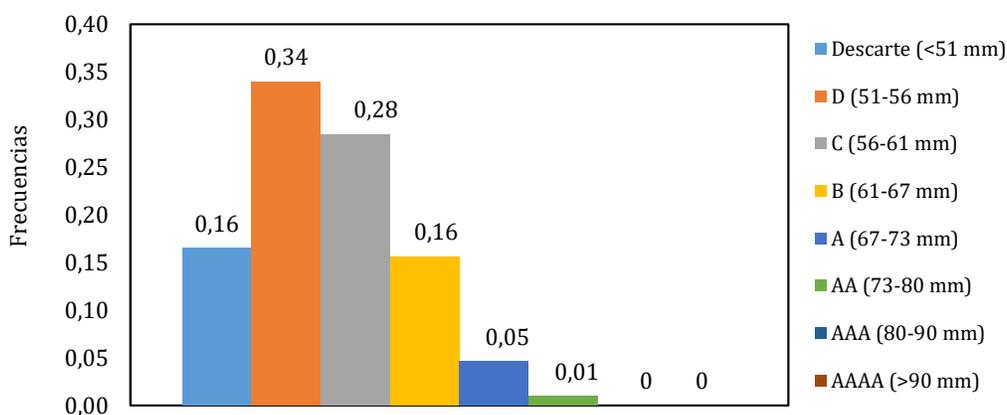


Figura 1. Frecuencias de diámetro ecuatorial (mm) en duraznos producidos en el municipio de Sapahaqui para siete categorías y descarte, establecidos por la OECD.

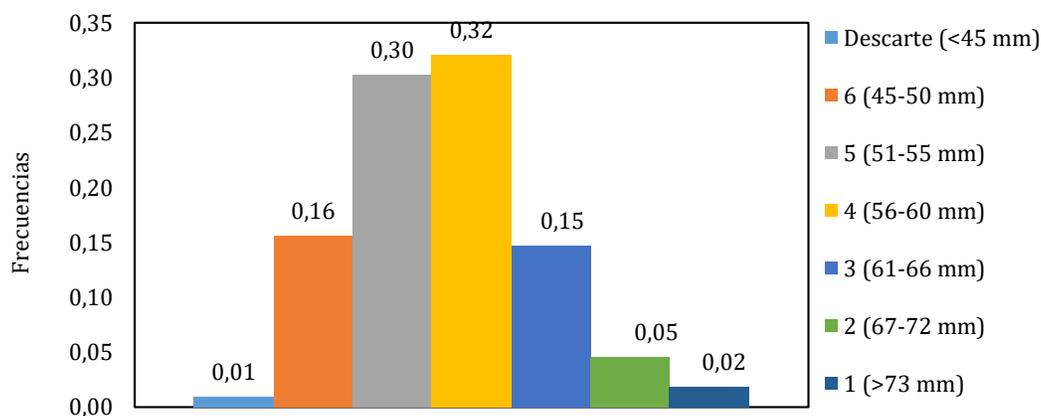


Figura 2. Frecuencias de diámetro ecuatorial (mm) en duraznos producidos en el municipio de Sapahaqui para seis categorías y descarte, establecidos por IBNORCA.

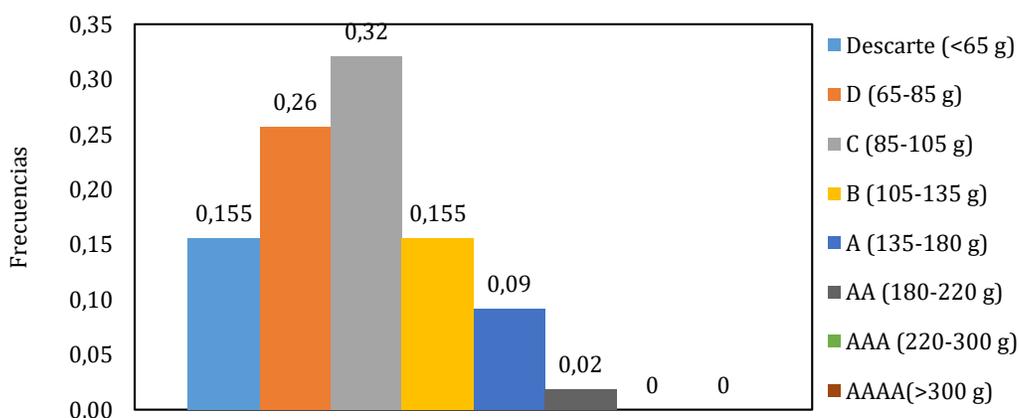


Figura 3. Frecuencias de peso (g) en duraznos producidos en el municipio de Sapahaqui para siete categorías y descarte, establecidos por la OECD.

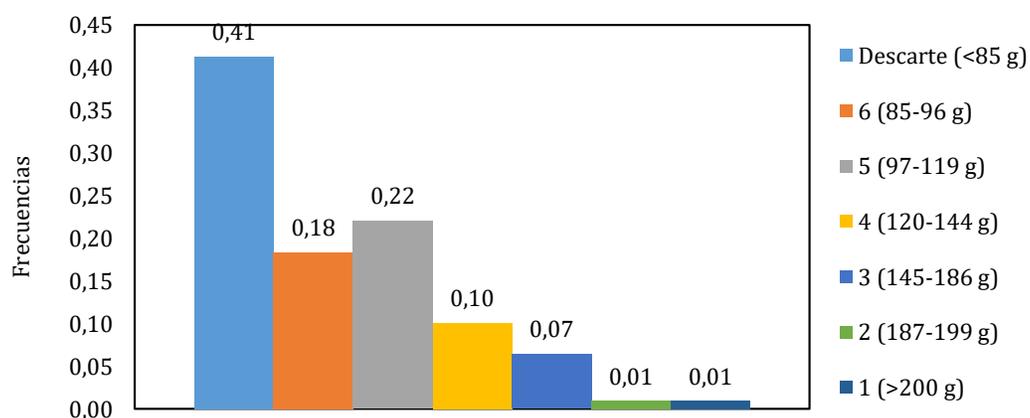


Figura 4. Frecuencias de peso (g) de fruto en duraznos producidos en el municipio de Sapahaqui para seis categorías y descarte, establecidos por IBNORCA.

Análisis de varianza para nueve indicadores de calidad

Existen diferencias significativas ($p < 0,05$) y altamente significativas ($p < 0,01$) para los nueve indicadores (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de varianza para nueve indicadores de calidad evaluados en frutos de durazno para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016.

