

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**“INFLUENCIA DEL MOMENTO DE COSECHA EN LA CALIDAD
DE BANANA (Musa sp.) VARIEDAD GROS MICHEL”**

Presentada por:

MARTHA BENIGNA REYNOSO MAGUIÑA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE
EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Lima-Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**“INFLUENCIA DEL MOMENTO DE COSECHA EN LA CALIDAD
DE BANANA (Musa sp.) VARIEDAD GROS MICHEL”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE
EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

MARTHA BENIGNA REYNOSO MAGUIÑA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Carlos Elías Peñafiel
PRESIDENTE

Dr. Américo Guevara Pérez
ASESOR

Dr. Jorge Escobedo Álvarez
MIEMBRO

M.Sc. Gloria Pascual Chagman
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Damián, mi esposo

A mis hijas; Edith, Angélica y Estela

A Khaled, mi nieto

Por entender que el tiempo que les pertenecía

lo dedique a conseguir este objetivo

A mi madre Juana, mi Ángel

A mi padre Augusto y hermanos;
Nena, Alfonso, Gladys, Irma y
Roger.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Américo Guevara Pérez, asesor de mi tesis; por su orientación permanente en el desarrollo de la investigación.

A los miembros del Jurado Calificador: Presidente M.Sc. Carlos Elías Peñafiel, Miembros Dr. Jorge Escobedo Álvarez y M.Sc. Gloria Pascual Chagman.

A la Fundación para el Desarrollo Agrario, por el apoyo económico al trabajo experimental

A la Escuela de Pos grado de la Universidad Nacional Agraria, La Molina; por haberme permitido profundizar mis conocimientos en la Tecnología de Alimentos.

Al Dr. Damián Manayay Sánchez y a la M.Sc. Keidy Cancino Chávez, por su participación y constante apoyo en la realización de la investigación.

A la Dra. Flor de María Rodríguez, por su apoyo técnico en la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. EL PLÁTANO.....	3
2.1.1. Origen y distribución geográfica.....	3
2.1.2. Descripción del plátano.....	3
2.1.3. Cultivares de plátano en el trópico americano.....	4
2.1.4. Cultivares de plátano en el Perú.....	5
2.1.5. Países con mayor superficie cosechada de plátano a nivel mundial.....	6
2.1.6. Principales países productores de plátano.....	7
2.1.7. Países exportadores de banano del mundo.....	7
2.1.8. Países importadores de plátano.....	9
2.1.9. Composición Química del plátano seda.....	10
2.2. MANEJO POS COSECHA.....	10
2.2.1. Fisiología de la fruta.....	10
2.2.2. Cosecha.....	13
2.2.2.1. Determinación del momento de cosecha.....	13
2.2.2.2. Transporte.....	17
2.2.2.3. Corte y recepción de racimos.....	18
2.2.2.4. Limpieza y lavado.....	19
2.2.2.5. Desflore y desmane.....	20
2.2.2.6. Selección.....	21
2.2.2.7. Desleche.....	21
2.2.2.8. Pesado y etiquetado.....	22
2.2.2.9. Tratamiento químico.....	22
2.2.2.10. Empaque.....	22
2.2.3. Evaluación de la maduración de la fruta.....	23
2.2.3.1. Procedimientos de campo.....	23
2.2.3.2. Procedimientos de laboratorio.....	24
2.2.4. Cambios químicos en la maduración.....	25

2.2.4.1. Respiración y fenómeno climatérico.	25
2.2.4.2. Modificaciones en la maduración del plátano.	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	32
3.2. MATERIALES.	32
3.2.1. Materia prima.	32
3.2.2. Reactivos.....	32
3.2.3. Equipos.....	32
3.2.4. Material de vidrio y plástico	33
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	33
3.3.1. Análisis físicos.....	33
3.3.2 Análisis Fisicoquímicos.	33
3.3.3.Análisis sensorial	34
3.3.4. Análisis estadístico	34
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.	36
3.4.1. Descripción de las operaciones de recolección y puesta en almacén pos cosecha de la banana.	36
3.4.2. Esquema experimental para determinar el índice de madurez de cosecha.	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. ANÁLISIS FÍSICOS Y FÍSICO-QUÍMICOS DE LA BANANA.....	40
4.1.1. Índices de madurez fisiológicos de la banana.	40
4.1.2. Almacenamiento pos cosecha.....	52
V. CONCLUSIONES.....	80
VI. RECOMENDACIONES	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
VIII. ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Superficie cosechada de plátano a nivel mundial	6
Tabla 2: Producción mundial de plátano	7
Tabla 3: Principales países exportadores de banano del mundo	7
Tabla 4: Principales partidas exportadas 2015	8
Tabla 5: Principales importadores de frutas peruanas	9
Tabla 6: Composición química de plátano seda	10
Tabla 7: Ritmo respiratorio de algunas frutas	11
Tabla 8: Evaluación física de la banana	40
Tabla 9: Variación de las características físicas de la banana	41
Tabla 10: Resultados de la evaluación físico-química de la banana	46
Tabla 11: Variación de las características físico-químicas de la banana	51
Tabla 12: Variación del Peso (g) durante el almacenamiento pos cosecha	53
Tabla 13: Variación de la textura (lb-f) en almacenamiento pos cosecha de la banana	56
Tabla 14: Variación del contenido de almidón (g/100g) en almacenamiento pos cosecha de banana	59
Tabla 15: Variación del contenido de azúcares totales (g/100g), en almacenamiento pos cosecha de banana	62
Tabla 16: Variación del contenido de azúcares reductores (g/100g), en almacenamiento pos cosecha de banana	65
Tabla 17: Variación de los sólidos solubles totales (%), en almacenamiento pos cosecha de banana	68
Tabla 18: Variación del pH en almacenamiento pos cosecha de banana	71
Tabla 19: Variación de la acidez (%), en almacenamiento pos cosecha de banana	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Corte y recepción de racimos	19
Figura 2: Lavado de plátano en racimo	20
Figura 3: Desflore de plátano	21
Figura 4: Desmane de plátano	21
Figura 5: Proceso de respiración y transpiración en frutas	26
Figura 6: Flujo de operaciones para recolección y almacenamiento pos cosecha de la banana	37
Figura7: Esquema experimental para determinar momento de cosecha de banana	39
Figura 8: Variación del peso del fruto y cáscara de banana durante la maduración fisiológica.	42
Figura 9: Variación de longitud, diámetro y espesor de cáscara de banana durante la maduración fisiológica	42
Figura 10: Variación del % de cáscara de la banana durante la maduración fisiológica	44
Figura 11: Variación de textura de la banana durante la maduración fisiológica	44
Figura 12: Variación de almidón de la banana durante la maduración fisiológica	48
Figura 13: Variación de azúcares totales y reductores de la banana durante la maduración fisiológica	48
Figura 14: Variación de sólidos solubles totales de la banana durante la maduración fisiológica	49
Figura 15: Variación de pH de la banana durante la maduración fisiológica	50
Figura 16: Variación de la acidez total de la banana durante la maduración Fisiológica	51
Figura 17: Variación de peso en almacenamiento pos cosecha de la banana	54
Figura 18: Diferencia de media estadística de la variación de peso de la banana en almacenamiento pos cosecha a temperatura y humedad relativa ambiente	54
Figura 19: Variación de textura en almacenamiento pos cosecha de banana.	57

Figura 20: Diferencia de media estadística de la variación de textura de la banana en almacenamiento pos cosecha	57
Figura 21: Variación de almidón en almacenamiento pos cosecha de banana.	60
Figura 22: Diferencia de media estadística de la variación de almidón de la banana en almacenamiento pos cosecha	60
Figura 23: Variación de azúcares totales en almacenamiento pos cosecha de banana	63
Figura 24: Diferencia de media estadística del contenido de azúcares totales de la banana en almacenamiento pos cosecha	63
Figura 25: Variación de azúcares reductores en almacenamiento pos cosecha de banana	66
Figura 26: Diferencia de media estadística de azúcares reductores De la banana en almacenamiento pos cosecha	66
Figura 27: Variación de sólidos solubles totales en almacenamiento pos cosecha de banana.	69
Figura 28: Diferencia de media estadística de sólidos solubles de la banana en almacenamiento pos cosecha	69
Figura 29: Variación de pH en almacenamiento pos cosecha de banana	72
Figura 30: Diferencia de medias estadísticas de la variación de pH de la banana en almacenamiento pos cosecha	72
Figura 31: Variación de acidez en almacenamiento pos cosecha de banana.	75
Figura 32: Diferencia de media estadística de la acidez titulable total De la banana en almacenamiento pos cosecha	75
Figura 33: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y Sólidos solubles totales en maduración fisiológica	76
Figura 34: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles totales en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 96 días después de la floración	76
Figura 35: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 99 días después de la floración.	77
Figura 36: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 102 días después de la floración.	77
Figura 37: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos	

recolectados a 105 días después de la floración.	78
Figura 38: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 108 días después de la floración.	78
Figura 39: Comportamiento de medías de la evaluación sensorial de ordenamiento de banana	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis estadístico de la variación del peso en almacenamiento pos cosecha de banana	90
Anexo 2: Análisis estadístico de la variación de textura en almacenamiento pos cosecha de banana	91
Anexo 3: Análisis estadístico de la variación del contenido de almidón en almacenamiento pos cosecha de banana	92
Anexo 4: Análisis estadístico de la variación azúcares totales en almacenamiento pos cosecha de banana	93
Anexo 5: Análisis estadístico de la variación de azúcares reductores en almacenamiento pos cosecha de banana	94
Anexo 6: Análisis estadístico de la variación de sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha de banana	95
Anexo 7: Análisis estadístico de la variación de pH en almacenamiento pos cosecha de banana	96
Anexo 8: Análisis estadístico de la variación de acidez en almacenamiento pos cosecha de banana	97
Anexo 9: Resultados de calificación asignada por cada panelista semi entrenado en la prueba de ordenamiento por calidad total de banana.	90

RESUMEN

Se evaluaron los índices de madurez fisiológica y de maduración pos cosecha de banana (*Musa Sp*) variedad Gros Michel; el experimento se inició con la marcación de plantas en el cultivar al momento de la aparición de la floración, seguida de la recolección a 60, 70, 80, 84, 87, 90, 93, 96, 99, 102, 105, 108, 111, 114, 117, 120 y 125 días después de aparecida la floración, evaluación de las características físicas y fisicoquímicas del fruto, maduración pos cosecha a temperatura y humedad relativa ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $80\pm 5\%$ respectivamente) por tiempos de 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 y 24 días, observándose que los frutos recolectados entre los 96 a 108 días después de la floración tienen comportamiento óptimo en maduración pos cosecha, tal como se pudo observar en la evaluación de sólidos solubles totales (SST) cuyos valores para tiempos de almacenamiento pos cosecha entre 9 a 15 días correspondieron a 20 y 21 °brix.

Palabras claves: Banana, maduración pos cosecha de banana, época de recolección de banana.

ABSTRACT

Physiological maturity and post-harvest ripening rates of banana (*Musa Sp*) variety Gros Michel were evaluated; the experiment began with the marking of plants in the cultivar at the time of the appearance of flowering, followed by harvesting at 60, 70, 80, 84, 87, 90, 93, 96, 99, 102, 105, 108, 111, 114, 117, 120 and 125 days after the appearance of the flowering, evaluation of the physical and physicochemical characteristics of the fruit, post-harvest ripening at room temperature and relative humidity (21 ± 1 ° C and $80 \pm 5\%$ respectively) for times of 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24 days, observing that the fruits harvested between 96 to 108 days after flowering have optimal maturation after harvest, as observed in the evaluation of total soluble solids (SST) whose values for post-harvest storage times between 9 to 15 days corresponded to 20 and 21 ° brix.

Keywords: Silk banana, post-harvest ripening of silk banana, harvest time of silk banana.

I. INTRODUCCIÓN

El Cultivo de banana en el mundo, conocido comúnmente como plátano de seda en el Perú, tiene una incidencia social y económica muy alta, debido a los elevados niveles de consumo en la mayoría de los países, es una fuente generadora de empleos e ingresos, fundamentalmente, para pequeños y medianos agricultores rurales y es además un alimento esencial en la canasta básica de los pobladores.

En el mercado mundial se comercializa el 1% de la producción mundial, siendo Estados Unidos y Europa los principales países importadores de plátano fresco destacándose que la mayor parte de la producción mundial está destinada a cubrir el consumo interno de los países productores y sólo una mínima parte es comercializada en los mercados internacionales. En el continente americano; América del sur, América central y El Caribe destacan en la producción de plátano, teniendo una participación del 24.74% en el mercado mundial (FAO, 2007).

En el Perú, diversos cultivares de plátano, cumplen una función básica en la dieta de su población, constituye una de las frutas con precios más accesibles a las grandes mayorías, se produce en la costa y selva del Perú, destacándose a Loreto, San Martín, Ucayali, Amazonas y Madre de Dios en la Selva y a Piura, Tumbes, Lima y Lambayeque en la costa. Aproximadamente el 90% de la producción nacional se destina al autoconsumo y la diferencia es para comercialización regional, nacional y para exportación (Herrera y Colonia, 2011).

En los últimos años ha registrado un incremento en su producción que alcanza anualmente los 2.1 millones de toneladas, representando el 3.9% del valor de Producción del Subsector Agrícola (Sotomayor, Viceministro de Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Perú, 2015)

La participación del Perú, en el comercio internacional aún no es significativa, sin embargo entre enero y octubre del 2016, la exportación de bananas alcanzó US\$ 128.8 millones, lo que significó un incremento de 7% respecto al mismo periodo del 2015. La cifra constituye un record ya que es la más alta de los últimos cinco años, impulsada por la demanda creciente de sus principales mercados y el aumento de hectáreas de cultivo en el norte (ADEX, 2016). En este marco de importancia comercial del fruto de banana y de su calidad como consecuencia de una recolección en el tiempo adecuado, es que resulta importante considerar que las pérdidas en la cadena productiva de esta fruta varían mucho, pudiendo ser desde un 10 hasta un 80%, pérdidas que se producen a lo largo de la cadena del suministro desde el momento de la recolección, hasta el embalaje, almacenamiento pos cosecha, venta y consumo.

La calidad del producto final está relacionada con la calidad de la materia prima, y uno de los factores que definen esta calidad en los frutos es el nivel de madurez, el cual debe ser definido antes de la cosecha. La banana es una fruta climatérica cuya cosecha se debe realizar después de la madurez fisiológica, para ello es necesario utilizar métodos y tiempos de programación apropiados. El plátano es una fruta cuya calidad y tiempo de vida útil está relacionada con el estado de madurez de cosecha, siendo de vital importancia conocerlo y así contribuir con la conservación en el tiempo. En razón a las justificaciones hechas en todos los párrafos precedentes, se decidió realizar la investigación “Influencia del momento de cosecha en la calidad de banana (Musa sp) variedad Gros Michel”, planteando los siguientes objetivos:

- Determinar los índices de madurez fisiológicos de banana, mediante la evaluación del fruto recolectado a diferentes días después de la floración.
- Evaluar el proceso de maduración de banana recolectado, en almacenaje.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL PLÁTANO.

2.1.1. Origen y distribución geográfica.

El IICA (2008), refiere que el plátano es una fruta cuyo origen se ubica en el Sureste Asiático, incluyendo el Norte de la India, Burma, Camboya y parte del sur de China, así como las Islas mayores de Sumatra, Java, Borneo, las Filipinas y Taiwán. Las más antiguas referencias relativas al cultivo del plátano proceden de la India, donde aparecen citas en la poesía épica del budismo primitivo de los años 500-600 antes de Cristo. Otra referencia encontrada en los escritos del budismo Jataka, hacia el año 350 a.C., sugiere la existencia, hace 2,000 años, de una fruta tan grande como colmillo de elefante.

Esta misma organización, indica también que el plátano fue llevado a las Islas Canarias por los portugueses después del año 1402 y de ahí paso al Nuevo Mundo, iniciándose en 1516 una serie de introducciones de este cultivo. La posibilidad de la presencia precolombina del plátano en América ha sido sugerida, pero no se tienen pruebas directas de ello.

2.1.2. Descripción del plátano.

Según el IICA (2008), el plátano es una planta que está comprendida dentro de las Monocotiledóneas. Pertenece a la familia botánica Musáceas y ésta al orden Scitamineae. La familia Musáceas está constituida por los géneros Musa y Ensete. Se reproduce por semilla, es de uso ornamental y habitat subtropical. El género Musa está formado por cuatro secciones: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys y Eumusa. La sección Eumusa es la de mayor importancia económica y difusión geográfica, ya que en ella se incluyen los bananos y plátanos comestibles. En el caso del plátano el nombre técnico utilizado hasta ahora es Musa paradisíaca; sin embargo, debido a que los plátanos son híbridos de Musa acuminata y Musa balbisiana, la genérica moderna recomienda no utilizar este nombre y designado como Musa AAB, Simmonds, la cual incluye los plátanos comestibles crudos (Musa cavendishii), los bananitos o plátanos enanos (Musa x paradisíaca) y los plátanos machos para cocer (Musa paradisíaca).

Es una fruta muy rica en hidratos de carbono y una buena fuente de energía vegetal en la alimentación humana. El plátano verde-inmaduro y verde-maduro, está constituido principalmente por almidones y taninos. Cuando madura, la pulpa contiene aproximadamente 70% de agua, es rica en carbohidratos fácilmente digeribles, contiene un bajo porcentaje de proteínas y grasas pero es buena fuente de vitaminas A, B1, B2 y C.

Tapasco (1999) citado por León y Mejía (2002), refiere que el banano comestible se originó a través de una serie de mutaciones y cambios genéricos a partir de especies silvestres de frutos pequeños, con numerosas semillas no comestibles. Las mutaciones partenocárpicas y los cambios en el número de cromosomas, dieron origen al banano comercial a través de siglos de evolución natural.

Refieren así mismo, que existen dos grupos distintos de bananos comerciales, el banano variedad “Gross Michael” y variedad “Cavendish”. El banano variedad “Gross Michael” es nativo de Burna, Tailandia, Malaya, Indonesia y Ceilán y fue introducido a Martinica a principios del siglo XIX, de Martinica pasó a Jamaica en 1835. En 1875, ya el banano variedad “Gross Michael” estaba ampliamente diseminado por el Caribe y el del grupo “Cavendish” está hoy diseminado en el sudeste del Asia. Resaltan además que hay evidencias de que las variedades “Cavendish” fueron introducidas de cultivos comerciales de Indochina a las Islas Canarias en 1820.

Toledo (2000) menciona que el fruto del plátano es una baya partenocárpica: es decir, se forma sin necesidad de que las flores femeninas sean polinizadas. Por ser un fruto climatérico, continua madurando después de la cosecha pero el fruto debe recolectarse cuando está fisiológicamente maduro (verde-maduro). Su forma, tamaño y color, depende de la variedad cultivada.

2.1.3. Cultivares de plátano en el trópico americano.

Figuroa (1992) refiere que el número total de cultivares de plátano se calcula aproximadamente en 300, de los que la mitad serían clones primarios y la otra mitad mutantes somáticos. Los cultivares de plátano existentes en el país y en las Américas se han originado de *Musa acuminata* y mediante la formación de híbridos con *Musa balbisiana*.

El mismo autor reporta que un primer grupo comprende cultivares que se derivan de *Musa acuminata*; estos cultivares son:

AA Plátano “moquicho”, conocido en otros países como “azucarado”, “bocadillo”, “arito” y “ouro”. AAA Plátanos “seda” o “gros michel”, este subgrupo incluye a “cocos” y “highgate”. “Cavendish”, este subgrupo comprende al “cavendish enano” y “cavendish gigante”, habiendo entre ambos un rango de estatura. “Lacatán americano”, “valery”, “rojo” o “morado” y sus mutantes verdes. AAAA “Lujugira”, del este de África, presente también en países de Sudamérica, como el caso de “sao tomé” en Brasil. AAAA Plátano “IC₂”, producto del cruce del “seda” con “*musa acuminata silvestre*”.

Un segundo grupo que comprende clones de la especie *musa balbisiana*, de este grupo no se tiene cultivares en el país, pero existen clones silvestres de la fórmula BB en otras zonas tropicales del mundo.

Un tercer grupo incluye a los híbridos triploides, correspondientes a los cultivares conocidos como “inguiri”, “dominico” o “largo”, que desarrollan racimos numerosos y de tamaño mediano “Bellaco” o “hartón”, con racimos formados por frutos grandes y en número reducido.

A este subgrupo también pertenecen los plátanos “silk”, conocido como “manzano”, “Apple” o “maca”.

Así mismo, “pome” o “prata”, que tienen mutantes en algunos países con frutos más grandes, como el caso de “pacovan” en Brasil.

“Mysore” es un híbrido muy importante en el sur de la India pero está siendo difundido en el Brasil por su resistencia al mal de Panamá. Dentro de estos híbridos triploides se incluye al “bluggoe”, “chato”, etc.

Estos plátanos presentan poca variabilidad en las Américas, en cambio alta variabilidad en la India.

2.1.4. Cultivares de plátano en el Perú.

Los cultivadores de plátano en el Perú, corresponden a tres grupos, incluyendo a los híbridos de las fórmulas AAB y ABB, los autotriploides de la fórmula AAA. Los frutos de los clones

de plátano en los dos primeros grupos se consumen mayormente cocinados, y en algunos casos frescos. En el tercer grupo la fruta se consume principalmente fresca y pocas veces cocinada. Autotriploides AAA, en este tercer grupo, el cultivar más importante, es el “plátano seda”, conocido en los principales países productores como la variedad “Gros Michel”. Los frutos son relativamente grandes y mamelonados en el ápice.

Por el tamaño del racimo, fruto y sus características de sabor y textura, el “plátano de seda”, se ha reconocido como el tipo por excelencia de plátano para consumo fresco (IICA, 2008)

Así mismo, Figueroa y George (1992) refieren que los clones de plátano más importantes en el Perú son mayormente triploides de *Musa acuminata* (AAA) o híbridos de *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (AAB y ABB).

De igual manera los autores reportan, que de cada uno de estos híbridos existen varios clones derivados de mutaciones que han perpetuado en diversas localidades.

“Seda”, conocido en otros lugares como plátano de “Guayaquil”, o “gros michel”, apareció en cultivo en Burma, Tailandia, Malaya, Indonesia y Sri Lanka.

2.1.5. Países con mayor superficie cosechada de plátano a nivel mundial.

Según FAO (2017) Los países con mayor superficie cosechada de plátano a nivel mundial, durante el 2017, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Superficie Cosechada de plátano a nivel mundial

País	Superficie (Ha)	Participación (%)
República democrática del Congo	1,100,000	19.9
Uganda	755,962	13.7
Nigeria	493,776	8.9
Cote d'Ivoire	427,797	7.7
Colombia	413,470	7.5
Ghana	368,505	6.7
Camerún	358,855	6.5
República Unida de Tanzania	299,497	5.4
Filipinas	263,235	4.8
Perú	160,799	2.9

Fuente: FAOSTAT (2017).

2.1.6. Principales países productores de plátano.

Según FAO (2017), los países con mayor producción de plátano a nivel mundial se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Producción mundial de plátano

País	Producción (TN)	% de producción
Congo República Democrática	4,800,000	12.2
Camerún	4,535,978	11.6
Ghana	4,050,630	10.3
Colombia	3,575,706	9.1
Uganda	3,284,085	8.4
Nigeria	3,164,878	8.1
Filipinas	3,124,965	8.0
Perú	2,025,700	5.2
Cote d'Ivoire	1,596,012	4.1
Myanmar	1,178,502	3.0

Fuente: FAOSTAT (2017).

2.1.7. Países exportadores de banano del mundo.

Según CLÚSTER BANANO JM (2018), los mayores exportadores de banano del mundo son los países que se indican en la Tabla 3.

Tabla 3: Principales países exportadores de banano del mundo

País	Venta en Millones (\$)	Exportaciones (%)
Ecuador	3,000	24.6
Bélgica	1,100	8.5
Costa Rica	1,000	8.4
Colombia	918	7.4
Guatemala	882	7.1
Filipinas	687	5.6
Holanda	579	4.7
Estado Unidos	445	3.6
República Dominicana	393	3.2
Costa de Marfil	350	2.8

Fuente: CLÚSTER BANANO JM (2018).

La Oficina de Comercio Exterior (OCEX) Perú citado por la Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (2016), refiere que con el buen ritmo de importaciones de banano orgánico peruano que muestra Estados Unidos, nuestro país podría convertirse en su

principal proveedor del rubro, desplazando a República Dominicana. Esta oficina comercial destacó que, según cifras de la Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos (USITC), las exportaciones peruanas de este tipo al país norteamericano ascendieron a US\$ 53 millones en el 2015.

Por su parte La Rosa Duarte (2016), indica que en lo que respecta al mercado de destino, en el 2015, las exportaciones de productos agropecuarios peruanos se dirigieron a 146 países, 11 menos que el año anterior. El número de partidas también presentó una disminución de 9 con respecto al 2014 y, por el contrario, la cantidad de empresas exportadoras aumentaron en 75. EEUU se mantiene como principal destino y registra una tasa positiva de crecimiento, seguido por Países Bajos, España y luego Reino Unido. Entre estos cuatro principales países se concentra el 58.77% de las exportaciones de productos agropecuarios.

Asimismo refiere el autor, tal como se puede observar en la Tabla 4, el banano es uno de los 10 principales productos exportados del sector agropecuario y 4ta fruta más exportada, representando el 3.31% de las exportaciones totales de este sector.

Tabla 4: Principales partidas exportadas Perú 2015.

N°	Partida	Descripción	Valor FOB \$
1	0806100000	Uvas frescas	704,378,748.43
2	0709200000	Espárragos, frescos o refrigerados	421,318,290.65
3	0804400000	Aguacates (Paltas) , frescas o secas	304,969,649.91
4	0804502000	Mangos y Mangostanes, Frescos o Secos	196,126,956.39
5	1801001900	Cacao Crudo excepto para siembra	183,167,785.84
6	0803901100	Banano Tipo «Cavendish Valery»	145,159,965.96
7	1008509000	Los demás Quinoa excepto para siembra	144,225,920.72
8	2309909000	Demás preparaciones utilizadas para la alimentación de los animales	133,127,964.38
9	2005600000	Espárragos preparados o conservados, sin congelar	131,834,660.06
10	0402911000	Leche Evaporada Sin Azúcar Ni Edulcorante	98,839,280.14

Fuente: Info Trade; citado por La Rosa Duarte (2016).

2.1.8. Países importadores de plátano.

García (2016) refiere que analizando los principales mercados de nuestros productos, Estados Unidos es el principal consumidor de nuestras frutas frescas, concentra el 27,6% del total exportado con un ligero crecimiento del 5,6% respecto al año 2015. A este mercado le vendemos principalmente uvas (27%), bananas (20%), mangos (22%), paltas (11%) y mandarinas clementinas (6%). En segundo lugar está Holanda con una participación del 26%. Este país no consume todo lo que importa sino que reexporta los productos a otros países europeos. Las frutas más demandadas son: paltas (28%), bananas (23%), mangos (22%) y uvas (13%). Luego le sigue Reino Unido con una participación del (8,2%) del total exportado, los productos más importados son: paltas (23%), mangos (17%), mandarinas (26%) y uvas (13%). En cuarto lugar se ubica España, que también es uno de los principales exportadores de frutas en el mundo (2° puesto), pero nos demandan paltas (76%), mangos (14%) y uvas (5%). Por último y no menos importante se encuentra Hong Kong, este país asiático concentra el (3,2%) de las ventas totales. La uva es la principal fruta que nos compran (90%). Hong Kong fue el único de los tops que reflejo una disminución en sus importaciones desde Perú.

En la Tabla 5, se muestran los principales importadores de frutas peruanas.

Tabla 5: Principales importadores de frutas peruanas

Países destino	Valor FOB		Volumen exportado			Productos demandados
	Millones USD	Var % 15/16	TM 2016	Var% 15/16	Par % 2016	
EE.UU	675	16,0 ↑	307.317	5,6 ↑	27,6	Uvas 27%, banana 20%, mangos 16%, paltas 11% y mandarinas-clementinas 6%
Holanda	465	16,4 ↑	289.216	8,72 ↑	26,0	Paltas 28%, bananas 23%, mangos 22% y uvas 13%
Reino Unido	179	19,8 ↑	90.836	13,2 ↑	8,2	Paltas 23%, mangos 17%, mandarinas-clementinas 16% y uvas 13%
España	103	46,6 ↑	54.950	30,2 ↑	4,9	Paltas 76%, mangos 14% y uvas 5%
Hong Kong	78	-10,6 ↓	35.853	-13,7 ↓	3,2	Uvas 90%, paltas 5% y arándanos 1%
Total exportado	2.026	11,5 ↑	1.111,789	4,9 ↑	70,0	

Fuente: Cámara de Comercio de Lima, Camtrade (2016).

2.1.9. Composición Química del plátano seda.

Según la Revista Peruana de Cardiología (2000), Guzmán (1996) y Collazos (1996), el plátano seda tiene la composición química que se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6: Composición química del plátano seda

Componentes	Para 100 gramos de porción comestible		
	A	B	C
Energía (Kcal)	83	91
Agua (g)	76	76.2
Proteína (g)	1.5	1.6	1.5
Grasa (g)	0.3	0.1	0.3
Carbohidratos (g)	21	21	21
Fibra (g)	0.4	0.4	0.4
Calcio (mg)	5.0	5.0	5.0
Fosforo (mg)	27	28	27.0
Hierro (mg)	0.6	0.6	0.60
Carotenos (ug)	150
Tiamina (mg)	0.03	0.03	0.03
Riboflavina (mg)	0.05	0.07	0.05
Ácido ascórbico (mg)	4.3	4.3	4.3
Niacina (mg)	0.79	0.79	0.79
Retinol (ug)	21	21

Fuente: A: Revista Peruana de Cardiología (2000)

B: Guzmán (1996)

C: Collazos (1996)

2.2. MANEJO POS COSECHA.

2.2.1. Fisiología de la fruta.

Toledo (2007) reporta que un aspecto fundamental a tener en cuenta en el manejo pos cosecha de frutas, es que éstas continúan vivas aún después de cosechadas. En tal sentido, la fruta cosechada continúa respirando, madurando en algunos casos e iniciando procesos de senescencia, todo lo cual implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes que son específicos para cada fruta. Asimismo, el producto cosechado está

constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos. Refiere además, que mediante la respiración la fruta obtiene la energía necesaria para desarrollar una serie de procesos biológicos indispensables. El proceso respiratorio ocurre a expensas de las sustancias de reserva (azúcares, almidones, etc.) las que son oxidadas, con el consiguiente consumo de oxígeno (O₂) y producción de dióxido de carbono (CO₂). Adicionalmente, la respiración genera calor (calor vital) que al ser liberado al medio que rodea a la fruta puede afectar al producto cosechado.

Defilippi (2009) concuerda con Toledo (2007), al indicar que en general, cuanto mayor es el ritmo respiratorio del producto, menor es la vida útil de almacenamiento. Al respecto, los cítricos, la piña y la papaya poseen ritmos respiratorios bajos; en tanto que el del plátano es ligeramente mayor (Tabla 7). Es conveniente, sin embargo, tener presente que la vida útil de la fruta en pos cosecha depende de una serie de factores de los que el ritmo respiratorio es tan sólo uno de ellos. Así mismo, la respiración en las frutas depende de varios factores dentro de los cuales se pueden mencionar la especie, la variedad y el grado de maduración de la fruta, así como también la temperatura y la composición de los gases del ambiente que rodea a la fruta.

Tabla 7: Ritmo respiratorio de algunas frutas

Clase	Rango a 5°C (mg CO₂/Kg-hr)	Producto
Muy baja	<5	Nueces, dátiles
Baja	5-10	Manzana, cítricos, uva, kiwi, ajo, papa, piña, papaya
Moderada	10-20	Damasco, banana, cereza, Durazno, pera, ciruela, repollo, zanahoria, tomate
Alta	20-40	Frutilla, frambuesa, zarza parrilla, coliflor, palta
Muy alta	40-60	Alcachofa. bruselas, flores
Extremadamente Alta	>60	Espárrago, brócoli, espinaca

Fuente: Defilippi (2009).

Paull (2001) reporta, que la mayor parte de las frutas tropicales tienden a ser climatéricas (aumento notable y repentino de la tasa espiratoria de la fruta justo antes de la maduración plena) y a tener una vida limitada después de la cosecha. Entre las frutas climatéricas, el máximo de respiración puede ocurrir antes o después del máximo de producción de etileno o coincidir con él. Conocer esto es importante para aplicaciones comerciales como el cálculo de las cargas térmicas y la capacidad de enfriamiento y la gestión de cargas mixtas. El autor refiere también, que la comprensión científica de los procesos biológicos y fisiológicos es importante al estudiar la manipulación pos cosecha de cualquier fruta tropical.

Pérez (2008) reporta, que las etapas fisiológicas de los frutos son crecimiento, maduración y senescencia, indicando que aun cuando es difícil delimitar entre las tres, considera que el crecimiento conlleva la división celular y el desarrollo de las células, en tanto que la maduración fisiológica y organoléptica se inicia antes de terminar el crecimiento y que el crecimiento más la maduración es igual al desarrollo de la fruta, mientras que la senescencia es un proceso anabólico (síntesis) y catabólico (degradativos) que conlleva al envejecimiento y muerte de los tejidos celulares.

Refiere también, que para ver la maduración necesitamos conocer el ciclo biológico del fruto:

Formación del fruto: influyen la temperatura, luz y hormonas

Crecimiento del fruto: tienen lugar la primera y segunda fase

Maduración del fruto: tercera fase

Envejecimiento del fruto: cuarta fase senescencia

En la primera fase tiene lugar la división celular, en la segunda fase tiene lugar la expansión celular (se agrandan las células). En la tercera fase tiene lugar la maduración, se dan los mayores cambios en el fruto: hay una modificación del color, mayor concentración de azúcares, menor acidez, se modifica el peso y la textura por la abscisión del fruto, y un aumento del desarrollo de las ceras. En la cuarta fase tiene lugar el envejecimiento, esto es, se dan los cambios que no necesariamente causan la muerte pero se aceleran con la edad. La senescencia son los cambios degenerativos que causan la muerte del tejido tisular.

2.2.2. Cosecha.

Tapasco (1999) citado por León y Mejía (2002), mencionan que las variedades de banano inician cosecha entre los 14 - 15 meses con rendimientos que van desde:

Variedad Bocadillo: 9.6 - 12 kilos

Variedad "Cavendish": 39. - 50 kilos

Variedad "Gros Michael": 50 - 80 kilos

Refiere también que en general, la cosecha se debe realizar cuando las flores se están perdiendo o secando. Es recomendable sacar las hojas antes de realizar la cosecha para evitar rallar los frutos.