FV	GL	Cuadrados medios								
		Diámetro (mm)	Peso (g)	Firmeza (kg/cm ²)	Sólidos solubles	Color rojo, cobertura (%)	Materia seca (%)	Pulpa (%)	Índice de forma	Índice de madurez
Bloque	7	489,5	0,8	0,1	36,5	3,7	42,6	7,4	0,01	798873
Productor	18	1826,4***	28,1***	30,6***	92,0*	22,6**	206,9***	1,0***	0,1*	2149598*
Residuales	83	1979,8	27,5	30,6	236,8	43,7	321,7	1,5	0,3	5223468

FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; $p < 0,001 = ***$; $p < 0,01 = **$; $p < 0,05 = *$; $p < 0,1 = '$

Los productores 19 (70 mm) y 18 (66 mm) cosechan duraznos más grandes que los de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17, cuyos frutos están entre 49,5 y 59,8 mm (Figura 5). Solo el 16% de los productores (19, 18 y 8) cosechan duraznos para las tres primeras categorías (>60 mm) de IBNORCA y OECD.

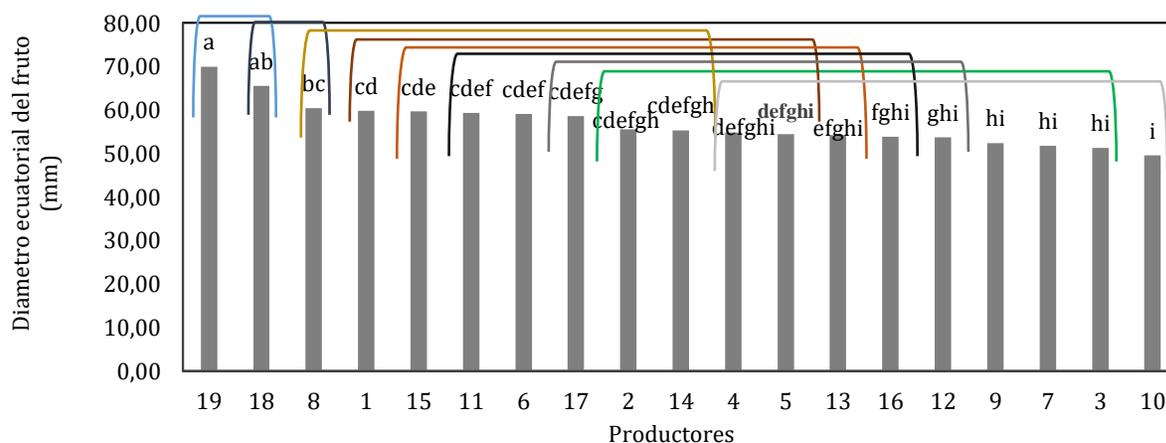


Figura 5. Comparación de medias para diámetro ecuatorial (mm) de frutos de durazno, para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$)-

Los duraznos de 19 tuvieron más P (175 g) que los de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 (entre 68 y 110 g) y los de 18 (142 g) fueron más pesados que los de 15, 17, 14, 2, 16, 5, 13, 4, 12, 9, 3, 7 y 10 (entre 68 y 110 g) (Figura 6). Solo 19 y 18 cosechan duraznos para las tres y cuatro primeras categorías (>144 g) de IBNORCA y OECD respectivamente. El fruto de Gumucio Reyes pesa de 150 a 200 g (Caballero, 2002) y solo el productor 19 cosecha frutos de un P de calidad para la variedad y los estándares.

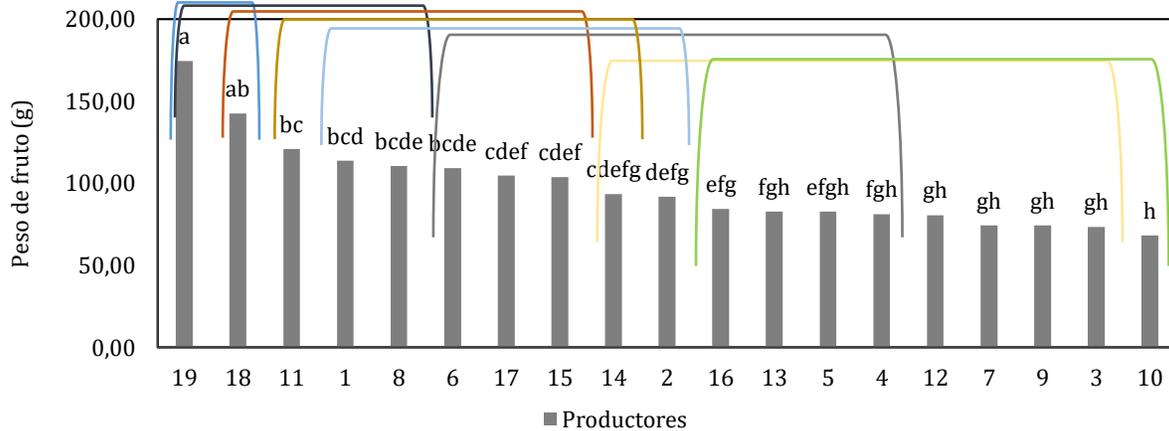


Figura 6. Comparación de medias para peso (g) de frutos de durazno, para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$).

Los duraznos del productor 11 (Figura 7) tuvieron más F ($8,65 \text{ kg/cm}^2$) que los de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 (entre $1,21$ y $5,18 \text{ kg/cm}^2$) y los del productor 10 más F ($6,38 \text{ kg/cm}^2$) que los de 12, 6, 3, 19, 7, 2, 17, 5, 4 y 8 (entre $1,21$ y $2,99 \text{ kg/cm}^2$). Solo el 26% de los productores cosechan duraznos en el rango de $2,7$ a $3,6 \text{ kg/cm}^2$, recomendado por Crisosto (1994; citado en Ortiz de Zárate et al., 2007). En cambio, el 26 y 47% cosechan por encima o por debajo del rango (duraznos muy firmes o muy blandos) respectivamente. Esto podría deberse a diferencias en el tiempo de cosecha.

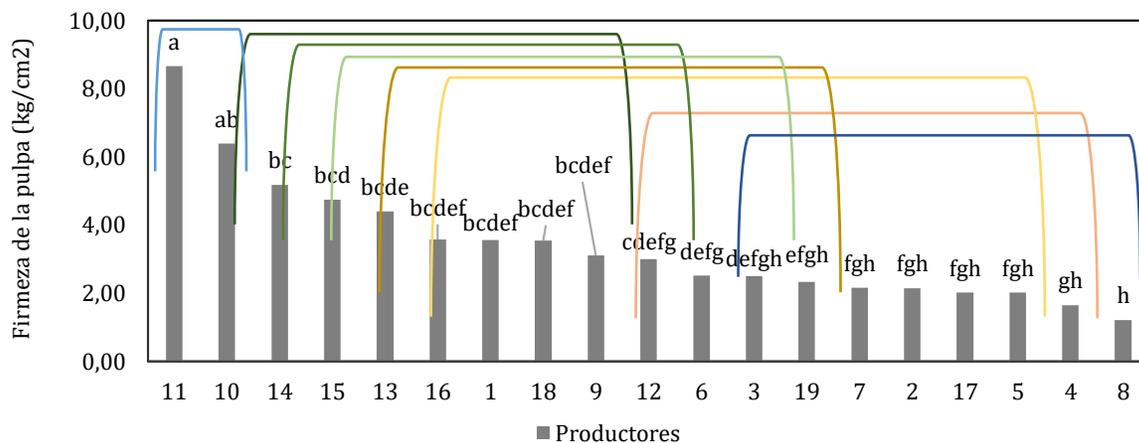


Figura 7. Comparación de medias para la firmeza (kg/cm^2) de la pulpa de durazno en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$).

Los duraznos cosechados por el productor 10 (Figura 8) tenían mayor contenido de SST ($20,4 \text{ GB}$) que los de 1, 4, 16, 7, 13, 2, 12, 9, 19, 3, 6, 17, 18 y 5 (entre $16,88$ y $18,74 \text{ GB}$). La glucosidad de Gumucio Reyes varía de 15 a 16 y a veces llega a 20 GB, por ello es aromático y de buen sabor (Caballero, 2002). Los 19 productores cosecharon duraznos con SST $> 16 \text{ GB}$. Además, un 16% produjo duraznos con SST $> 20 \text{ GB}$. Crisosto et al. (1994) encontraron duraznos que aumentaron el contenido de SST bajo estrés hídrico.

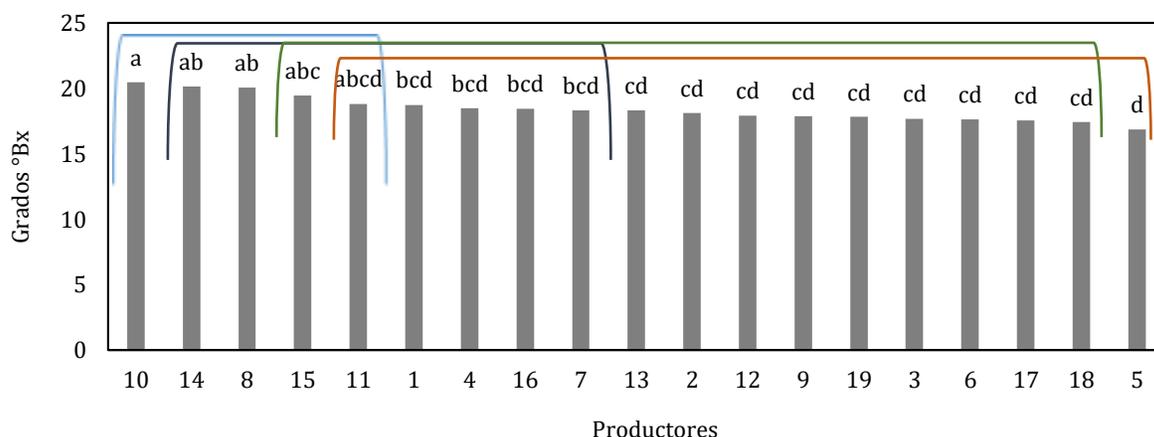


Figura 8. Comparación de medias para sólidos solubles totales (°Bx) de durazno en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$).

Los duraznos cosechados por el productor 3 (Figura 9) fueron más rojos (28,89%) que los de 18, 19, 15, 5, 2, 7 y 14 (entre 9,79 y 1,48% de CC). No existen estudios sobre el CC en Gumucio Reyes y se desconoce si estos valores se deben a la variedad o a factores externos.

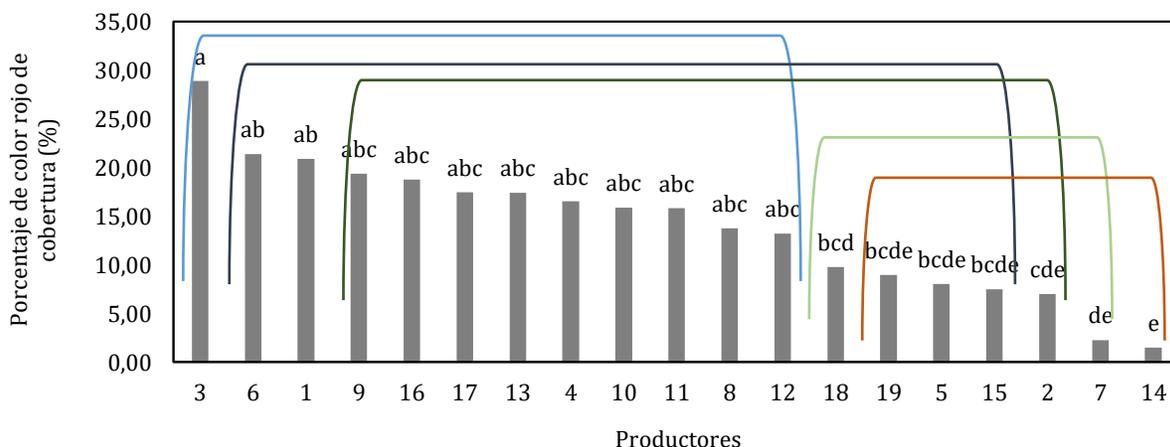


Figura 9. Comparación de medias para color rojo de cobertura del fruto (%) en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,01$).

Los duraznos del productor 10 (Figura 10) tuvieron mayor MS (21,16%) que los de 6, 1, 9, 7, 2, 16, 15, 4, 3, 17, 12, 5, 3, 18 y 19 (MS entre 14,27 y 18,72%). El porcentaje de MS de referencia en durazno es de 11 (FDTA-Valles, 2007). Por tanto, los duraznos tienen alto contenido de MS.

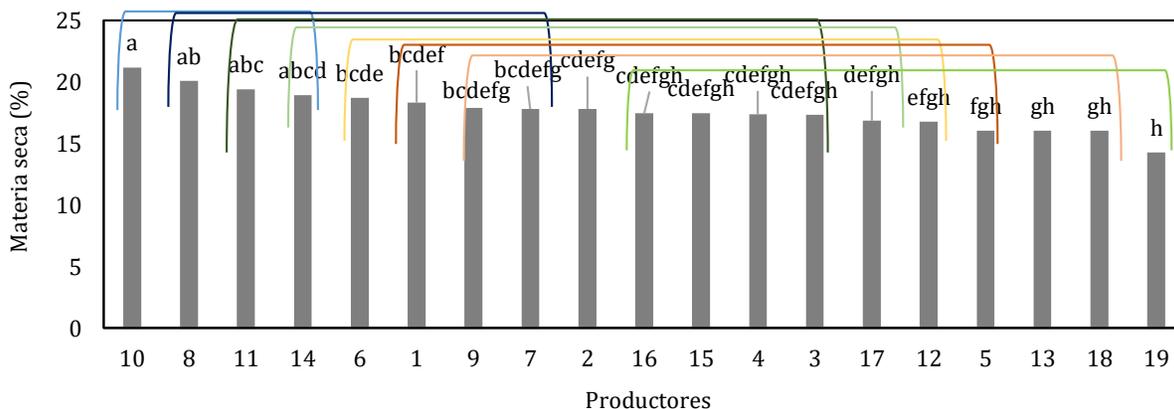


Figura 10. Comparación de medias para materia seca del fruto (%) en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,001$).