Las variedades como el fía, seda, perita, chinito, imperial y palillo deben cosecharse cuando el fruto verde ha perdido las líneas características de estas variedades.

En variedades como el seda, que es de tamaño grande, punzar el cormo poco a poco para evitar que el racimo caiga al suelo y, para recibir el racimo, de preferencia colocarse una almohada (hecha de plásticos u hojas) en el hombro para evitar daños en los frutos.

Dada la altura de la planta y del racimo, la cosecha se hace picando el pseudotallo con un puntal, un poco más arriba de la mitad y hacia el lado que se inicia el racimo, se sacude la planta para que doble y el racimo quede a poca altura, así se puede cortar más fácilmente. Una vez cosechado el racimo se corta el pseudotallo por donde se dobla y se pica el pedazo, igual situación ocurre con las hojas.

Los racimos se descargan sobre el suelo descubierto, en otros casos cuando la venta no se realiza el mismo día de cosecha se amarran a un soporte de guadua con ayuda de una fibra.

2.2.2.1. Determinación del momento de cosecha.

- **Índices de cosecha.**

Guevara (2000) citado por Durand (2002), menciona que para las frutas en general, las características o medidas que se emplean para identificar el momento de recolección son indicativos para decidir, la forma de manejo, transporte y comercialización de los frutos. Se clasifican en los siguientes parámetros:

- Visuales; color, tamaño, brillo. llenado del fruto.
- Físicos; facilidad de separación de la planta, firmeza, peso específico.
- Químicos; sólidos solubles totales, acidez, almidón.
- De cálculo; temperaturas medias diarias, días transcurridos desde floración hasta la recolección, unidades de calor, etc.
- Fisiológicos; actividad respiratoria y producción de etileno.

Los métodos o técnicas para medir estos parámetros se clasifican en métodos objetivos y subjetivos, según se trate de propiedades cuantificables o de juicios de apreciación respectivamente.

Arias y Toledo (2000), refieren que los principales índices de madurez del plátano son los siguientes:

- El diámetro y llenado de los frutos; A medida que los frutos maduran, las aristas de los mismos tienden a desaparecer. Para exportación y transporte marítimo el racimo se corta con un estado de madurez conocido como “lleno tres cuartos”, cuando los plátanos de buena presentación, con sello de identificación de la empresa productora, listos para el consumo cuando los dedos todavía son angulares. Cuando los viajes no son tan largos, se prefiere un estado de madurez intermedio conocido como “tres cuartos llenos o tres cuartos pesado”.

Para el autoconsumo, el racimo se puede dejar en la planta hasta que los dedos estén redondeados (llenos) ya que el peso del racimo aumenta considerablemente durante las últimas dos o tres semanas. Otra forma de determinar el grado de madurez es a través del “índice de llenado”, que es el peso del fruto interior de la primera o segunda mano, dividido entre su longitud. Por ejemplo se recomienda cortar el plátano Dwarf cuando su índice es de 7.9 a 8.3, valores que resultan de dividir el peso del fruto (133 a 140 g) entre su longitud (16.3 a 17.7 cm).

En Centroamérica se toma en consideración el diámetro del fruto central externo de la segunda mano que debe ser de aproximadamente 3.37 cm, medido con calibradores.

- El color de la cáscara debe ser verde al momento de la cosecha.
- Los almidones predominan al momento de la cosecha del plátano y su grado de hidrólisis en azúcares depende de su forma de consumo (fresco o cocido); así como del mercado de destino, la distancia del transporte y el período de comercialización.

Finalmente, refiere que la fruta cosechada inmadura es de menor calidad y con posterioridad no madura adecuadamente para su consumo en fresco. Racimos cosechados al estado lleno o sobre maduros son muy vulnerables al daño ocasionado por el transporte, se conservan menor tiempo y son más susceptibles al deterioro físico y patológico, y consecuentemente mayores pérdidas en la producción.

Para Bhaskar et al. (2017) los factores cruciales que causan mayores pérdidas posteriores a la cosecha corresponden a la ineficiencia de las cadenas de distribución o suministro, los factores propios del proceso de maduración y la poca interrelación entre el productor y la fábrica del proceso; mientras que para Kasso y Bekele (2016), el clima y las condiciones climáticas, las técnicas de recolección y manejo, las instalaciones de empaque, almacenamiento y transporte, la situación del mercado, las enfermedades y los animales de plagas se registran como causas principales de la pérdida pos cosecha.

León y Mejía (2002) indican, que la maduración es un proceso fisiológico que ocurre durante un periodo de tiempo como parte del crecimiento y desarrollo de una fruta en una secuencia de hechos naturales, es una transformación interna de la fruta. La maduración es un proceso irreversible que proporciona las características óptimas para el consumo de una fruta.

Parra et al. (2007) refieren, que la maduración es el proceso mediante el cual ocurre toda una serie de transformaciones en el producto, que se inician antes de finalizar el crecimiento del fruto en el árbol, los cuales determinan cambios en la consistencia y el desarrollo de las características organolépticas como color, olor y sabor.

Dadzie y Orchard (1997) mencionan que para el banano el grado de llenado de los frutos o desaparición de la angularidad en sección transversal, es considerado uno de

los índices de madurez. Los bananos se cosechan en estado verde (piel completamente verde pero fisiológicamente maduros) y después, a su arribo a los mercados de destino, se les aplica el tratamiento para inducir la maduración de consumo debido a que las frutas maduras en la planta a menudo se abren y resultan de una textura muy pobre.

La madurez organoléptica es el estado en el cual los frutos presentan todas las características organolépticas que los hacen aptos para el consumo.

A medida que los bananos entran a la fase de maduración de consumo, el almidón se convierte en azúcares, aumentando con ello su dulzura, los ácidos orgánicos y los aromas son también componentes importantes del sabor.

El banano debe cosecharse una vez se produzca su mejor calidad fisiológica dependiendo del uso al que se destine y de la demanda, se consideran factores de calidad: ausencia de defectos, tales como daños por insectos, daños físicos, cicatrices y pudriciones.

- **Factores de calidad.**

Parra et al. (2007) reportan que para cualquier producto agrícola, una buena calidad se convierte en requisito indispensable para garantizar un adecuado manejo pos cosecha.

Se consideran factores de calidad: ausencia de defectos tales como daños por insectos, daños físicos, cicatrices y pudriciones, parámetros que definen la calidad agropecuaria o agronómica. A nivel de calidad comercial se tienen en cuenta los atributos físicos, químicos y biológicos del producto que van a condicionar el valor comercial del alimento.

Las características involucradas durante el proceso, aprovechamiento y transformación del producto que determinan el sabor, aroma, coloración, rendimiento, porcentaje de jugo, entre otras, son las que inciden directamente en la calidad industrial relacionada con el tratamiento a realizar y el producto final deseado.

La calidad nutricional es determinada por parámetros comprometidos en la buena nutrición y salud del consumidor, como sanidad e higiene, contenido y balance de nutrientes, ausencia de toxinas, ausencia de alteraciones y fraudes.

2.2.2.2. Transporte.

El modo de transporte y tipo de equipo a utilizar dependerá de:

- Destino del producto.
- Valor del producto.
- Del grado de perecibilidad del producto.
- Cantidad del producto a transportar
- Temperatura de almacenamiento y humedad relativa requeridos.
- Condiciones de la temperatura exterior en los puntos de origen y destino.
- Tiempo en tránsito para llegar a destino.
- Tarifas de transporte acordadas (Pérez, 2008).

Para mantener una buena calidad de los productos se debe:

- Realizar un enfriamiento inicial rápido.
- Mantener la temperatura lo más homogénea y constante en el transporte.
- Seleccionar el envasado adecuado (resistente al apilamiento, manipulación, a la humedad y que permita la circulación de aire).
- Diseñar un buen sistema de circulación de aire: debe haber una suficiente sección de paso del aire y una velocidad suficiente a la salida del evaporador de la unidad de refrigeración.
- Realizar estiba o carga adecuada.
- Dar condiciones del medio de transporte adecuadas: las cargas anteriores pueden haber dejado el recinto sucio, con olores, residuos químicos, etc. lo que puede dar lugar a contaminaciones.
- Ventilación adecuada para evitar acumulación de C_2H_4 ó CO_2 especialmente en:

Aguacates	Chirimoya	Plantas vivas
albaricoques	endivia	plátanos
bananas	flores cortadas	pepino
brócoli	kiwi	repollo
col de Bruselas	lechuga	hortalizas de hoja
coliflor	manzana	

- Posibilidad de aplicación de atmósferas modificadas con niveles reducidos de oxígeno y/o elevados de anhídrido carbónico en:

Aguacates	Espárrago	Mangos
bananas	fresas	manzanas
cerezas	kiwi	peras

➤ Suspensión de aire para reducir los choques y vibraciones en contenedores.

En las cargas mixtas y almacenamiento deben ser compatibles en términos de temperatura y humedad relativa recomendada, producción de etileno y sensibilidad al etileno, producción de olores y absorción de olores.

Entre las frutas y hortalizas compatibles a una temperatura de almacenaje de 13 a 15°C y entre 85 a 90% de humedad relativa tenemos:

Aguacates	Granadilla	Tomates maduros
Bananas	guayaba	toronja
Boniato	limón	
Calabacín	mango	
Calabaza	maracuyá	
Cantaloup	papaya	
Coco	piña	
Chirimoya	plátano	

Muchos de estos productos son sensibles al C₂H₄ y al frío (Pérez, 2008).

2.2.2.3. Corte y recepción de racimos.

Salazar (2012) refiere que al momento del corte todo racimo debe ser “calibrado” no “calculado”, excepto la fruta que va a ser barrida.

Para cosechar, la mata se corta en forma de "V", es decir a los lados del tallo, de esa forma el racimo bajará suavemente, debiéndose apoyar el descenso con el podón y calculando que se ubique a la altura del hombro del receptor. En este momento comienza el estropeo de la fruta, para esto, debe de considerarse que la parte más afectada será la que se encuentra apoyada sobre la cuna o almohadilla del receptor tal como se puede observar en la Figura 1.



Figura 1: Corte y recepción de racimos

Fuente: Ecuaquímica (2012).

La cuna del cargador debe mantenerse siempre limpia a fin de que no se estropee la parte del racimo que descansa sobre el racimo. Se ha establecido una distancia de 50 m desde el lote del corte al cable vía, distancias mayores aumentan el estropeo de la fruta. Antes de ser colgado el racimo, el raquis debe ser cubierto con plástico, a fin de que el corte realizado durante la cosecha no derrame látex sobre la fruta (Figura 1).

Es importante mantener primeramente un control de la fruta cosechada, a fin de estimar las pérdidas o precisión del trabajo realizado, además que permite hacer las estimaciones semanales, mensuales o anuales de las deficiencias de la labor con el objetivo de corregir los problemas de cosecha. El conteo de manos y las calibraciones en la empacadora, permiten reafirmar y seleccionar la fruta cosechada (Salazar, 2012).

2.2.2.4. Limpieza y lavado

Un aspecto importante al momento de la recepción de la fruta es el lavado (Figura 2) bajo fuerte presión de agua, permite limpiar excesos de cosecha entre las manos y eliminar la presencia de insectos cuarentenarios (Salazar, 2012).



Figura 2: Lavado de plátano en racimo.

Fuente: Ecuaquímica (2012).

2.2.2.5. Desflore y desmane.

Cuando las flores permanecen hasta la cosecha, en la empacadora, las flores secas son fácilmente removibles, sin embargo, la labor debe realizarse de abajo hacia arriba (Figura 3), a fin de evitar en lo posible la caída de látex en los dedos del racimo, deslechamiento que se produce por la rotura del pedúnculo de la flor.

Debe desflorarse los racimos que van a ser desmanados, de lo contrario si se realiza esta labor en una cantidad excesiva de racimos que no van a procesarse inmediatamente, se corre el riesgo de que el látex se cristalice pasado cierto tiempo, adhiriéndose y consecuentemente manchando la fruta.

Para realizar la operación de separar las manos del raquis, se tiene dos herramientas básicas: el curvo y la cuchareta o espátula. La recomendación más importante es que estas herramientas deben contar permanentemente con un filo perfecto, cuya finalidad es realizar un solo corte y no arranques, esto evitará el estropeo de la fruta.

El punto de corte se encuentra en el área de unión entre el raquis y la estructura callosa que sostiene los dedos de las manos (Figura 4). Si el corte se realiza dentro de la zona callosa cerca de la base del pedúnculo de los dedos, al momento de la maduración, la manipulación se ve afectada seriamente ya que los dedos se desprenden fácilmente.



Figura 3: Desflore de plátano
Fuente: Ecuaquímica (2012).



Figura 4: Desmane de plátano

2.2.2.6. Selección.

Las manos desprendidas del racimo se colocan suavemente en la primera tina, lugar donde comienza el primer lavado de la fruta. En ella se realiza la separación de dedos defectuosos y la conformación de la corona cuyo corte debe ser cercano al callo antes mencionado.

En este proceso debe eliminarse aquellos dedos que presenten cualquier tipo de daño mecánico, cicatrices y enfermedades tales como: Specking, mancha Jhonston, muñeca, antracnosis, etc. El número de dedos por clusters depende de las especificaciones de cada compañía que comercializa la fruta.

2.2.2.7. Desleche.

Debe de tomarse en cuenta que el lavado de la fruta se basa fundamentalmente en la eliminación de látex y suciedades, por lo cual en ambas tinas debe de mantenerse agua corrida permanentemente con instalaciones que garanticen un flujo constante durante todo el proceso.

En esta etapa se considera la remoción del látex de las coronas provocadas por los cortes que se realizaron durante la selección de la fruta.

Los clusters deben de realizar un recorrido desde el inicio de la tina hasta el área de pesado; en este trayecto, los clusters deben de permanecer sumergidos con la corona hacia abajo, a

fin de que la corona elimine el látex. El desleche debe de ejecutarse en un tiempo que oscile entre 15 a 17 minutos.

2.2.2.8. Pesado y etiquetado.

Una vez que la fruta llega al final de la tina de desleche, se inicia la selección de manos o clusters dependiendo del empaque que se vaya a realizar.

El o los pesadores deben ser personas experimentadas en la selección, pesaje y colocación tanto de manos como de clusters, respetando absolutamente las normas de empaque definidas por la empresa.

2.2.2.9. Tratamiento químico.

Luego del llenado de las bandejas y el respectivo etiquetado, se procede al tratamiento químico para evitar enfermedades post-cosecha, en especial pudrición y moho de corona.

Consiste en someter las coronas y todos los cortes realizados durante el proceso de selección a una aspersión de fungicidas sistémicos, combinados con un cicatrizante.

Es importante considerar que antes de la aplicación de este tratamiento las coronas deben de encontrarse mayormente secas a fin de que los fungicidas y el cicatrizante puedan realizar su acción específica. Para esto es necesario, que se maneje una distancia entre 4 a 5 bandejas entre el pesador y el fumigador.

Durante la aspersión de estos productos es necesario considerar la altura de aplicación (20 cm), la cantidad de producto aplicado por bandeja (135 a 145 ml), tiempo de aplicación (10 a 12 seg /bandeja), verificación permanente de la cobertura, la agitación constante de la mezcla y la boquilla a emplear que básicamente la recomienda la compañía exportadora.

2.2.2.10. Empaque

El empaque debe corresponder a la correcta ubicación de los clusters o manos dentro de la caja de cartón, los mismos que deben de seguir un patrón que se lo conoce como líneas de empaque.

Al finalizar el empaque, la última línea debe quedar a un solo nivel, de tal forma que al momento de colocar la tapa se acople uniformemente, evitando que la caja se abulte provocando daños en la fruta.

En general un patrón de empaque empleado por la mayoría de las comercializadoras es:

- 1ª Fila : Clusters planos pequeños (con la corona hacia el empacador).
- 2ª Fila : Clusters medianos semicurvos o curvos (corona contraria del empacador)
- 3ª Fila : Clusters largos planos.
- 4ª Fila : Clusters largos curvos.

2.2.3. Evaluación de la maduración de la fruta.

Dadzie y Orchard (1997) refieren que en la identificación de los indicadores claves de maduración de la fruta deben ser utilizados métodos y procedimientos tanto de campo, como de laboratorio.

Los métodos y procedimientos de campo esenciales para la evaluación de los indicadores claves de la maduración de los bananos, bananos de cocción y plátanos son los siguientes:

2.2.3.1. Procedimientos de campo.

- **Etiquetado de las plantas durante la emergencia de las flores.**

Esto involucra la marcación de las plantas en el campo inmediatamente después de la emergencia de las flores (anotar la fecha de floración) o la utilización de cintas de colores para dar una indicación de la fecha de floración.

- **Observación visual del desarrollo del racimo y de las frutas.**

Después de efectuar el etiquetado de las plantas durante la emergencia de flores, una observación (o inspección) visual regular del desarrollo es extremadamente importante en la identificación de los indicadores externos de maduración de los bananos.

Los cambios visuales más significativos en las características morfológicas de las frutas durante la maduración ocurren en su tamaño, forma, longitud y volumen, al avanzar la edad de los racimos.

2.2.3.2. Procedimientos de laboratorio.

- **Cambios en las características de la fruta durante la maduración.**

Durante la maduración, las frutas muestran aumentos en varias de sus características, como el peso, la circunferencia con respecto a la longitud y la proporción entre la pulpa y la cáscara. Estos cambios ocurren simultáneamente con otros cambios visuales en la fruta, como el tamaño, forma, volumen, angularidad, color de la cáscara y naturaleza del extremo estilar.

➤ **Diámetro, longitud, peso, volumen y densidad de la fruta.** La madurez de la fruta está usualmente relacionada con el diámetro o grado de los dedos, por lo tanto, se puede realizar una estimación de la madurez del racimo. En la práctica comercial, el diámetro del dedo o el grado de cosecha se determina midiendo con un calibrador el dedo medio en el círculo exterior de la segunda mano (en la parte más gruesa del dedo) en cada racimo.

➤ **Relación pulpa/cáscara.** Los cambios en la relación pulpa/cáscara de los bananos, bananos de cocción y plátanos durante la maduración es uno de los indicadores de la madurez más significativos y consistentes. Existen tanto una relación lineal como una fuerte correlación entre la relación pulpa/cáscara y edad del racimo.

➤ **Arquitectura locular.** También ocurren cambios en la arquitectura locular de la fruta al progresar la maduración. La estructura locular, así como las semillas degeneradas en la fruta, se tornan pronunciadas al avanzar la edad de esta. Los cambios en la arquitectura locular pueden ser evaluados cortando las frutas transversalmente en el punto medio y observando los cambios en la arquitectura locular.

- **Cambios en las cualidades pos cosecha durante la maduración.**

Durante la maduración, también ocurren cambios en las cualidades pos cosecha de los bananos, por lo tanto, es importante evaluar estas cualidades para poder identificar los índices claves de madurez.

➤ **Color de la pulpa y cáscara.** Durante la maduración de los bananos, ocurren cambios en el color de la pulpa y de la cáscara, que son esenciales en la evaluación total de la madurez de la fruta.

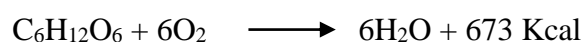
- **Firmeza de la pulpa.** Generalmente, la firmeza en la mayoría de los plátanos no cambia significativamente durante las etapas tempranas de maduración, pero al progresar el crecimiento, pueden ocurrir cambios en la firmeza de la pulpa. Por lo tanto, es importante determinar la firmeza de la pulpa durante la maduración de la fruta.
- **pH y acidez titulable de la pulpa.** Los cambios en el pH y en la acidez titulable total de la pulpa durante la maduración dependen de la variedad. Algunas variedades de Musa son caracterizadas por una disminución del pH en la pulpa y el aumento en la acidez titulable al avanzar la edad de la fruta, mientras que en otras no existen cambios significativos en el pH y acidez titulable de la pulpa durante la maduración de la fruta. De este modo, el pH y la acidez titulable total de la pulpa no pueden ser utilizados como un indicador para la generalidad de los plátanos.
- **Contenido de humedad y materia seca en la cáscara y en la pulpa.** El contenido de humedad y materia seca en la cáscara y en la pulpa de los plátanos son atributos de calidad pos cosecha importante en la evaluación de la maduración de la fruta. Durante la maduración de los plátanos, ocurren cambios en el contenido de humedad y de materia seca en la cáscara y en la pulpa, sin embargo, estos cambios dependen del cultivar.

2.2.4. Cambios químicos en la maduración.

2.2.4.1. Respiración y fenómeno climatérico.

Pantastico (1984) refiere que la respiración es un proceso metabólico fundamental para la obtención de energía necesaria para las reacciones en las células, las sustancias de reserva (hidratos de carbono) se oxidan enzimáticamente a glucosa y los electrones son transferidos hasta el O₂, formándose H₂O + CO₂ y se libera energía que se almacena en forma de ATP.

Las moléculas de ATP transportan la energía necesaria para las reacciones biosintéticas celulares, la energía que no se utiliza se desprende en forma de calor.



Así mismo, indica que la respiración es el cambio fisicoquímico más importante en la pos cosecha de las frutas.

Defilippi (2009) refiere que las frutas como seres vivos respiran y a mayor respiración, menor es su duración en pos cosecha (Figura 5).

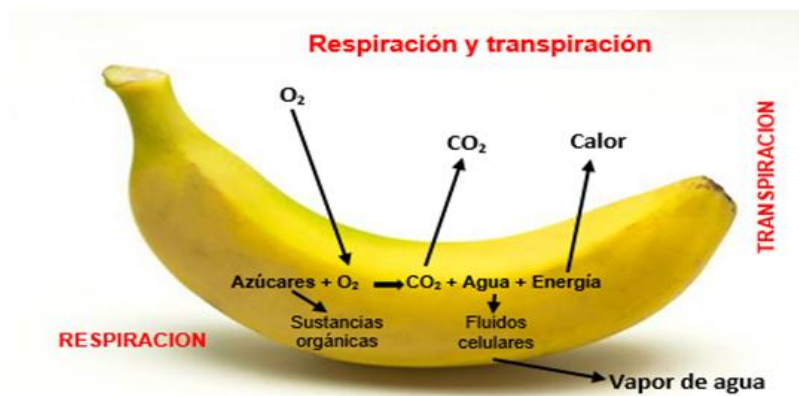


Figura 5: Proceso de respiración y transpiración en frutas

Pantastico (1984) reporta que el fenómeno climatérico, está definido como la tasa de respiración.

León (2002) reporta que la tasa de respiración (y producción de etileno) se calcula sobre la base del peso de la fruta, tasa de flujo y cambios en la concentración de CO_2 y O_2 (o la concentración de C_2H_4).

La tasa de respiración (ml ó cm^3 de O_2 (ó CO_2) $kg^{-1}hora^{-1}$) o la tasa de producción de etileno (ml de C_2H_4 $kg^{-1}hora^{-1}$) se calcula como sigue:

$$\Delta O_2 \text{ ó } \Delta CO_2 \text{ ó } \Delta C_2H_4 \times \text{tasa de flujo (ml/hora)} \times 100 \text{ peso de fruta (kg)}$$

Donde:

$$\Delta O_2 = \text{Cambios en la concentración de } O_2 (\%)$$

$$\Delta CO_2 = \text{Cambios en la concentración de } CO_2 (\%)$$

$$\Delta C_2H_4 = \text{Cambios en la concentración de } C_2H_4 (ml-l)$$

Así mismo, el autor refiere que existen factores tanto internos como externos que afectan la respiración, destacando que dentro de los primeros se encuentran la edad o estado del cultivo donde en los frutos jóvenes la intensidad respiratoria es mayor a causa de la mayor división

celular y mayor actividad metabólica, la composición química del tejido rica en protoplasma tiene una intensidad respiratoria mayor que la que no lo posee.

Las condiciones internas como grado de hidratación, cantidad y tipo de enzimas respiratorias que tengan, también influyen. Las frutas pequeñas tienen una intensidad respiratoria mayor que frutas grandes, el espesor de la corteza también varía la respiración, a mayor espesor de la piel, menor velocidad de respiración. Finalmente, la especie y variedad, siendo las variedades tempranas o de maduración precoz, las que más pronto sufren la crisis climática que las tardías.

En tanto que dentro de los factores externos el autor destaca a la temperatura y a la humedad, indicando que, entre 0°C y 35°C, la tasa de respiración de las frutas aumenta de 2 a 2.5 veces por cada 10°C de aumento de temperatura afectando también los procesos bioquímicos, mientras que la humedad hace que la respiración sea más intensa cuanto más húmedo esté el ambiente.

Refiere también, que el contenido de oxígeno y anhídrido carbónico de la atmósfera hace que la respiración se frene por la disminución del contenido de oxígeno o por el incremento del anhídrido carbónico, y, por la cantidad adecuada de ambos gases en el almacenamiento.

Corpas y Tapasco (2014) indican que la concentración de etileno en las frutas climatéricas no altera la curva de respiración ni ocasiona cambios en los constituyentes principales, pero en la fruta no climatérica puede estimular la intensidad respiratoria en cualquier momento de la vida pos cosecha, así como la presencia de reguladores de crecimiento hacen que estas sustancias modifiquen la actividad respiratoria reduciéndola o aumentándola, si se incrementan en la piel la intensidad respiratoria aumenta.

El autor resalta también, que la luz hace que los órganos vegetales iluminados directamente, presenten una temperatura superior a la de los órganos que no lo están; este calentamiento producido por la luz es uno de los efectos indirectos más importantes que inciden sobre la respiración así como la fecha de recolección, los frutos presentan un proceso respiratorio más alto cuando se recolectan tarde y las lesiones o heridas ocasionan también en las frutas un aumento temporal de la respiración.

Para Pathak et al. (2017) al realizar una investigación sobre almacenamiento pos cosecha mixto de manzanas, plátanos verdes y kiwis, mostraron que los plátanos y los kiwis almacenados con manzanas tuvieron una respiración significativamente elevada y tasas de producción de etileno mayores en comparación con las muestras almacenadas solas.

Etienne et al. (2014) al estudiar la influencia de los factores agroambientales y genotípicos en las concentraciones de citrato y malato en la pulpa de plátano durante el crecimiento y la madurez pos cosecha, refieren que las frutas cosechadas tardíamente tuvieron concentraciones más altas de citrato y malato en la pulpa al momento de consumirlo, concluyendo que estos resultados mostraron que la concentración de ácidos orgánicos en la pulpa de banano se controla principalmente por el genotipo y que este puede ser un rasgo interesante para apuntar en los programas de mejoramiento para la calidad organoléptica de los nuevos cultivares.

Yang et al. (2011) al estudiar la variación del color, la producción de fluorescencia de la clorofila, la volatilidad y la expresión de genes relacionados con la biosíntesis de volátiles en muestras de plátano verde tratada con etileno y sin etileno, almacenadas a temperaturas de 20 y 30°C, concluyen que la degradación de la clorofila y la formación de color en el plátano es inhibida por temperaturas de maduración superiores a 24°C, asimismo, indican que este estudio ha mostrado que tanto la biosíntesis de volátiles como el etileno es influenciada por las altas temperaturas, debido a que este factor físico causa estrés durante el proceso de maduración de los frutos.

2.2.4.2. Modificaciones en la maduración del plátano.

Díaz (1983) citado por León (2002), reporta que las enzimas como catalizadores biológicos promueven amplia variedad de reacciones bioquímicas; son ellas las que controlan las reacciones asociadas con la maduración, aún después de la cosecha, en muchos casos son responsables de cambios positivos o negativos en el color, el aroma, el sabor, la textura y las propiedades nutricionales de los alimentos, llevándolos aún a la descomposición.

Para Kuang et al. (2013) al caracterizar molecularmente dos componentes de señalización de etileno durante la maduración del plátano, sugirieron que el gen proteico MaEBF puede estar involucrado en la maduración de la fruta del plátano.

Se ha comprobado que, durante la maduración, el banano sufre cambios físicos y químicos, las principales variaciones en ese proceso metabólico se pueden resumir así:

- **Hidrólisis del Almidón:** La maduración se inicia y progresa cuando por actividad enzimática los almidones se transforman en azúcares.
- **Aumento en la relación pulpa - cáscara:** La pulpa aumenta de peso por absorción de agua de la cáscara y, probablemente, también del vástago.
- **Humedad de la pulpa:** Aumenta no solo por el agua proveniente de la cáscara sino de la originada en la degradación de los carbohidratos durante el metabolismo.
- **Acidez:** Aumenta poco a poco durante la mayor parte del periodo de maduración, hasta comunicarle un sabor ácido típico y definido al producto.
- **Pigmentos:** La cáscara cambia el color verde al amarillo y luego se oscurece al café; el color verde se pierde por disminución de la clorofila, mientras que la xantofila y los carotenos se mantienen casi constantes.
- **Sólidos solubles:** El contenido de sólidos solubles aumenta y es proporcional a la concentración de azúcares totales.

Anurag et al. (2003) al evaluar la actividad de la enzima pectato liasa durante la maduración del fruto de plátano, refieren que la actividad de la pectato liasa aumentó progresivamente desde el inicio del climaterio, y se redujo después del climaterio, en tanto que la actividad de la poligalacturonasa aumentó progresivamente durante la maduración del fruto, incluso en las frutas pos climatéricas.

Seemi et al. (2004) al estudiar los cambios en la actividad de las hidrolasas en la pared celular de la cáscara del banano, durante la maduración inducida por etileno, refieren que en las frutas climatéricas ocurre una degradación de la pared celular, hecho que se refleja como consecuencia de la solubilización de la pectina. Así mismo indican que los cambios pueden incluir el aumento de actividades de varias hidrolasas de la pared celular, resaltan además que esta actividad es promovida por las hormonas de la maduración inducida, resaltan así mismo, que la actividad de la metil esterasa (PME), poligalacturonasa (PG), pectato liasa (PL) y celulasa sobre todo en el caso del banano de la variedad Cavendish.

Adao y Gloria (2005) al analizar los cambios de los hidratos de carbono durante el proceso de maduración del plátano verde cosechado de tres cuartos de lleno, acondicionado en polietileno y almacenado por 35 días a $16^{\circ}\text{C} \pm 1$ y 85% de humedad relativa, determinaron que el color de la piel cambia con el tiempo, encontrando que el color amarillo ideal de la fruta para consumo se logra a los 21 días y después de 28 días comienza a aparecer manchas marrones, notándose también un aumento significativo de la proporción pulpa: cáscara.

En la fruta verde existían altos niveles de almidón y bajo nivel de azúcar, disminuyendo el contenido de almidón significativamente a lo largo de la maduración, al séptimo día de almacenamiento el incremento de la sacarosa era frecuente, en tanto que la fructosa y la glucosa se mantienen constantes, decayendo después de 28 días. Refieren además que la pérdida de almidón siguió una cinética de orden cero, de igual manera el incremento de fructosa y glucosa siguió la cinética de orden cero con una mayor tasa de fructosa, mientras que como aminos bioactivos se identificaron putrescina, espermidina y la serotonina. La serotonina se redujo significativamente después de los 14 días de almacenamiento. Los niveles de putrescina fueron similares hasta 21 días y se redujo significativamente después.

Manoj y Dwivedi (2000) al estudiar la influencia del ácido salicílico en el proceso de maduración del plátano (*Musa acuminata*), determinaron que el ablandamiento del fruto, la conversión del almidón en azúcar y la tasa de respiración disminuyeron en presencia del ácido salicílico, en comparación con las muestras de control. Asimismo, indican que las principales enzimas que degradan la pared celular, como la celulasa, poligalacturonasa y xilanasa también disminuyeron, lo mismo que los antioxidantes enzimáticos: catalasa y peroxidasa. Pranita et al. (2012) al estudiar la predicción del proceso de maduración del plátano, por determinación de materia seca, pH, sólidos solubles totales, relación de ácido y grados brix por espectroscopia y comparando los resultados por mínimos cuadrados parciales y regresión lineal múltiple, concluyen que los mínimos cuadrados parciales predicen mejor el proceso de maduración pos cosecha del plátano, tanto para la calibración del equipo como para la validación con coeficientes de correlación múltiple de 0,88 y 0,81 o Brix de sólidos solubles totales, 0,85 y 0,78 para la relación ácido-grados brix, 0,88 y 0,83 para el pH y 0,90 y 0,87% para materia seca.

Para Bugaud et al. (2014) al estudiar los factores genotípicos y las condiciones de almacenamiento post-climaterio que afectan la susceptibilidad a moretones de la cáscara de

plátano, refieren que la susceptibilidad a moretones aumentó durante la maduración y fue mayor en los bananos almacenados a 18 ° C. La temperatura de maduración más baja dio como resultado un retraso de dos días en la madurez del fruto, así como en la susceptibilidad al hematoma.

Subedi y Walsh (2011) al estudiar la evaluación de la variación del contenido de almidón y azúcar en muestras de mango y plátano fresco, utilizando el método de espectroscopia de luz visible en el rango de 500-1050 nm, determinaron que es posible modelar satisfactoriamente respecto a la evolución del contenido de materia seca en el mango, no siendo así para el caso del plátano. Así mismo refieren que esta metodología no es recomendable para la evaluación del contenido de sólidos solubles totales a través de las etapas de maduración de la fruta de plátano o mango.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en el fundo de la familia Vargas del valle de Mala, en los laboratorios de Análisis de Alimentos y Control de Calidad de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina y Planta Frigorífica Agro empaques Lima Perú

3.2. MATERIALES.

3.2.1. Materia prima.

Banana (Musa paradisiaca) variedad Gros Michel, procedente del Fundo Agrícola Vargas del valle de Mala, Provincia de Lima.

3.2.2. Reactivos.

- Ácido ascórbico
- Ácido cítrico
- Ácido Etildiaminotetracético (EDTA)
- 2,4 dinitrofenol
- Tartrato de sodio y potasio
- Ácido clorhídrico concentrado
- Fenol
- Hidróxido de sodio
- Etanol al 96%.
- Fenolftaleína al 1%.
- Otros indicados en los métodos de análisis

3.2.3. Equipos.

- Cámara de almacenamiento pos cosecha a temperatura ambiente
- Liofilizador.

- Espectrofotómetro, marca Perkin Elmer.
- Potenciómetro digital 505, marca Crisol. Barcelona, España.
- Penetrómetro para frutas, marca EFFEGI, con rango de 0 a 27 lb y 0-12 Kg., Italia.
- Refractómetro de mesa, rango de lectura de 0 a 95% de sólidos solubles. Modelo 1, marca Carizeis, Alemana.
- Balanza analítica, marca Kart Kolb, sensibilidad 0.0001 gr., Alemana.
- Balanza digital, marca Sartorius sensibilidad de 0.01 gr.