El productor 18 (Figura 11) cosecha duraznos con mayor PP (97,29%) que 1, 8, 5, 7, 17, 3, 6, 11, 16, 9, 10, 4, 2, 14, 15, 12 y 13 18 y 19 (PP entre 96,43 y 94,85%) y el productor 19 con mayor PP (96,82%) que 10, 4, 2, 14, 15, 12 y 13 18 y 19 (PP entre 95,61 y 94,85%). El espesor de pulpa varía entre 1,65 a 2,2 cm (Gutiérrez-Acosta, 2008) y representa entre 60 a 94% de PP. Por tanto, los duraznos poseen carozos pequeños y gran PP. Este es un parámetro de calidad.

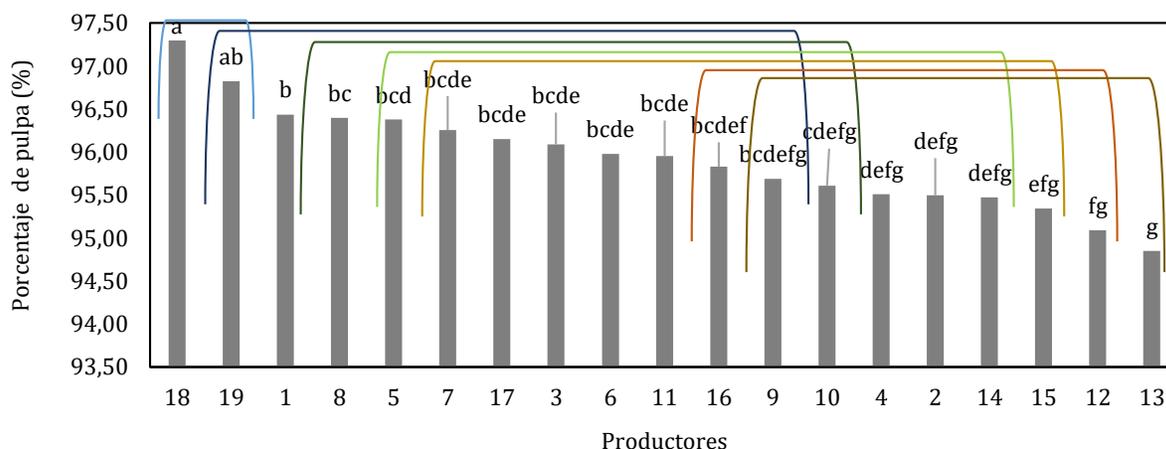


Figura 11. Comparación de medias para porcentaje de pulpa del fruto (%) en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,001$).

Solamente los duraznos del productor 11 fueron perfectamente redondos (Figura 12). Gumucio Reyes tiene forma redonda (Caballero, 2002); por tanto, los frutos que presentan IF diferente de la unidad, tendrían menor calidad. Sin embargo, en Bolivia, no se da importancia a este aspecto.

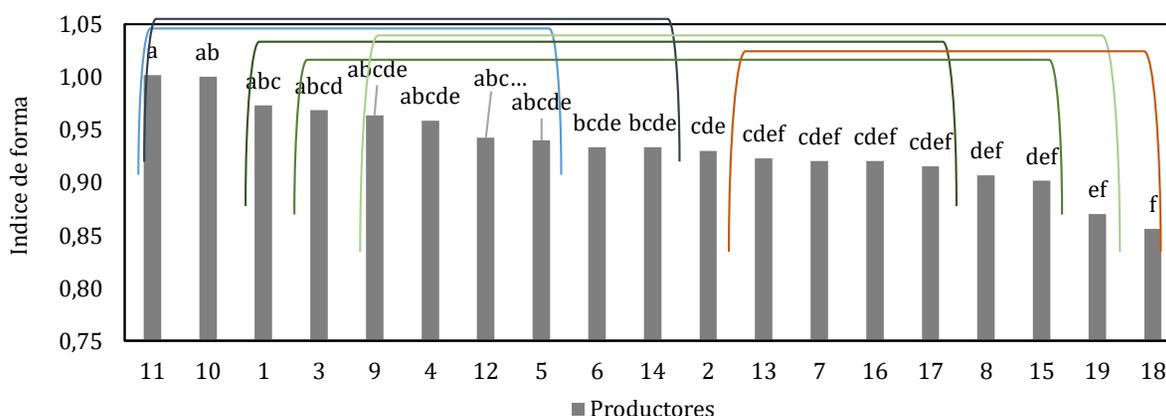


Figura 12. Comparación de medias para el índice de forma del fruto en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$).

El productor 10 (Figura 13) cosecha duraznos con mayor IM (45,94%) que los de 4, 16, 7, 2, 13, 12, 19, 9, 6, 3, 17, 18 y 5 (IM entre 39,56 y 42,45%). El IM recomendado por García (2006) es de 41,36%. El 68% de los productores cosechan frutos con un IM mayor al recomendado. Sería necesario capacitarlos para disminuir el IM. En resumen, los duraznos tienen tamaño reducido para IBNORCA y OECD, alto contenido de SST y MS, pulpa gruesa y variación en F, CC, e IM. Por otra parte, existe variación entre productores para los nueve indicadores. Los productores 19, 18 destacan por el tamaño y el 10 por la forma redonda y F.