3.2.4. Material de vidrio y plástico

- Buretas,
- Probetas,
- Fiolas,
- Tubos de ensayo,
- Matraces,
- Pipetas y
- Vasos de precipitados
- Bolsas de polietileno

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. Análisis físicos

1. Longitud

Se utilizó una cinta métrica para determinar la longitud de los frutos, con la ayuda de un vernier se determinó el diámetro del fruto y espesor de cáscara. Con la balanza digital se determinó el peso de la fruta y cáscara.

2. Textura,

Se determinó usando el método del penetrómetro, que cuantifica la resistencia a la compresión en lb-f, para tal caso se siguieron las recomendaciones de Guevara (2000).

3.3.2 Análisis Físicoquímicos.

1. Grados Brix: usando refractómetro de mesa a temperatura ambiente, método 932.12 (A.O.A.C, 2013).

2. Acidez; método 942.15 (A.O.A.C, 1996).

3. pH, usando el potenciómetro, método 10.041 (A.O.A.C, 1984).

4. Azúcares reductores; mediante el método DNS (ácido 3,5- dinitrosalisílico), descrito por Miller (1999) empleando una curva patrón de glucosa de 0-1000 ppm, previamente ajustada.

5. Almidón; de acuerdo al método recomendado por Antrona modificado por el protocolo 2002.02 (A.O.A.C, 1990), empleando la curva patrón de azúcares totales.

3.3.3. Análisis sensorial; se realizó en rodajas de banana madura, provenientes de cinco (5) momentos de cosecha, que correspondieron a muestras que contenían entre 19.4 a 20° Brix de sólidos solubles y entre 6.7 a 7.12 lb-f de textura. Se utilizó la prueba de ordenamiento, evaluando el olor, color, sabor y textura bucal, se recurrió a doce (12) jueces semientrenados, de acuerdo a lo recomendado por Pedrero y Pangborn (1989) y Hernández (2005) a quienes se les dio una cartilla estructurada mediante una escala hedónica de 7 puntos, donde uno (1) correspondió a me gusta mucho y siete (7) me disgusta mucho.

Las cinco muestras de rodajas de plátano de seda, se presentaron en platos blancos de loza, codificados con números de tres dígitos diferentes, en forma aleatoria y simultáneamente. Se permitió a cada panelista probar las muestras tantas veces como lo deseara.

3.3.4. Análisis estadístico

1. Para las características físicas y físico químicas al momento de la recolección.

La variación de las características físicas y físico químicas con los días de cosecha después de la floración, fueron analizados mediante un ajuste de regresión lineal en el software Statgraphics, siendo sus parámetros los siguientes:

$Y = B + A*t$; donde:

$Y =$ **Variable dependiente** (Característica física o físico química del fruto)

$B =$ Constante de Intersección de la recta con la variable dependiente

$A =$ Pendiente de la recta (Característica física o físico química/días de cosecha después de la floración)

t = **Variable independiente** (tiempo); días de cosecha después de la floración.

2. Para las características físicas químicas de banana en almacenamiento.

La media estadística de los análisis físico químicos en la maduración pos cosecha a temperatura y humedad relativa ambiente, se realizaron mediante un análisis de varianza en un diseño multifactorial categórico en el software statgraphics, teniendo como factores de análisis 4 tiempos de almacenamiento pos cosecha y cinco (05) mejores momentos de cosecha después de la floración, los que fueron determinados para cada uno de los factores parámetros físico químicos estudiados. El modelo teórico y sus parámetros se indican en la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable respuesta,

α_i = Efecto del factor momento de cosecha,

β_j = Efecto del factor tiempo de almacenaje,

μ = Media de todas las observaciones

ε_{ijk} = Es el residuo

La mejor media entre los días de cosecha después de la floración, se determinó mediante un análisis de comparación múltiple a un nivel de probabilidad de error del 5%.

3. Evaluación del análisis sensorial de banana madura.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial de rodajas de plátano seda maduro, se realizó mediante un Análisis de Varianza de dos factores con una sola muestra por grupo en el software statgraphics, cuyo modelo teórico es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Media poblacional

α_i = Efecto debido a los días de cosecha después de la floración

β_j = Efecto debido a panelistas

ε_{ij} = Error de experimento

El momento de cosecha apropiada para el proceso de maduración pos cosecha óptima, se determinó mediante un análisis de comparación múltiple a un nivel de probabilidad de error del 5%.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

3.4.1. Descripción de las operaciones de recolección y puesta en almacén pos cosecha de la banana.

En la Figura 6 se muestra el flujo de operaciones para recolección en campo de la banana a diferentes días después de la floración y puesta en el almacén de maduración pos cosecha.

1. **Materia prima**, se trabajó con 500 kg de banana seleccionada, recolectados de la provincia de Mala, Departamento de Lima.
2. **Cosecha**, se cosecharon frutos de banana a partir de 60 hasta 125 días después de la floración con intervalos de 10, 4, 3 y 5 días, conforme a la codificación definida en el campo de cultivo.
3. **Limpieza**, remoción de flores secas, polvo.
4. **Transporte**, el transporte se realizó en camioneta con baranda metálica en la que se acondicionó barras horizontales donde se colgaron los racimos para su traslado hacia el almacén de pos cosecha.
5. **Recepción en almacén de pos cosecha**, los racimos se recibieron en el almacén con el registro de la fecha de cosecha.
6. **Selección**, se seleccionaron las muestras que presentaban golpes o coloraciones extrañas como consecuencia de picaduras o maltratos en el transporte, considerando las manos de la segunda fila de la parte superior y las correspondientes al centro del racimo.
7. **Clasificación**, la clasificación fue en forma visual, se agrupó a las manos que contenían mayor uniformidad en la maduración fisiológica de los dedos, que correspondieron al centro de la segunda fila del racimo.
8. **Lavado**, los frutos fueron lavados con agua potable a presión.
9. **Desinfección**, los frutos fueron desinfectados por inmersión en agua clorada a 120 ppm de cloro libre residual, por un tiempo de 15 minutos.

10. **Escurrido**, las manos de banana, fueron escurridos sobre una mesa de acero inoxidable por un tiempo de 120 minutos y luego almacenados para su evaluación de la maduración pos cosecha.

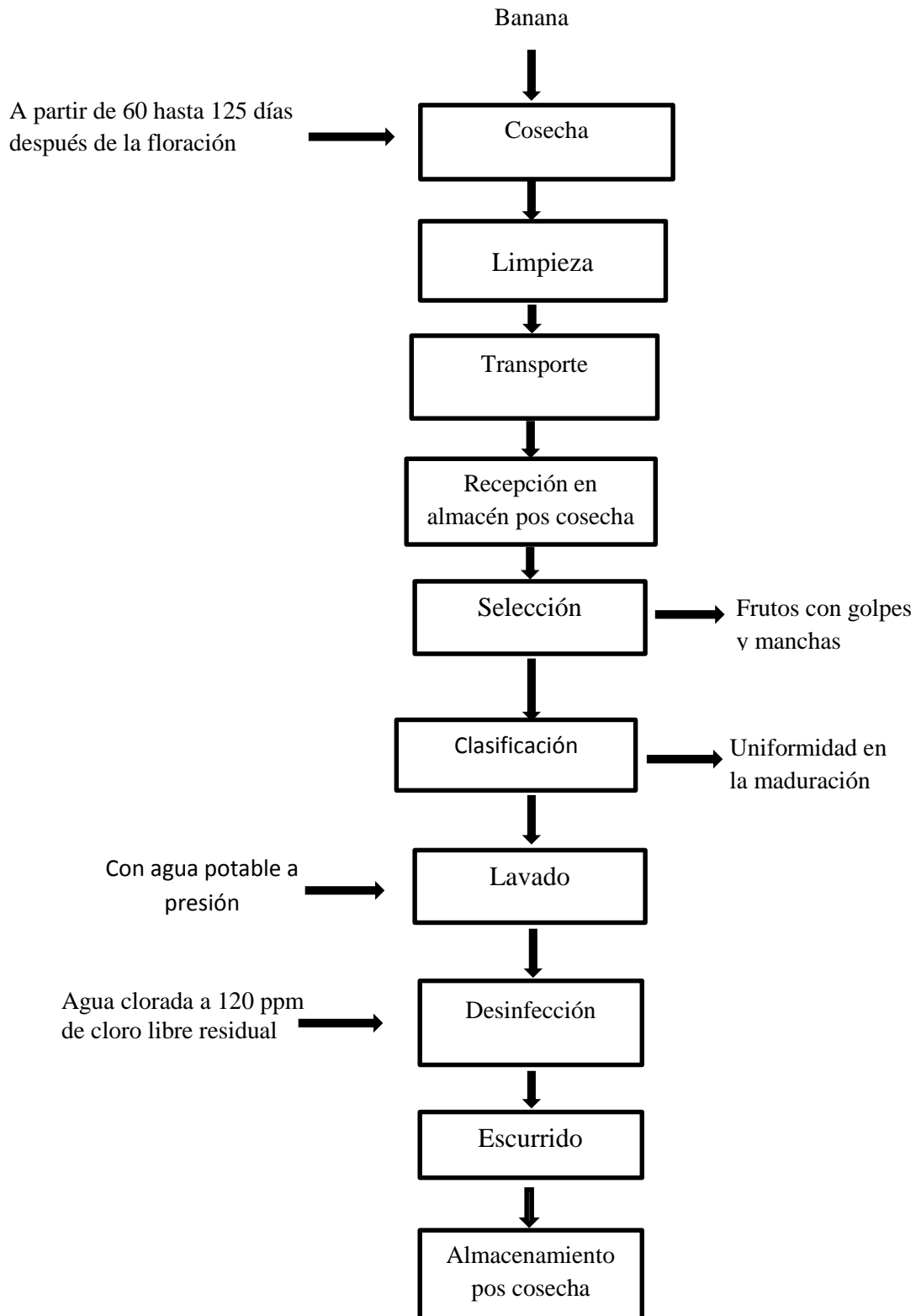


Figura 6: Flujo de operaciones para recolección y almacenamiento pos cosecha de banana.

3.4.2. Esquema experimental para determinar el índice de madurez de cosecha.

La Figura 7 muestra el esquema experimental para determinar el índice de madurez de cosecha de banana.

1. Marcación del día de floración en campo.

La investigación se inició con el marcado de plantas de acuerdo a las fechas de inflorescencia, distribuidos en una extensión de 4 hectáreas de 120 metros por 280 metros y de 63 metros por 250 metros, en el fundo agrícola de la familia Vargas en el valle Mala, provincia de Lima.

2. Recolección

La recolección se realizó a 60, 70, 80, 84, 87, 90, 93, 96, 99, 102, 105, 108, 111, 114, 117, 120 y 125 días después de la fecha de floración, considerando un racimo de banana por cada fecha de floración.

3. Análisis del índice de madurez para cosecha

Se determinó por triplicado el peso, longitud, diámetro, peso de cáscara, textura, contenido de almidón, azúcares totales, los sólidos solubles totales (SST), pH y acidez.

4. Almacenamiento pos cosecha

Las muestras recolectadas fueron seleccionadas y clasificadas, lavadas, desinfectadas y almacenadas a temperatura ambiente de $(21\pm 1^\circ\text{C})$ y humedad relativa de $(80\pm 5\%)$. Los análisis que se realizaron a los 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 y 24 días de almacenamiento fueron: Peso, textura, pH, sólidos solubles totales (SST), azúcares reductores, azúcares totales, contenido de almidón y acidez total.

En esta etapa se seleccionaron cinco muestras, por la degradación de almidón, incremento de azúcares totales y sólidos solubles totales (SST), según lo reportado por Guerrero et al. (2012) y Mejía, (2013); avalado por Brenes y Gamboa (2017). De éstas 5, fueron seleccionadas las tres mejores, mediante un análisis sensorial, para recomendar el rango de tiempo de cosecha.

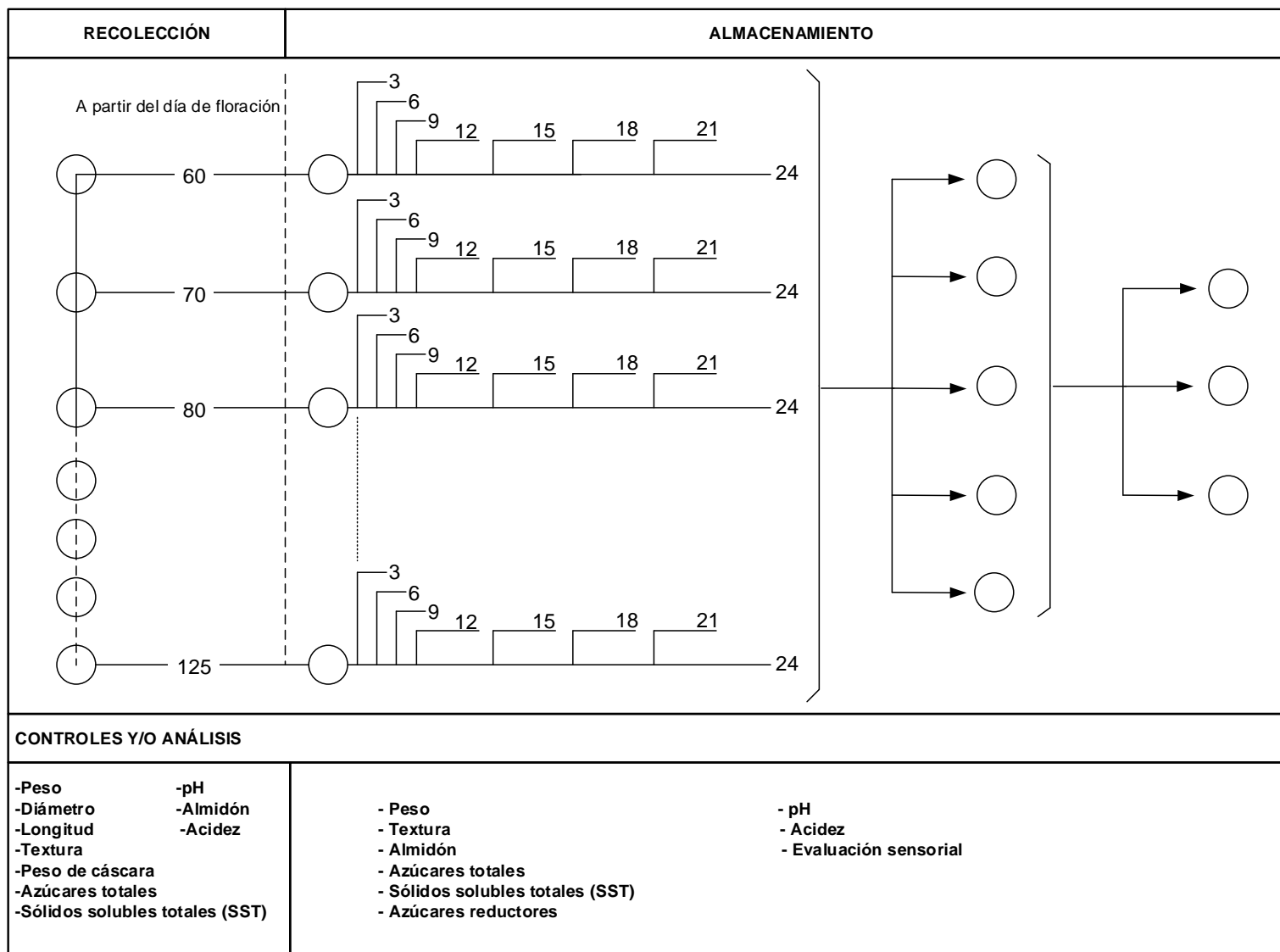


Figura 7: Esquema experimental para determinar la influencia del momento de cosecha en la calidad de banana.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS FÍSICOS Y FÍSICO-QUÍMICOS DE LA BANANA.

4.1.1. Índices de madurez fisiológicos de la banana.

Los resultados de los análisis físicos de la banana recolectados a diferentes días después de la floración, se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8: Evaluación física de la banana, con los días de cosecha después de la floración.

Días después de la Floración	Peso del Fruto (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Espesor Cáscara (mm)	Peso Cáscara (g)	Textura (1 b- f)	% Cáscara
60	91,07±11	14,50±1,01	3,20±0,21	3,80±0,37	51,94±3,03	11,50±0,71	57,03
70	99,87±5,33	14,43±0,42	3,40±0,08	3,72±0,47	48,70±3,81	11,50±0,41	48,76
80	123,90±6,88	14,25±0,44	3,70±0,16	3,80±0,40	61,79±4,38	11,00±0,25	49,87
84	118,38±5,40	14,40±0,38	3,80±0,36	3,85±0,41	56,37±4,31	10,50±0,48	47,62
87	125,94 ±10,17	14,42±0,37	3,75±0,16	3,70±0,02	56,86±4,06	9,75±0,25	45,15
90	138,85±10,71	14,70±0,74	3,90±0,09	3,65±0,40	58,86±4,19	9,50±0,48	42,39
93	143,90±7,60	14,83± 1,02	3,82±0,24	3,40±0,03	61,57±5,32	9,50±0,24	42,79
96	151,31±6,50	15,80±0,89	3,80±0,34	3,11±0,06	66,47±5,12	9,75±0,16	43,93
99	150,96 ±12,72	16,75±0,97	4,08±0,07	3,08±0,08	62,78±3,74	9,50±0,50	41,59
102	182,67±4,25	17,33±0,62	4,20±0,24	3,02±0,24	72,70±1,39	9,00±0,48	38,80
105	204,66±4,30	17,10±0,63	4,30±0,34	2,68±0,09	84,16±3,42	8,50±0,20	41,12
108	194,13±3,85	17,25±0,41	4,33±0,12	2,58±0,06	76,29± 1,93	8,35±0,24	39,30
111	213,75±4,50	17,38±0,08	4,25±0,07	2,50±0,04	81,20±4,42	8,75±0,31	37,99
114	222,38±5,54	17,50±0,25	4,32±0,15	2,60±0,10	89,46±2,80	8,50±0,52	40,23
117	227,38±8,40	18,00±0,75	4,32±0,22	2,44±0,25	88,13±3,76	8,25±0,44	38,76
120	225,73±6,37	18,26±0,21	4,36±0,08	2,43±0,41	78,01±2,33	8,25±0,24	34,56
125	234,20±2,45	18,40±0,74	4,42±0,19	2,47±0,08	76,56±3,74	8,00±0,38	32,69

El peso, longitud y diámetro de los frutos mostraron valores ascendentes con el tiempo, hecho que concuerda con lo sostenido por Pérez (2008) quien indica: “El crecimiento conlleva a la división celular y el desarrollo de las células”; mientras que los valores de espesor de cáscara y textura presentan tendencias descendentes, indicando que el fruto al avanzar hacia la madurez fisiológica incrementa su contenido de peso y pulpa con la

consecuente reducción de dureza y espesor de cáscara, concordante con lo sostenido por Arias y Toledo (2000), León y Mejía (2002), Parra et al. (2007), quienes coinciden en afirmar entre otros aspectos, que la maduración fisiológica se inicia antes de terminar el crecimiento y que el crecimiento más la maduración fisiológica es igual al desarrollo de la fruta.

Por su parte León y Mejía (2002), refieren que en el caso del plátano seda variedad Gros Michel, del belloteo al momento de cosecha pasa entre 90 a 100 días.

La tendencia gráfica de las características físicas del plátano seda recolectados a diferentes días después de la floración, se indica en la Tabla 9 y las Figura 8, 9, 10 y 11.

Tabla 9: Variación de las características físicas de la banana, con los días de cosecha después de la floración

VARIABLES	ECUACION DE REGRESIÓN	PARÁMETROS		
		A	B	R ²
Peso del fruto (g)	$Y = A * t - B$	2.6099	87.412	0.9369
Peso de cáscara (g)	$Y = A * t + B$	0.6281	7.5664	0.7678
% de cáscara del fruto	$Y = -A * t + B$	0.3175	73.524	0.9137
Longitud del fruto (cm)	$Y = A * t + B$	0.0801	8.3672	0.8344
Diámetro del fruto (cm)	$Y = A * t + B$	0.0196	2.0865	0.9362
Espesor de cáscara (mm)	$Y = -A * t + B$	0.0289	5.931	0.852
Textura (Lb-f)	$Y = -A * t + B$	0.0614	15.416	0.9301

El valor-P del Análisis de Varianza fue menor de 0.05, lo que indica que existe una relación estadísticamente significativa entre las variaciones de las características físicas con los días de cosecha después de la floración, con un nivel de probabilidad de error del 5%.

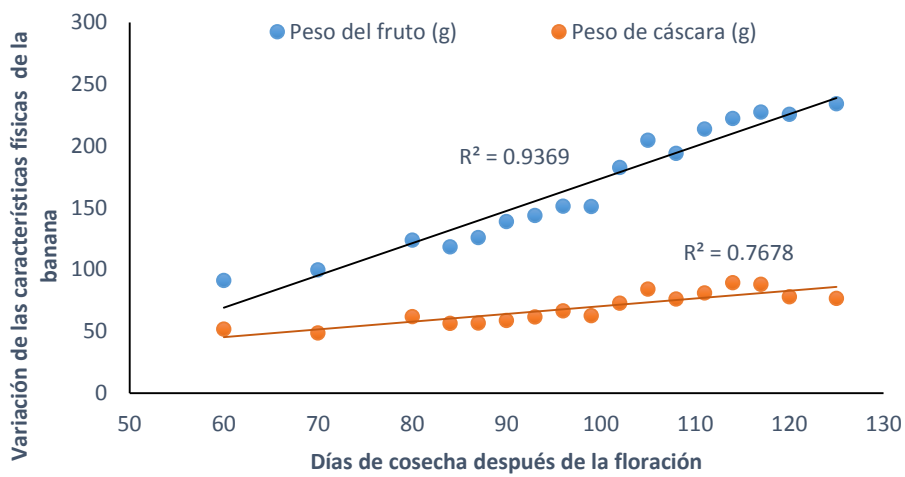


Figura 8: Variación de peso del fruto y cáscara de banana durante la maduración fisiológica.

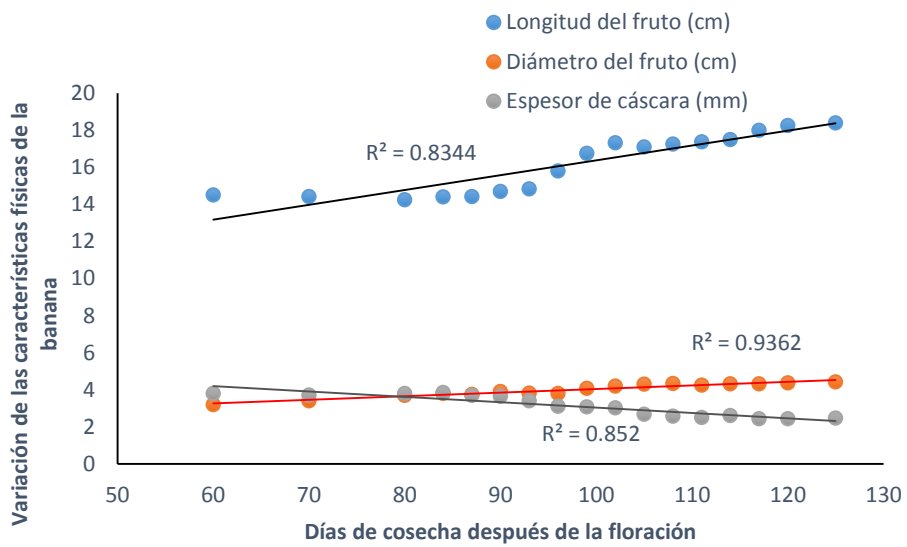


Figura 9: Variación de longitud, diámetro y espesor de cáscara de banana durante la maduración fisiológica.

La Figura 8, muestra que el incremento del peso de la fruta y de cáscara, corresponde a un comportamiento natural de crecimiento, tal como lo corrobora el coeficiente de determinación (R^2), comportamiento que es concordante con los cambios rápidos después de la aparición de la fruta, justificado por las características de modificaciones biológicas y bioquímicas aceleradas en la naturaleza de la fruta en esta etapa de su desarrollo, este resultado confirma lo manifestado por León y Mejía (2002), Parra et al. (2007) y Pérez (2008), quienes sostienen que las frutas al iniciar su crecimiento y desarrollo sufren cambios biológicos muy acelerados como resultado de la serie de procesos bioquímicos que se presentan entre los componentes naturales del material; similar comportamiento se observa en la variación de la longitud y diámetro del fruto, tal como lo determina el valor R^2 mostrado en la Tabla 9 y la Figura 9. Al respecto, Arias y Toledo (2000), León y Mejía (2002), refieren que estos parámetros pueden mostrar en la práctica un comportamiento oscilante por cuanto dependiendo de las características de calidad del suelo, oportunidad en el manejo del riego, labores culturales y otros factores inherentes al manejo del cultivo no siempre tienen un comportamiento lineal. Es importante destacar que el diámetro del fruto ha mostrado una tendencia creciente y rápido para frutos cosechados desde los 60 hasta los 110 días después de la floración, a partir de este momento se aprecia un crecimiento lento, hecho que podría explicar el inicio del término del crecimiento del diámetro de la fruta y con ello la madurez fisiológica, resultado que concuerda con lo manifestado por Arias y Toledo (2000) quienes indican que aproximadamente a los 110 a 120 días después de la floración el plátano está culminando su madurez fisiológica.

La Figura 9, muestra la variación del espesor de cáscara durante el desarrollo del fruto después de la floración, el resultado indica un ajuste a una tendencia continua de reducción lineal a medida que el proceso de crecimiento avanza (Tabla 9), este hecho fisiológico se justifica, considerando que el proceso de crecimiento conlleva principalmente el incremento permanente de la respiración y transformación de los carbohidratos totales en almidón, este comportamiento natural es corroborada por Arias y Toledo (2000), Dadzie y Orchard (1997), quienes resaltan que en la generalidad del crecimiento y desarrollo del plátano ocurre la transformación de los carbohidratos totales en almidón, hecho que también ocasiona la disminución permanente del espesor de la cáscara de este fruto, y consecuentemente la pérdida del porcentaje de cáscara (Figura 10) en tanto transcurre la madurez fisiológica de la fruta, indicando un comportamiento lineal, cuyos parámetros se muestran en la Tabla 9, lo que confirma la secuencia natural del proceso de desarrollo y

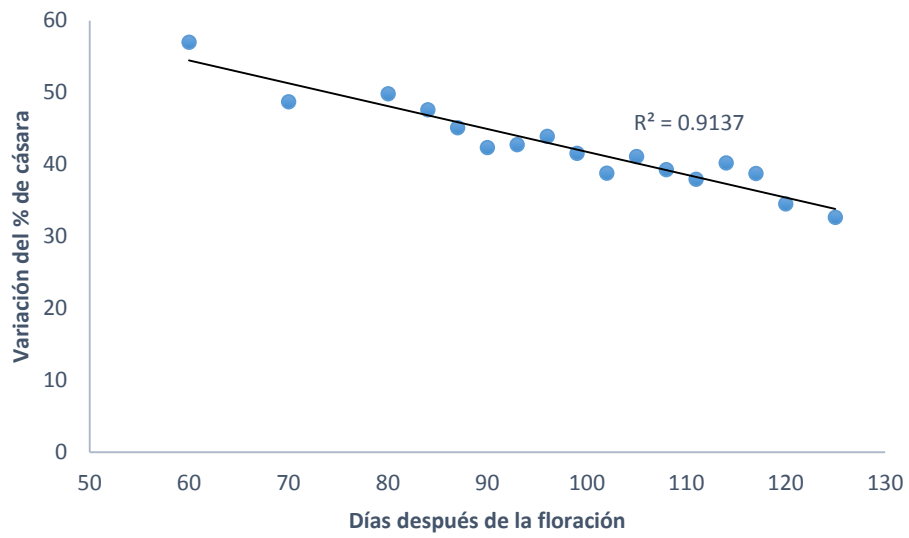


Figura 10: Variación del % de cáscara de la banana durante la maduración fisiológica.

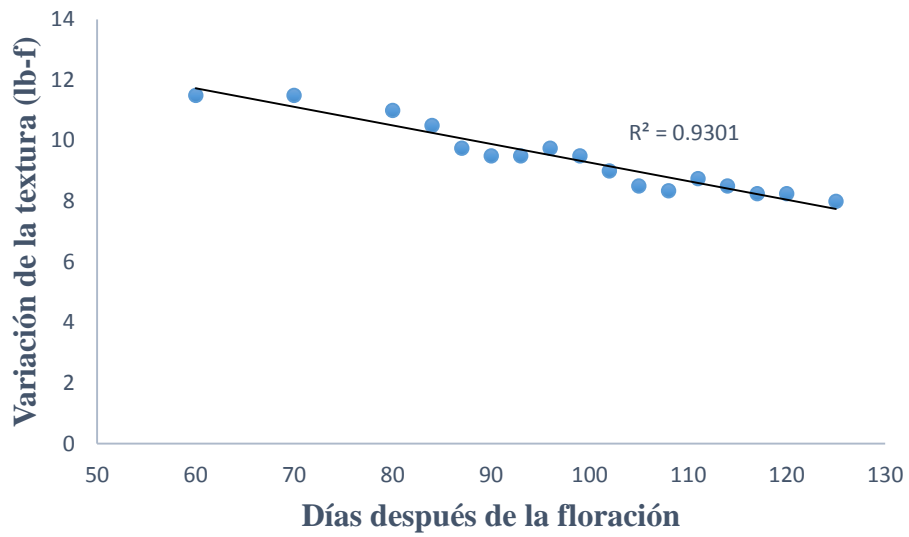


Figura 11: Variación de textura de la banana durante la maduración fisiológica.

maduración que tiene consigo el incremento en contenido de almidón, la pérdida de firmeza o dureza (Figura 11) de la fruta con la consecuente reducción del espesor de la cáscara y con ello el porcentaje en peso de este componente de la fruta, resultado que concuerda con Arias y Toledo (2000), León (2002) y Campuzano *et al.* (2010), quienes indican que la maduración fisiológica del plátano, trae consigo además del aumento del diámetro, la reducción del espesor de la cáscara, como consecuencia del aumento permanente del contenido de almidón.

En la variación correspondiente a una regresión lineal de la textura de la Tabla 9 y figura 11, se aprecia que a medida que los días de la floración se incrementa, la dureza de la fruta es cada vez menor, hecho que es concordante con lo manifestado por León (2002), quien refiere que la maduración es el proceso mediante el cual ocurre toda una serie de transformaciones en el producto, que se inician antes de finalizar el crecimiento del fruto en el árbol, los cuales determinan cambios en la consistencia y el desarrollo de las características organolépticas como color, olor y sabor, así mismo, Arias y Toledo (2000) y Campuzano *et al.* (2010) resaltan el hecho de que a medida que progresa la maduración fisiológica en la planta, la textura expresada como dureza se reduce de manera permanente.

En la Tabla 10, se presenta el resultado de las evaluaciones físico-químicas de la banana al momento de la cosecha.

Tabla 10: Resultados de la evaluación físico-química de la banana recolectada a diferentes días de cosecha después de la floración.

Días después de la Floración	Contenido de Almidón (g/ 100 g)	Contenido de Azúcares Totales (g/100 g)	Contenido de Azúcares Reductores (g/100 g)	pH	Acidez (%)	Sólidos solubles (%)
60	17,169 ±1,80	0.090±0,02	0,080±0,01	4,12±0,01	0,019±0,002	0,35±0,01
70	18,126 ±1,03	0.107±0,03	0,081±0,02	4,36±0,23	0,029±0,001	0,75±0,03
80	21,261 ±1,50	0.124±0,03	0,079±0,03	4,48±0,09	0,031±0,004	0,77±0,02
84	21,864±1,30	0.185±0,01	0,101±0,05	4,42±0,16	0,035±0,003	0,83±0,05
87	23,843±1,10	0.206±0,07	0,121± 0,03	4,52±0,23	0,043±0,001	0,82±0,06
90	23,932±0,99	0.881±0,09	0,368±0,11	4,54±0,43	0,054±0,005	0,80±0,02
93	23,968±0,46	1.319 ±0,21	0,398±0,09	4,64±0,21	0,053±0,007	0,84±0,05
96	23,879±1,30	1.762±0,03	0,376±0,07	4,67±0,07	0,054±0,005	0,93±0,03
99	23,769±1,80	2.321±0,05	0,526±0,06	4,71±0,27	0,068±0,006	0,96±0,02
102	23,324±1,26	2.463±0,12	0,687±0,21	4,75±0,57	0,073±0,009	0,99±0,01
105	22,863±1,54	2.665±0,24	0,916±0,33	4,74±0,08	0,084±0,003	1,00 ±0,05
108	22,563±0,96	4.470±0,65	1,546±0,43	4,77±0,11	0,083±0,006	1,00±0,03
111	22,462±1,65	5.587±0,78	1,910±0,32	4,78±0,15	0,087±0,008	1,10±0,23
114	22,378±1,87	6.068±0,71	2,010±0,66	4,81±0,08	0,086±0,002	1,20±0,11
117	21,569±0,37	6.879±0,89	2,108±0,78	4,87±0,05	0,088±0,007	1,40±0,07
120	21,189±1,50	7.405±0,97	2,687±0,61	4,86±0,22	0,093±0,011	1,40±0,08
125	21,098±1,12	9.258±1,00	3,976±0,89	4,91±0,45	0,104±0,021	1,60±0,09

Se observa que el máximo contenido de almidón ocurre en frutas recolectadas a los 93 días después de la floración, concordante con lo manifestado por Parra et al. (2007), quienes al referirse a la maduración del plátano seda, hacen notar que es el proceso mediante el cual ocurren una serie de transformaciones en la fruta, los que determinan cambios en la consistencia y el desarrollo de las características organolépticas, al respecto Arias y Toledo (2000) y Dadzie y Orchard (1997), refieren que este proceso de maduración no sólo conlleva observar cambios físicos, sino que sobre todo se ocasionan modificaciones fundamentales, como la pérdida de la dureza que es consecuencia de la hidrólisis del almidón, incremento de la relación pulpa: cáscara, humedad de la pulpa, acidez y sólidos solubles totales; sobre todo, cuando los frutos son recolectados a los 125 días después de la floración, tal como se determinó en esta investigación. Las Figuras 12, 13, 14, 15 y 16, muestran las variaciones físico-químicas de la banana.

La Figura 12, muestra que a 93 días después de la floración la fruta ha alcanzado su máximo contenido de almidón, sin embargo, a partir de los 96 días en adelante muestra una tendencia a la disminución lo que indica que a partir de dicho momento la fruta inicia con mayor fuerza a tomar el sabor dulce como consecuencia de la hidrólisis del almidón en sus componentes glucosa y sacarosa.