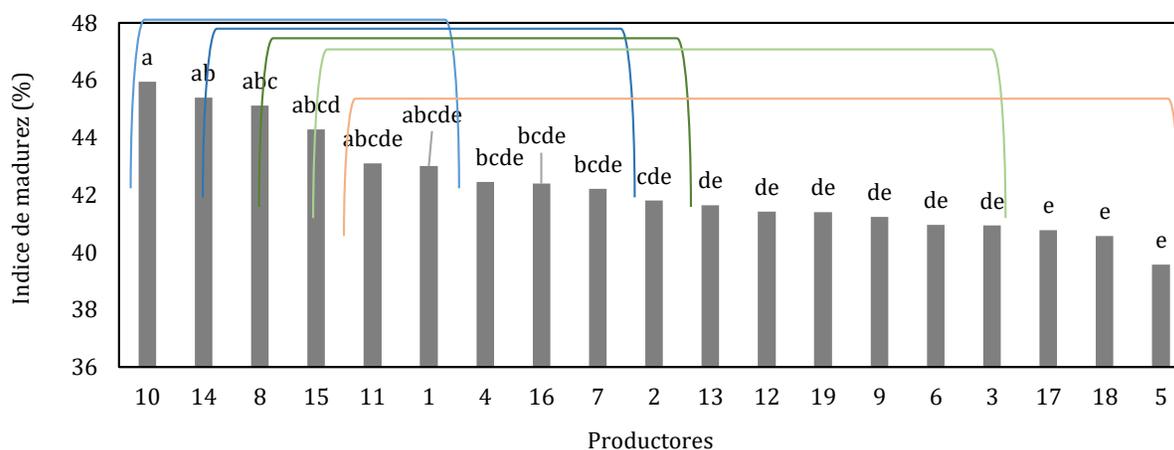


Figura 13. Comparación de medias para el índice de madurez del fruto en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$).

El alto contenido de SST y MS de los duraznos les daría preferencia en el mercado a pesar del tamaño reducido. Estos rasgos pueden ser varietales o por estrés hídrico o mayor exposición a horas luz a la madurez, resaltan la dependencia entre el grado de exposición del fruto a la luz y el contenido de azúcares. Alcobendas et al. (2013) citados por Bastidas et al. (2015) observaron que los GB disminuyeron a mayor riego y menor exposición de los frutos de durazno a la luz solar.

Análisis de correlación entre indicadores

Existen correlaciones significativas y positivas entre indicadores (Tabla 2). Los frutos con mayor MS tienen mayor IM y GB. El IM se asoció muy altamente con GB ya que el IM se calculó a partir de los GB. Por tanto, solo MS sería un indicador de la madurez en los duraznos Gumucio Reyes. Los duraznos con mayor PP fueron más grandes y pesados. Esta relación es obvia ya que la pulpa tiene P y volumen. Los duraznos pesados fueron también grandes. Lavilla et al. (2002) también encontraron una relación positiva entre P y DE en durazno "Royal Glory".

Tabla 2. Correlaciones entre nueve indicadores de calidad evaluados en 109 frutos de durazno para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016.

	Color rojo de cobertura (%)	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso de fruto (g)	Materia seca (%)	Índice de madurez (%)	Índice de forma	Grados Brix	Fracción de pulpa (%)	Firmeza de pulpa (kg/cm ²)		
Color rojo de cobertura	1,0000	-0,1676	-0,1499	-0,1133	-0,0230	0,3656	-0,0214	-0,0379	0,1094		
Diámetro		1,0000	0,9411	0,0150	0,0250	-0,1818	0,0107	0,4900	-0,0070		
Ecuatorial			<0,001	0,8768	0,7962	0,0585	0,9124	<0,001	0,9427		
Peso de Fruto			1,0000	0,0334	0,0072	-0,0970	-0,0129	0,5210	0,0380		
Materia Seca				1,0000	0,7306	0,9409	0,3155	0,8944	<0,001	0,6947	
Índice de Madurez					1,0000	0,5441	0,0959	0,5440	-0,0460	0,2439	
Índice de Forma						1,0000	0,3212	<0,001	0,6350	0,0106	
Sólidos solubles totales							1,0000	0,9953	-0,1200	0,1955	
Fracción de Pulpa								1,0000	0,2138	0,0416	
									0,0185	0,1818	
									0,8487	0,0584	
									1,0000	-0,1539	0,1997
									0,1102	0,0373	
									1,0000	-0,1717	0,0743

Las letras en negrillas son correlaciones importantes.

Análisis de componentes principales (ACP)

Se utilizaron los indicadores correlacionados significativamente de forma moderada a alta: DE, P, MS, IM y GB (Tabla 3) y se generó un gráfico de sedimentación (Figura 14) con el número de componentes en la abscisa y la varianza o valor propio en la ordenada, los componentes ubicados antes del punto de inflexión o con valor propio ≥ 1 son significativos. Los componentes 1 y 2 se ubican antes del punto de inflexión, poseen valores propios ≥ 1 y expresan $>87\%$ de la varianza total. Cuanto mayores son los coeficientes de varianza de los indicadores (sin importar el signo), mejor es la discriminación de los duraznos. En el primer componente aportan positivamente: MS, IM y GB (frutos maduros, dulces y harinosos). En el segundo, aportan positivamente: DE y P (frutos grandes y pesados).

Tabla 3. Atributos de dos componentes principales obtenidos a partir de cinco indicadores de calidad evaluados en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016.

Componentes	1°	2°
Valor propio	2,415	1,939
Porcentaje de varianza	0,483	0,388
Varianza acumulada	0,483	0,871
Variables	Coeficientes de varianza	
Diámetro ecuatorial (cm)	-0,048	0,705
Peso de fruto (g)	-0,040	0,706
Materia seca (%)	-0,478	-0,015
Índice de madurez	-0,620	-0,038
Sólidos solubles totales	-0,619	-0,051

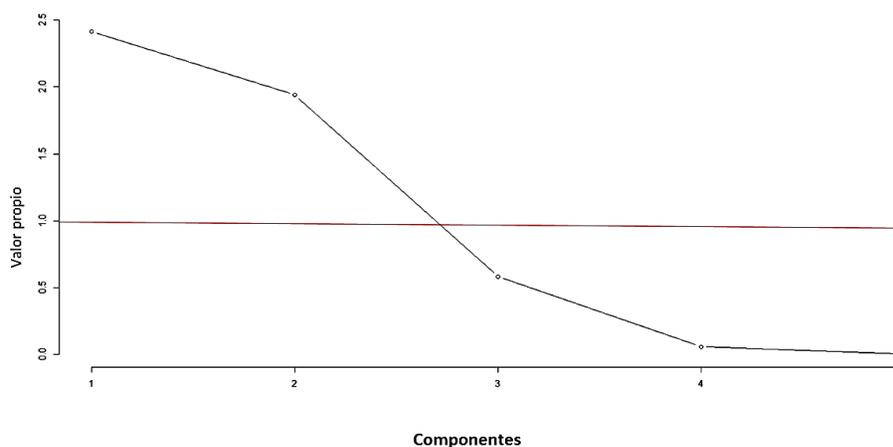
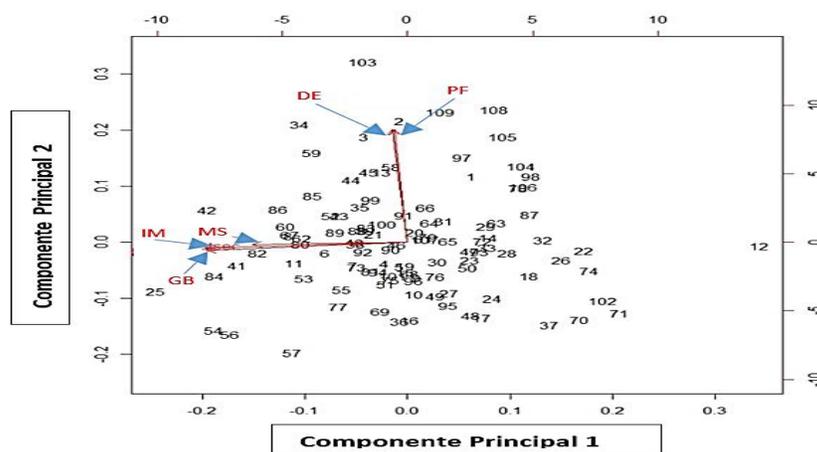


Figura 14. Gráfico de sedimentación para cinco componentes principales obtenidos a partir de cinco indicadores de calidad evaluados en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016.