El incremento del contenido de almidón entre los 60 y aproximadamente 93 días de cosecha después de la floración, tiene una tendencia lineal, con pendiente positiva cuyos parámetros se muestra en la Tabla 11, mientras que a partir de los 96 días en adelante la gráfica muestra la misma tendencia pero de pendiente negativa (Tabla 11). Este comportamiento explica el incremento y el inicio del cambio inmediato a la hidrólisis del almidón, concordante con los procesos bioquímicos naturales que suelen ocurrir en las frutas sobre todo climatéricas (Pantastico, 1984).

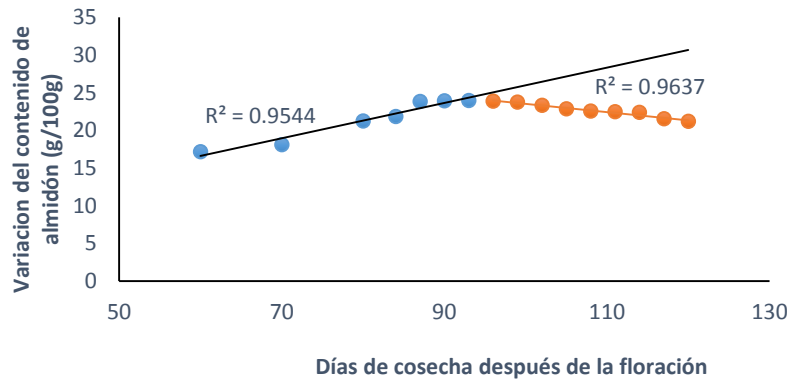


Figura 12: Variación del contenido de almidón de la banana durante la maduración fisiológica

La Figura 13, muestra la tendencia lineal en la variación del contenido de azúcares totales y azúcares reductores cuyos parámetros se indican en la Tabla 11, ambas con pendiente positiva, observándose que la mayor presencia de azúcares totales en la fruta se tiene a partir de 90 días después de la floración hecho que concuerda con el resultado dado en la Figura 12, donde entre 90 a 96 días se tiene el máximo nivel de almidón, iniciando luego una disminución notable en el contenido de este componente. El crecimiento en el contenido de azúcares totales en la fruta, es también paralelo a la presencia creciente de azúcares reductores (Figura 13) y azúcares solubles totales (SST) mostrado en la Figura 14, que no tiene otro precedente que la hidrólisis del almidón conllevando a un natural aumento de azúcares totales y el inicio de la degradación en azúcares reductores y solubles, concordante con lo indicado por Pantastico (1984) y Braverman (1980), quienes sostienen que la hidrólisis total, ácida o enzimática, ocasiona la conversión cuantitativa del almidón en glucosa.

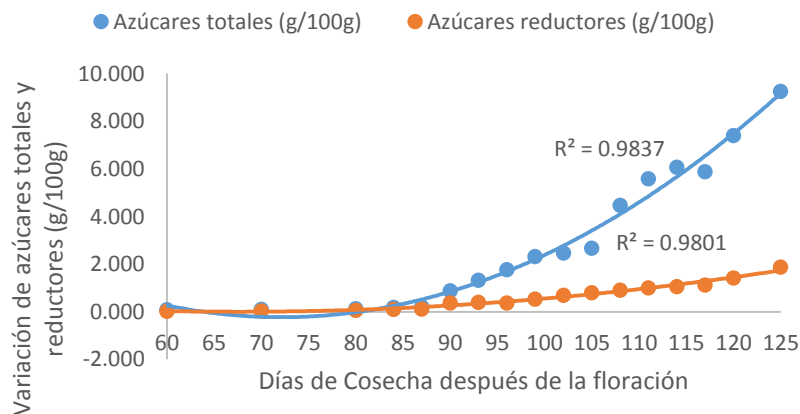


Figura 13: Variación del contenido de azúcares totales y azúcares reductores de la banana durante la maduración fisiológica.

El comportamiento obtenido en la evaluación de la variación del contenido de sólidos solubles totales (SST) (Figura 14) en la fruta de banana, orienta a la conclusión de una correspondencia estrecha entre el aumento en el contenido de almidón durante la maduración y la consecuente degradación del almidón en azúcares solubles, este comportamiento logrado en esta investigación concuerda con los manifestado por Braverman (1980), Cheftel y Cheftel (2000) y Dadzie y Orchard (1997), quienes coinciden en indicar que los procesos biológicos y bioquímicos de transformación de carbohidratos totales en almidón, trae consigo además la degradación de estos almidones en azúcares como sacarosa y fructuosa, que son componentes responsables del sabor dulce de las frutas.

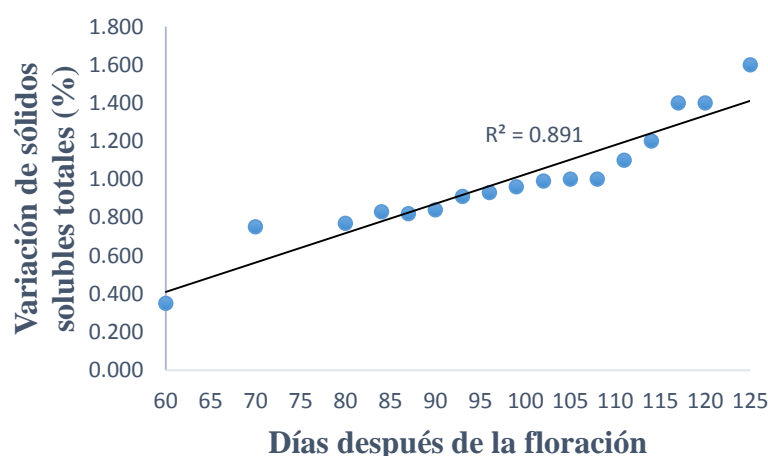


Figura 14: Variación del contenido de sólidos solubles totales (SST) de banana durante la maduración fisiológica.

La variación del pH mostrada en la Figura 15, indica una tendencia lineal con pendiente positiva, cuyos parámetros se muestran en la Tabla 11, explica la búsqueda de una aparente alcalinidad de la fruta como consecuencia de los cambios bioquímicos que implica la maduración fisiológica de ésta. El aumento del pH desde la zona de acidez hacia la de alcalinidad confirma la velocidad con la que los ácidos orgánicos disminuyen, por ser sustratos respirables que son utilizados como cadenas de carbono para la síntesis de nuevos compuestos que dan sabor y muchas otras características agradables al plátano, (Braverman, 1980; Cheftel y Cheftel, 2000).

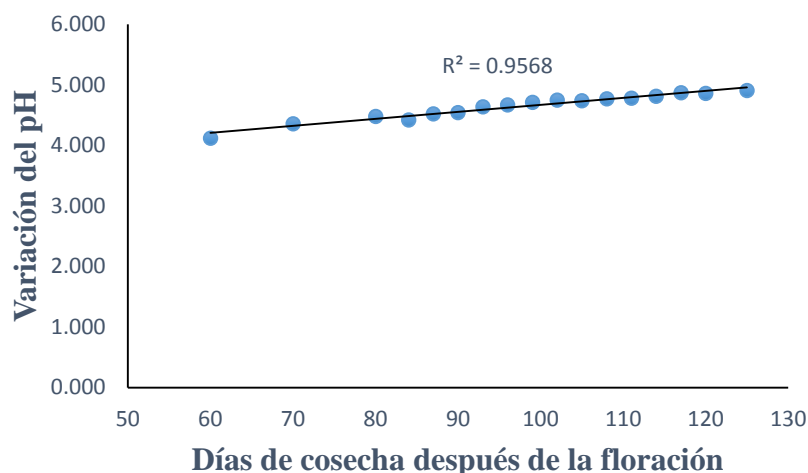


Figura 15: Variación del pH de la banana durante la maduración fisiológica.

La Figura 16, muestra la variación de la acidez total que se manifiesta en un incremento permanente, siendo lenta hasta los 100 días después de la floración, por encima de este tiempo se tiene un incremento rápido y cada vez más pronunciado. La tendencia lineal, muestra que existe una correspondencia muy cercana entre la transformación de los carbohidratos en almidón y la consecuente generación de ácidos orgánicos naturales que infieren a la fruta el sabor característico. Al respecto, Cheftel y Cheftel (2000) indica que en la maduración fisiológica de las frutas por lo general ocurre la transformación de los carbohidratos presentes en almidón, trayendo consigo también la generación de ácidos naturales característicos que proporcionan a la fruta el sabor y olor característico; sobre el particular Dadzie y Orchard (1997) indican que los cambios en el pH y en la acidez de la pulpa no pueden ser utilizados como un indicador para la generalidad de los plátanos; por su parte Audrey et al. (2013), sostiene que la acidez y el pH son rasgos químicos importantes para la calidad organoléptica del banano, ya que están relacionados con la percepción de acidez y dulzura, la fruta de plátano tiene la particularidad de tener etapas separadas de crecimiento y maduración, durante las cuales cambia la acidez de la pulpa.

Del análisis de las características físicas y físico químicas de muestras de banano recolectadas a diferentes días después de la floración, se puede concluir que los índices de madurez fisiológica que destacaron en esta investigación son: Incremento de longitud y diámetro de los dedos, contenido de almidón y sólidos solubles totales (SST).

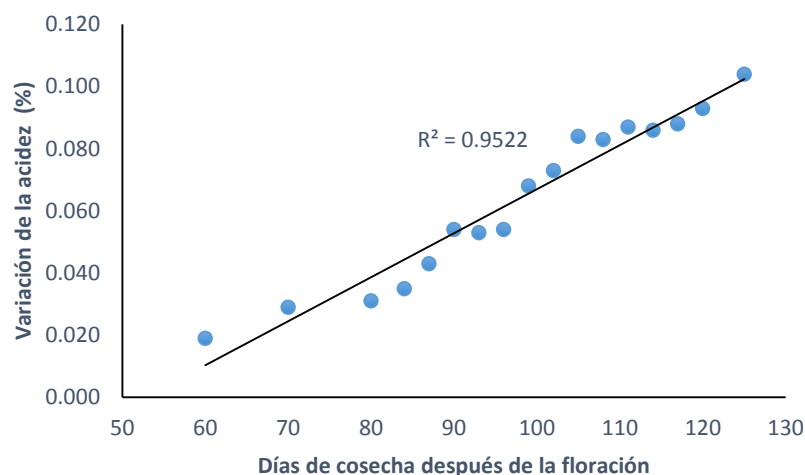


Figura 16: Variación de acidez de la banana durante la maduración fisiológica.

En la Tabla 11 se muestran los resultados del ajuste de las regresiones con sus correspondientes coeficientes numéricos, generados en las evaluaciones durante el desarrollo y maduración fisiológica del fruto. Es importante indicar que para todos los casos el Valor-P en la tabla del análisis de varianza fue menor a 0.05, resultado que muestra una relación estadísticamente significativa entre las variaciones físico-químicas del plátano seda con los días de cosecha después de la floración con un nivel de probabilidad de error del 5%.

Tabla 11: Variación de las características físico-químicas de la banana.

VARIABLES	MODELO MATEMÁTICO	PARÁMETROS		
		A	B	R ²
Contenido de almidón (g/100g)	$Y = A*t + B$	0.2342	2.5795	0.9544
	$Y = -A*t + B$	0.1092	34.458	0.9637
Azúcares totales (g/100g)	$Y = A*t - B$	0.0665	4.9737	0.8737
Azúcares reductores (g/100g)	$Y = A*t - B$	0.0279	2.0847	0.86
Azúcares solubles (%)	$Y = A*t - B$	0.0154	0.5156	0.891
pH	$Y = A*t + B$	0.0115	3.5158	0.9568
Acidez total (%)	$Y = A*t - B$	0.0014	0.0748	0.9522

De la evaluación del comportamiento mostrado en la maduración fisiológica de la banana, se afirma que bajo las condiciones del desarrollo de la presente investigación, el indicador de madurez fisiológica que más destaca es el contenido de almidón, al mostrar una tendencia de incremento lineal hasta los 93 días después de la floración, momento a partir del cual, se observa una clara disminución, tal como se muestra en la Tabla 10 y Figura 12. Este resultado conlleva asumir que el momento de cosecha más apropiada se ubica entre los 93 a 96 días después de la floración, aun cuando el contenido de azúcares totales relativamente mayor recomienda considerar como el momento de cosecha más óptimo a 96 días después de la floración, resultado que es concordante con lo sostenido por León y Mejía (2002), quienes refieren que en el caso de la banana variedad Gross Michel, del belloteo al momento de cosecha pasa entre 90 a 100 días.

4.1.2. Almacenamiento pos cosecha.

Los resultados de la variación de peso de la banana en almacenamiento pos cosecha, se muestran en Tabla 12 y Figura 17.

El peso del fruto en almacenamiento pos cosecha muestra una reducción como consecuencia de la pérdida de agua en el proceso de maduración, resultado que es concordante con Braverman (1980), Cheftel y Cheftel (2000), Arias y Toledo (2000), y Beltrán et al. (2010), quienes refieren que en la maduración pos cosecha del banano es común encontrar una reducción notable y permanente de su peso promedio, como resultado del proceso de respiración en la que permanentemente transpira agua.

La Figura 17, muestra la variación del peso promedio durante su almacenamiento pos cosecha (Temperatura ambiente $21\pm 1^\circ$ y humedad relativa $80\pm 5\%$). Se observa que todas las muestras presentan pendiente negativa con coeficientes de determinación (R^2) altos, lo que explica que los datos experimentales se ajustan adecuadamente a una recta. Es importante destacar que conforme a los días de cosecha después de la floración los porcentajes de pérdida de peso no superan el 25% del total, hecho que garantiza la calidad en la forma y consistencia de la fruta.

Tabla 12: Variación de Peso (g) en almacenamiento pos cosecha.

Cosecha (Días después de la floración)	Peso (g) durante el almacenamiento (días)) a T° ambiente								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	91,07±11	90,89±0,42	86,40±0,12	80,10±0,03	75,50±0,11	71,40±1,10	65,70±0,03	61,30±0,10	58,30±0,03
70	99,87±5,33	94,75±0,42	87,36±0,30	83,10±0,90	78,70±0,12	70,10±0,20	66,20±0,60	60,60±0,70	*
80	123,90±6,88	95,96±0,44	91,36±0,10	88,30±0,04	80,20±0,07	74,90±0,10	69,40±0,80	62,90±0,16	*
84	118,38±5,40	110,50±0,38	102,96±0,21	97,70±0,70	93,60±0,60	87,70±0,80	83,70±0,07	*	*
87	125,94± 10,17	112,10±0,37	109,90±0,33	107,30±0,12	102,10±0,30	97,90±0,50	89,80±0,46	*	*
90	138,85±10,71	120,30±0,74	116,40±0,30	114,10±0,54	110,50±0,63	93,40±0,20	*	*	*
93	143,90±7,60	126,20± 1,02	110,30±0,03	102,50±0,74	97,80 ±0,83	90,50±0,90	*	*	*
96	151,31±6,50	148,20±0,89	145,30±0,05	143,20±1,32	139,90±1,12	131,20±2,00	*	*	*
99	150,96±12,72	146,20±0,97	141,90±0,80	138,40±3,56	130,80±2,28	*	*	*	*
102	182,67±4,25	179,70±0,62	173,70±0,99	169,90±0,57	*	*	*	*	*
105	204,66±4,30	188,40±0,63	182,20±1,30	178,00±0,31	*	*	*	*	*
108	194,13±3,85	184,30±0,41	179,30±1,03	176,80±0,23	*	*	*	*	*
111	213,75±4,50	210,20±0,08	208,90±2,43	202,10±5,60	*	*	*	*	*
114	222,38±5,54	212,60±0,25	202,80±0,23	196,40±0,35	*	*	*	*	*
117	227,38±8,40	217,10±0,75	214,50 ±3,40	209,70±2,31	*	*	*	*	*
120	225,73±6,37	216,20±0,21	213,70±4,70	*	*	*	*	*	*
125	234,20±2,45	230,60±0,74	228,80±5,63	*	*	*	*	*	*

*Banana sobre madura

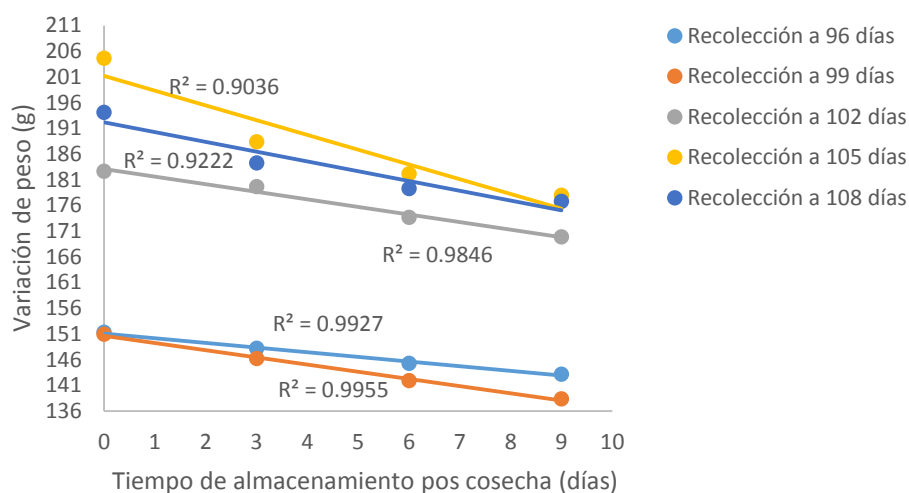


Figura 17: Variación de peso en almacenamiento pos cosecha de la banana.