La Figura 15 muestra los dos componentes, los cinco indicadores y los 109 duraznos. El primer componente está graficado en la abscisa y el segundo en la ordenada. Los duraznos ubicados en el tercer y cuarto cuadrante poseen alto IM, MS y GB y los del primer y segundo cuadrante bajo. Los ángulos entre indicadores representan la magnitud de la correlación. Los duraznos en el primer y cuarto cuadrante poseen alto DE y P y los del segundo y tercer cuadrante bajo DE y P.



DE=Diámetro ecuatorial del fruto, PF=Peso del fruto, IM=Índice de madurez, MS=Materia Seca y GB=Contenido de sólidos solubles totales en °Bx.

Figura 15. Biplot para dos componentes principales extraídos de cinco indicadores de calidad evaluados en 109 duraznos para 19 productores en el municipio de Sapahaqui en 2016.

En resumen, el ACP utilizó cinco indicadores de calidad y agrupó 109 duraznos en alto y bajo nivel del indicador en cuatro cuadrantes. El cuarto cuadrante agrupa los duraznos grandes y maduros. Por otra parte, el segundo cuadrante agrupa los duraznos pequeños e inmaduros. El primer cuadrante agrupa los duraznos grandes e inmaduros y el tercero a los duraznos pequeños y maduros. El número de frutos en cada cuadrante es casi el mismo. Por tanto, existe variabilidad en los cinco indicadores. Dado que existen diferencias entre productores para todos los indicadores, las diferencias en los factores para producir duraznos de calidad entre productores podrían ser la razón de la variabilidad.

Factores para mejorar la calidad del durazno

Labores agronómicas

Según la encuesta, los productores realizan ocho labores para mejorar la calidad del durazno (Figura 16). El productor 10 solo practica el abonado orgánico (AO). Siete productores practican dos labores: el 11 y 19 el AO y fumigación química (FP), el 3 y 15 el AO y uso de petardos contra el granizo (PG) y los 4, 5 y 16 aplican AO y controlan pájaros manualmente (CP). Tres productores practican tres labores: el 13 el AO y PG y humo para controlar heladas (HH) y los 7 y 17 practican el AO, la FP y la limpieza y deshierbe de la base del árbol (LBA). Siete productores practican cuatro labores: los 6, 8, 9 y 18 el AO, PG, HH y CP, el 1 y el 14 el AO, fertilización química (FQ), FP y PG y el 12 el AO, FP, PG y HH. Finalmente, el agricultor 2 practica cinco labores: AO, aplicación de ceniza en la base del árbol (CBA), CP, PG y HH.

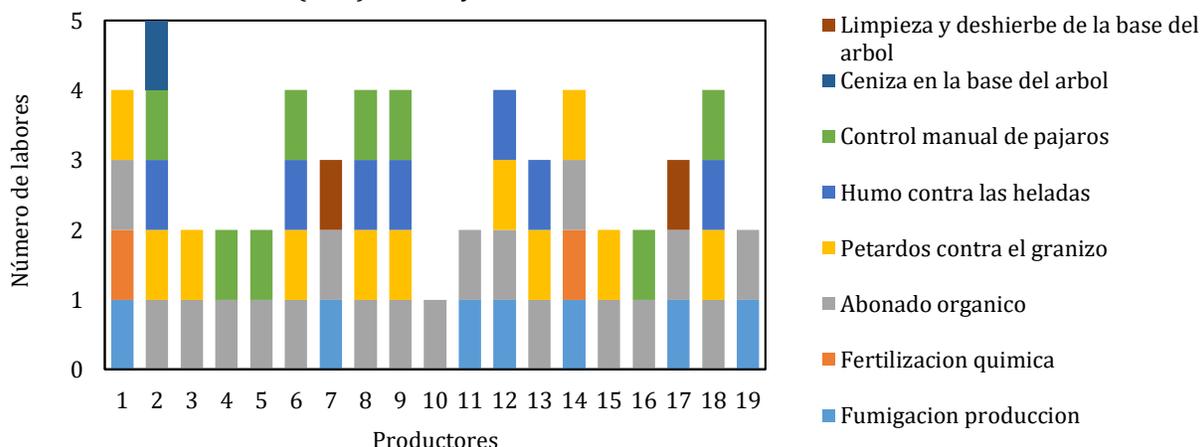


Figura 16. Labores agronómicas realizadas por 19 productores de durazno en el municipio de Sapahaqui para obtener frutos de calidad en 2016.

Los 19 productores realizan el AO; sin embargo, la dosis es empírica y se desconoce la procedencia y contenido de nutrientes. Según Quiroga (2010), la mayoría de agricultores aplican AO una vez al año. Docampo y Silva (2014) señalan que el duraznero requiere una elevada y adecuada disponibilidad de nutrientes. El 58% de los productores utiliza PG, el 42% CP, el 37% FP, el 37% HH, el 10,5% FQ, el 10,5% LBA y el 5,2% CBA (Fig. 16). Por otra parte, nadie ralea frutos. Los productores 19 y 18 producen los frutos más grandes. El productor 19 practica FP y AO y el 18 CP, PG y HH. Sin embargo, no existe labor específica que los distinga.

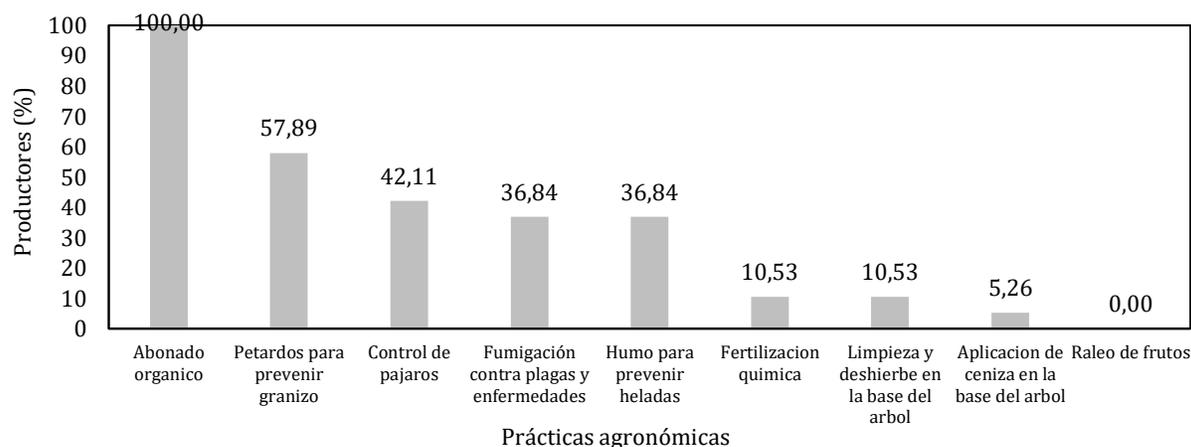


Figura 17. Porcentaje de agricultores que practican ocho labores agronomicas para la obtencion de duraznos de calidad en el municipio de Sapahaqui 2016.

Indicadores de madurez a la cosecha utilizados por los productores del municipio de Sapahaqui

Los productores 1 y 14 utilizan F como indicador de cosecha (IC). Existen diferencias en los criterios de F entre productores, ya que el 47% cosecho duraznos con $F < 2,7 \text{ kg/cm}^2$, límite inferior recomendado por Crisosto (1994) citado en Ortiz de Zárate et al. (2007). La capacitación en la cosecha con una F de $2,7/\text{cm}^2 \text{ kg}$ sería una solución para uniformizar la F de los frutos. El resto de productores emplea el CC (tabla 4), el cual es subjetivo ya que existe una diferente percepción del color entre productores (Figura 9). Tampoco existe correlación entre el CC con las variables relacionadas con la madurez: IM, MS y/o GB. Un alternativo indicador de madurez para Gumucio Reyes sería el color de base amarillo. Sin embargo, en ciertos cultivares no es posible determinar con precisión la madurez óptima, ya que el color varía poco en los últimos estadios de crecimiento (Lavilla et al. 2002).

Tabla 4. Criterios de madurez a la cosecha para 19 productores de durazno del municipio de Sapahaqui .

Variables	Unidades	Productores																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Indicadores de cosecha	Firmeza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Color	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

1=Presencia, 0=Ausencia.

Variables importantes en poscosecha para los productores del municipio de Sapahaqui

Los productores empaican el durazno en cajas de madera (Tabla 5) de 50x50x80cm donde caben un promedio de 600 frutos extras (~163 kg), 750 frutos de primera (~ 99 kg) o 1450 frutos de segunda (~ 155 kg) clasificados subjetivamente por los productores. El tiempo de viaje varía entre 2 a 12 horas (Tabla 5). Al transportarse tantos frutos, ocurre el aplastamiento, la aceleración de la maduración y los golpes. Para evitar daños, IBNORCA (2006) recomienda cajas con máximo 10 y 20 kg de fruta acomodada en filas y columnas y cubierta con material de empaque, cuyo almacenamiento debiera realizarse en ambientes cubiertos, frescos, ventilados, asépticos y libres de plagas. En el municipio de Sapahaqui, las cajas exceden el peso recomendado entre 5 y 8 veces, el material de empaque son periódicos, solo el 31,5% de productores posee ambientes adecuados de almacenamiento y no se

refrigeran los frutos (Tabla 5). Gratacós (s.f.) señala que la vida de durazno en anaquel varía entre 1 a 5 semanas entre cultivares y se logra a 0°C. Gumucio Reyes dura nueve días sin pérdida de P ni F (Chirinos, 1996). Las labores de manipuleo, almacenamiento y transporte del durazno quedan al margen de las disposiciones establecidas por IBNORCA.

Tabla 5. Variables importantes en poscosecha para 19 productores de durazno del municipio de Sapahaqui.

Variables	Unidades	Productores																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Empaque	Cajas de madera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tiempo de almacenamiento en campo	Horas	24	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	24	0	0	0	0	
Ambiente apropiado de almacenamiento	Disponibilidad	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	
Tiempo de transporte al mercado	Horas	5	5	0	12	0	12	12	12	2	2	3	3	0	5	0	0	12	2	3

1=Presencia, 0=Ausencia.

Correlación entre nueve indicadores de calidad a la cosecha y factores para obtener calidad en los duraznos

No existen relaciones significativas (Figura 18) entre los factores para aumentar la calidad del durazno con ningún indicador de calidad. No se evaluó la frecuencia de las labores agronómicas ni la efectividad de PG, HH o FP, lo cual podría influir en los resultados. El riego no es considerado como labor para mejorar la calidad del durazno donde los productores riegan por inundación o surcos. La frecuencia depende de la disponibilidad de agua; por tanto, el duraznero sufre periodos de estrés hídrico que reducen el tamaño del fruto (Quiroga 2010). El tamaño del durazno y el rendimiento son óptimos cuando se satisface la demanda hídrica, ningún productor ralea. Gratacós (s.f.) señala que para obtener un tamaño de fruto de calidad; los durazneros deben ser raleados anualmente. Cabrera et al. (2014) mencionan que el exceso de fructificación produce frutos de baja calidad externa e interna; asimismo, la longevidad de los árboles y la eficiencia productiva se reducen.

Diametro	-0.082	-0.068	-0.031	-0.024	0.027	0.071	0.082	0.082	0.082	0.096	0.116	0.138
Peso	-0.108	-0.076	-0.029	-0.030	0.026	0.031	0.034	0.108	0.108	0.054	0.175	0.106
Fraccion_pulpa	-0.055	-0.158	-0.087	0.116	0.006	-0.093	0.162	0.055	0.055	-0.090	0.036	0.133
Tiempo_transporte	-0.023	0.126	0.015	0.504***	-0.250**	0.053	0.228*	0.023	0.023	-0.165	0.206*	
Fumigacion	-0.493***	0.699***	-0.180	0.426***	0.185	-0.302**	-0.626***	0.493***	0.493***	-0.146		
Petardos	-0.280**	0.158	0.184	-0.417***	0.415***	0.626***	0.020	0.280**	0.280**			
Criterio_firmeza	-1.000***	0.503***	-0.089	-0.117	0.675***	-0.303**	-0.309**	1.000***				
Fertilizacion	-1.000***	0.503***	-0.089	-0.117	0.675***	-0.303**	-0.309**					
Pajareo	0.309**	-0.613***	0.288**	-0.267**	-0.457***	0.412***						
Humo	0.303**	-0.013	0.293**	-0.449***								
Almacen_campo	-0.675***	0.196*	-0.132	-0.173								
Indice_madurez	-0.190*	-0.005	-0.057	-0.102								
Materia_seca	-0.127	-0.137	-0.002	-0.080								
Grados_Brix	-0.183	-0.001	-0.050	-0.106								
Firmeza_pulpa	-0.120	-0.009	-0.129	-0.180								
Deshierbe	0.117	0.434***	-0.077									
Ceniza	0.089	-0.177										
Ambiente_almacen	-0.503***											
Criterio_color												
Porcentaje_rojo												
Indice_forma												

***=p<0,001; **=p<0,01 y *=p<0,05. Las casillas en azul oscuro representan las correlaciones perfectas positivas y las rojas oscuras las perfectas negativas. Los colores intermedios representan correlaciones intermedias.

Figura 18. Correlaciones significativas de nueve indicadores de calidad a la cosecha con ocho labores agronómicas practicadas por agricultores para obtener calidad de fruto, dos criterios de madurez a la cosecha y tres actividades importantes en poscosecha en duraznos para 19 agricultores en el municipio de Sapahaqui, 2016.

CONCLUSIONES

La calidad a la cosecha de duraznos Gumucio Reyes, producidos en el municipio de Sapahaqui por 19 productores, determinada en base a nueve indicadores se distingue por el alto contenido de sólidos solubles totales y materia seca. Por otra parte, el tamaño (peso y diámetro) del fruto es reducido frente a los estándares de IBNORCA y OECD. Existen diferencias entre productores para los nueve indicadores. Los productores 18 y 19 producen los duraznos Gumucio Reyes de mayor tamaño y el 10 los más firmes y redondos.

Existen correlaciones significativas positivas entre materia seca y sólidos solubles totales, entre materia seca e índice de madurez, entre sólidos solubles totales e índice de madurez, entre porcentaje de pulpa y diámetro de fruto, entre porcentaje de pulpa y peso de fruto y entre peso y diámetro de fruto. Dos componentes principales explicaron la variación existente en cinco indicadores de calidad correlacionados significativamente. El primero agrupo a materia seca, sólidos solubles totales e índice de madurez y el segundo a diámetro y peso de fruto. Los factores para obtener frutos de calidad según los productores son: labores agronómicas (abonado orgánico y químico, petardos para prevenir granizo, humo para prevenir heladas, fumigación contra plagas y enfermedades, deshierbe y aplicación de ceniza), indicadores de madurez (color de cobertura rojo y firmeza de la pulpa) y variables importantes en poscosecha (Empaque, almacenamiento en ambientes adecuados y tiempo de almacenamiento en campo y de transporte). Ni las labores agronómicas, ni los indicadores de madurez, ni las variables importantes en poscosecha tienen relación alguna con ninguno de los nueve indicadores de calidad. Se recomienda un estudio más detallado de las actividades y criterios de los productores, especialmente de los 19, 18 y 10 que se distinguen por una calidad superior en tamaño, los dos primeros y en firmeza y forma, el último. Para evitar la variación existente en la firmeza de frutos a la cosecha, es importante capacitar a los productores en la cosecha por encima de los 2,7/cm² kg de firmeza.

BIBLIOGRAFÍA

- Bastidas, L., Puentes, G., & Lemus, A. (2015). Parámetros de calidad durante la cosecha de durazno (*Prunus pérsica* L. Batsch cv. "Rubidoux"). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 6(1), 145-153.
- Caballero, F. (2002). Cultivo del duraznero. Bolivia: 2002. www.del.org.bo/info/archivos/TECNICA%20DURAZNO.doc
- Cabrera, D., Formento, A., & Rodriguez, Pl. (2014). Manual del duraznero La planta y la cosecha. www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3415/1/bd-108-2014.pdf
- Crisosto, C., Scott, R., Luza, J., & Crisosto, G. (1994). Irrigation Regimes Affect Fruit Soluble Solids Concentration and Rate of Water Loss of "O" Henry Peaches. <http://hortsci.ashspublications.org/content/29/10/1169.full.pdf+html>
- Chirinos, L. (1996). Determinación del Índice de Madurez y Capacidad de Conservación en 6 Variedades de Durazno. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia).
- Docampo, R., & Silva, A. (2014). Manual del duraznero La planta y la cosecha. www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3415/1/bd-108-2014.pdf
- Faostat (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2017). FAOSTAT Database. Rome, Italy: FAO. <http://faostat.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FDTA – Valles. (2007). Fundación para el Desarrollo Tecnológico y Agropecuario de los Valles Durazno/ Manual de cultivo/ FDTA-Valles, Cochabamba, Poligraf, 2007. 104 p.
- García, A. (2006). Caracterización física y química de duraznos (*Prunus pérsica* (L.) Batsch) y efectividad de la refrigeración comercial en frutos acondicionados. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612006000200006
- Gobernación de La Paz. (2017). PDM 2001-2005. <http://autonomias.gobernacionlapaz.com/sim/municipio/pdm/sapahaqui2001-2005.pdf>
- Gratacós. (sf). El cultivo del duraznero *Prunus pérsica* (L.) Batsch. Valparaiso: Eds. Apuntes para la cátedra de fruticultura de hoja caduca. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/211462.pdf>

- Gutiérrez-Acosta, F., Padilla-Ramírez, J. S., & Reyes-Muro, A. (2008). Fenología, producción y características de fruto de selecciones de durazno (*Prunus persica* L. batsch.) Ana en Aguascalientes. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(1), 23-32.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). (2006). IBNORCA NB 319004: Frutas – Durazno fresco - Requisitos. La Paz: IBNORCA, 2006. 6 p.
- Lavilla, T., Recasens, I., Lopez, M. I., & Puy, J. (2002). Multivariate analysis of maturity stages, including quality and aroma, in 'Royal Glory' peaches and 'Big Top' nectarines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2002. 82,1842–1849.
- Mesa Municipal Sapahaqui. (2017). Identificación de potencialidades, limitaciones y formulación de EP. www.del.org.bo/.../SAPAHQUI,%20La%20Paz,%20formulario%20mesa%20municipal.
- OECD. (2010). International Standards for Fruit and Vegetables Peaches and Nectarines. http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/peaches-and-nectarines_9789264084926-en-fr#.WYfuK4g1-M8
- Ortiz de Zarate, V., Guemes, D., Piaagentini, A., Gariglio, N., & Pirovani, M. (2007). Comparación de la calidad de duraznos de diferentes variedades cultivadas en la región centro-este de la Provincia de Santa Fe. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/view/1319/2073>
- Quiroga, B. (2010). Análisis del sistema de producción frutícola en la comunidad de Orcoma Sapahaqui Provincia Loayza. Universidad Mayor de San Andrés. 106 p.
- R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.