El estimado estadístico ha mostrado que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, resultado que confirma la existencia de una diferencia estadística significativa entre las medias de peso, correspondientes a los días de recolección después de la floración, con una probabilidad de error del 5%.

La Figura 18 muestra la diferencia de media estadística de la evaluación del peso de la fruta en almacenamiento pos cosecha, observándose una tendencia natural de disminución del peso en el almacenamiento pos cosecha y tres grupos de medias estadísticamente homogéneos, lo que indica que entre los grupos establecidos no existe diferencia estadística significativa, estos resultados son corroborados a través de la tabla de prueba múltiple de rangos indicados en el Anexo 1.

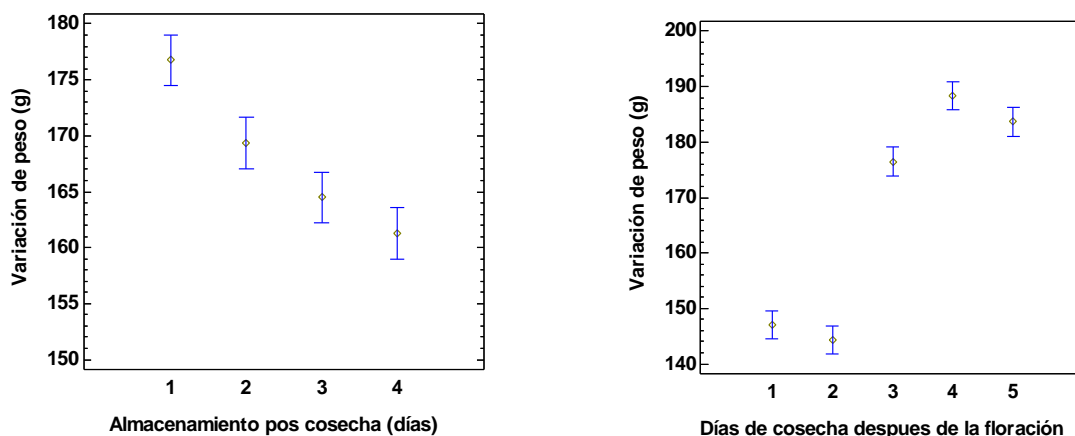


Figura 18: Diferencia de media estadística de la variación de peso de la banana en almacenamiento pos cosecha a temperatura y humedad relativa ambiente.

La Tabla 13 y Figura 19, muestran el comportamiento de la textura en almacenamiento (Temperatura ambiente $21\pm 1^\circ$ y humedad relativa $80\pm 5\%$), observándose que en todos los casos evaluados, la presión de penetración es cada vez menor a medida que se incrementan los días de almacenamiento pos cosecha.

La Figura 19, ilustra la variación de la textura, donde se aprecia para todos los casos evaluados una tendencia de ajuste lineal con pendiente negativa cuyos coeficientes de determinación (R^2) correspondieron entre 0.75 y 0.97), hecho que confirma lo manifestado por Dadzie y Orchard (1997), Durand (2002), Parra et al. (2007), Beltrán et al. (2010) y Osuna et al. (2007), quienes coinciden en indicar que la maduración pos cosecha es la continuación de un proceso fisiológico que ocurre durante un período de tiempo, que se inicia antes de finalizar el crecimiento del fruto en el árbol, los cuales determinan cambios en la consistencia (de duro a blando) y el desarrollo de las características organolépticas como color, olor y sabor.

Tabla 13: Variación de la textura (lb-f) en almacenamiento pos cosecha de la banana.

Cosecha (Días después de la floración)	Textura (lb-f) durante el almacenamiento (días)) a T° ambiente								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	11,50±0,71	11,39±0,21	10,80±0,11	8,98±0,33	6,50±0,13	5,30±1,80	4,10±0,09	3,10±0,10	2,70±0,13
70	11,50±0,41	11,05±0,12	10,36±0,60	9,01±0,91	6,70±0,36	4,60±0,20	3,90±0,61	2,30±0,30	*
80	11,00±0,25	10,12±0,22	9,37±0,90	7,23±0,44	5,50±0,57	4,70±0,80	3,80±0,96	2,10±0,19	*
84	10,50±0,48	10,22±0,34	9,55±0,27	7,69±0,65	5,10±0,61	4,10±0,50	3,20±0,01	*	*
87	9,75±0,25	9,12±0,10	9,10±0,31	7,23±0,21	6,10±0,90	4,90±0,10	3,70±0,47	*	*
90	9,50±0,48	9,08±1,30	8,25±0,28	6,47±0,47	4,69±0,60	2,10±0,40	*	*	*
93	9,50±0,24	9,21±0,23	8,23±0,13	6,46±0,32	4,09±0,80	1,90±1,20	*	*	*
96	9,75±0,16	9,44±0,40	8,45±0,08	6,77±0,07	3,40±0,01	1,91±2,30	*	*	*
99	9,50±0,50	8,99±0,17	7,77±0,10	6,99±0,15	2,50±0,20	*	*	*	*
102	9,00±0,48	7,50±0,66	6,56±0,91	3,13±0,78	*	*	*	*	*
105	8,50±0,20	7,56±0,11	6,88±2,30	3,34±1,25	*	*	*	*	*
108	8,35±0,24	7,77±0,97	7,12± 1,05	3,21±3,52	*	*	*	*	*
111	8,75±0,31	8,55± 1,22	7,98±1,44	3,92±3,12	*	*	*	*	*
114	8,50±0,52	7,89±0,55	6,21±0,29	2,25±0,68	*	*	*	*	*
117	8,25±0,44	7,25±0,27	6,52±0,60	2,12±0,85	*	*	*	*	*
120	8,25±0,24	7,40±0,86	2,64±0,30	*	*	*	*	*	*
125	8,00±0,38	7,13±0,45	2,31±0,91	*	*	*	*	*	*

- Banana sobre madura.

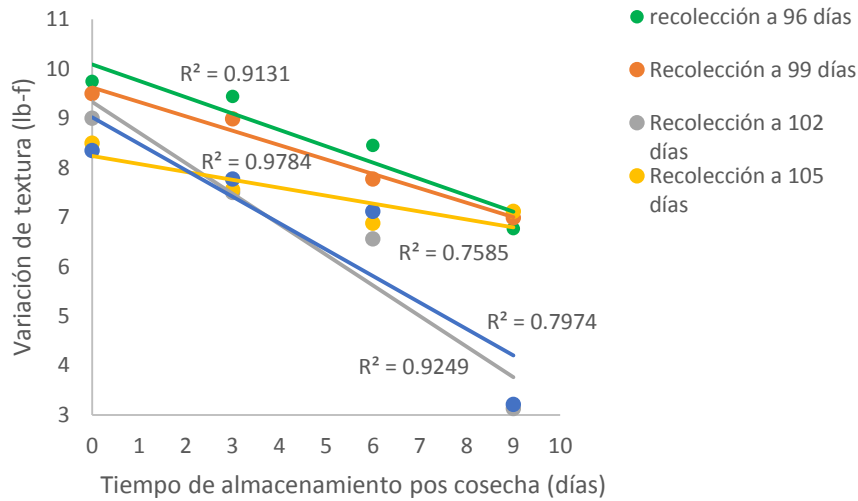


Figura 19: Variación de textura en almacenamiento pos cosecha de banana.

El estimado estadístico ha mostrado que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, resultado que indica que existe diferencia estadística significativa para la media de la textura entre un nivel de cosecha después de la floración y otro, con una probabilidad de error del 5%.

La Figura 20 muestra la comparación de media estadística de la evaluación de textura de la fruta en almacenamiento pos cosecha, observándose dos grupos estadísticamente homogéneos, lo que indica que entre ellas no existe diferencia estadística significativa tal como se muestran en la Tabla de prueba múltiple de rangos indicados en el Anexo 2.

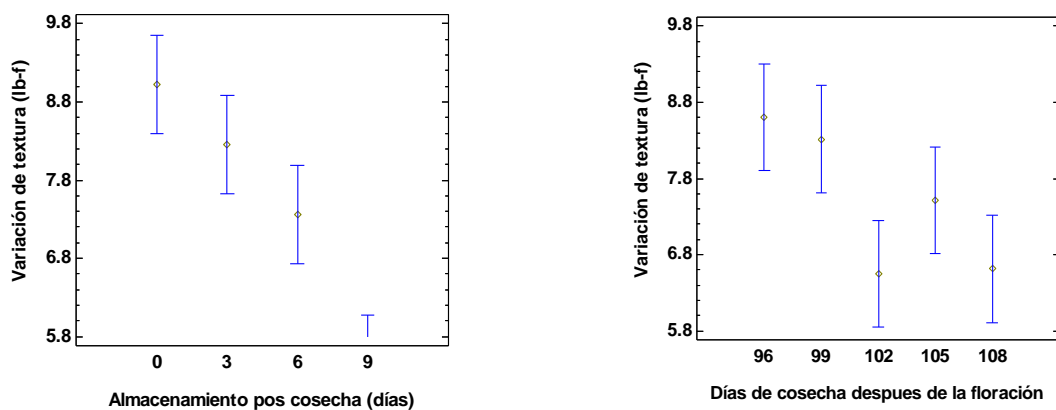


Figura 20: Diferencia de media estadística de la variación de textura de la banana en almacenamiento pos cosecha a temperatura ambiente

La Tabla 14 y Figura 21, presentan los resultados de la evaluación del contenido de almidón en almacenamiento pos cosecha de plátano seda (Temperatura ambiente $21\pm 1^\circ$ y humedad relativa $80\pm 5\%$). Se observa una disminución rápida del contenido de almidón de la fruta, como producto de la hidrólisis permanente de este componente en azúcares como glucosa y fructosa, que son responsables del sabor dulce agradable del plátano, Barrera et al. (2010), Arias y Toledo (2000) indican que los frutos en general tienen este comportamiento.

Las muestras cosechadas a 99, 102, 105 y 108 días después de la floración experimentaron una reducción brusca del contenido de almidón hasta niveles mínimos en menos de 12 días; en tanto que en la muestra cosechada a 96 días después de la floración estas cantidades siguen descendiendo hasta los 15 días de almacenamiento; Pantastico (1984), León y Mejía (2002), Arias y Toledo (2000) y Defilippi (2009) y Barrera et al. (2010), sostienen que cuanto mayor es el ritmo respiratorio del producto, menor es su vida útil de almacenamiento, mientras que Serrano et al., (2011), refiere que esta reducción es producto de la hidrólisis acelerada del almidón en azúcares menores como glucosa y fructosa.

Tabla 14: Variación del contenido del almidón (g/100g) en almacenamiento pos cosecha de banana.

Cosecha (Días después de la floración)	Almidón (g/100g) durante el almacenamiento (días) a T° ambiente								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	17,169±1,8	8,27±0,45	8,35±0,64	8,25±0,72	8,05±0,37	7,55±0,55	6,90±0,92	6,15±0,71	5,84±0,42
70	18,126±1,03	9,24±0,77	9,22±0,22	9,12±0,52	8,76±0,74	8,20±0,96	5,90±0,81	3,49±0,49	*
80	21,261±1,50	11,26±0,62	11,02±0,71	10,33±0,84	8,87±0,32	6,90±0,22	5,14±0,63	3,60±0,51	*
84	21,864±1,30	13,09±0,95	13,13±0,66	12,46±0,51	8,38±0,21	4,33±0,56	3,11±0,41	*	*
87	23,843±1,10	16,40±1,01	15,32±0,79	13,07±0,64	8,47±0,86	3,90±0,31	3,12±0,50	*	*
90	23,932±0,99	16,32±0,63	13,70±0,92	7,49±0,43	3,42±0,71	1,90±0,12	*	*	*
93	23,968±0,46	15,22±0,81	11,90±0,51	6,45±0,33	3,02±0,22	2,00±0,08	*	*	*
96	23,879±1,30	16,32±0,79	10,99±0,62	5,33±0,41	2,90±0,09	1,68±0,10	*	*	*
99	23,769±1,80	15,64±0,23	10,89±0,39	4,22±0,54	2,02±0,07	*	*	*	*
102	23,324±1,26	17,64±0,98	11,38±0,47	3,17±0,22	1,55±0,12	*	*	*	*
105	22,863±1,54	18,77±0,51	11,23±0,70	2,79±0,23	1,44±0,14	*	*	*	*
108	22,563±0,96	19,65±0,97	12,43±0,65	2,04±0,11	*	*	*	*	*
111	22,462±1,65	18,44±0,87	12,23±0,80	2,13±0,21	*	*	*	*	*
114	22,378±1,87	19,33±1,21	11,90±1,05	1,89±0,07	*	*	*	*	*
117	21,569±0,37	17,64±0,90	10,75±0,78	1,35±0,10	*	*	*	*	*
120	21,189±1,50	9,33±0,55	1,76±0,09	*	*	*	*	*	*
125	21,098±1,12	8,90±1,03	1,13±0,11	*	*	*	*	*	*

- Banana sobre madura

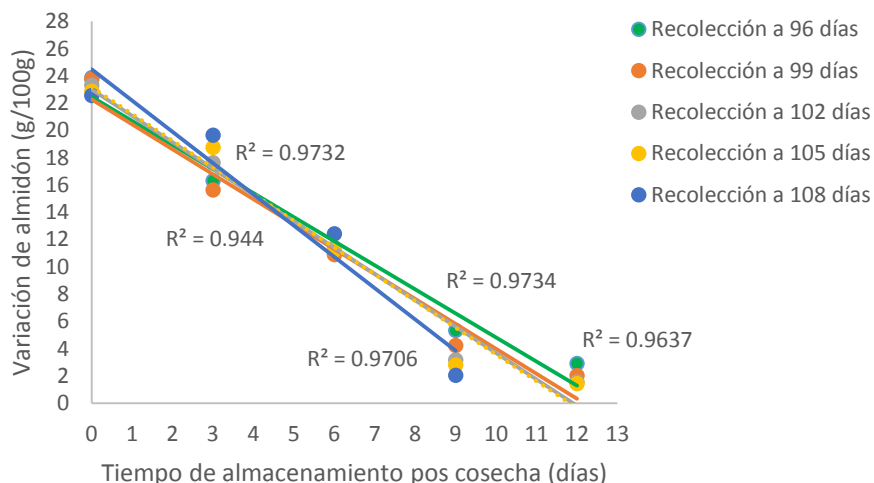


Figura 21: Variación del contenido de almidón en almacenamiento pos cosecha de banana.

El estimado estadístico ha mostrado que el valor-P de la razón-F es mayor que 0.05, resultado que induce a concluir que no existe diferencia estadística significativa para la media de variación del contenido de almidón entre un nivel de cosecha después de la floración y otro, con una probabilidad de error del 5%.

La Figura 22 muestra la comparación de media estadística de la variación del contenido de almidón de la fruta en almacenamiento pos cosecha, aun cuando muestran una tendencia permanente de disminución, se observa un solo grupo estadísticamente homogéneo, tal como puede corroborarse en la Tabla de prueba múltiple de rangos del Anexo 3.

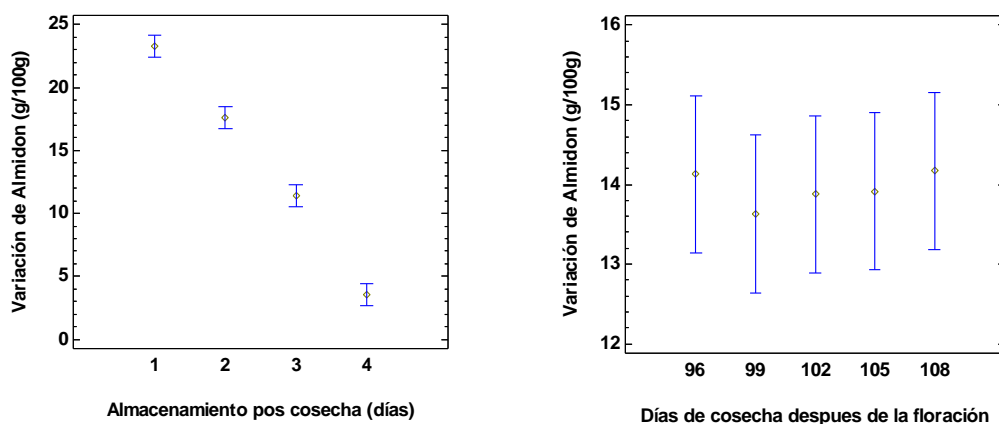


Figura 22: Diferencia de media estadística de la variación de almidón de la banana en almacenamiento pos cosecha a temperatura ambiente.

A través de la Tabla 15 y Figura 23, se muestran los resultados del contenido de azúcares totales de la banana en almacenamiento pos cosecha a temperatura y humedad relativa ambiente, observándose una tendencia permanente de crecimiento con el tiempo de almacenamiento, se aprecia en todos los casos un ascenso permanente y luego muestran una tendencia a declinar siguiendo por lo tanto una relación de ajuste regresional de grado tres, tal como lo indican los coeficientes de determinación estadística (R^2); así mismo, se determinó que la muestra cosechada a 96 días después de la floración, es la que tiene mayor dificultad para alcanzar los niveles óptimos de azúcar, en tanto que las muestras cosechadas a 99, 102, 105 y 108 días después de la floración alcanzan valores óptimos en menos de 15 días.

Tabla 15: Variación del contenido de azúcares totales (g/100g), en almacenamiento pos cosecha de banana.

Cosecha (Días después de la floración)	Azúcares totales (g/100g) durante el almacenamiento (días) a T° ambiente								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	0.090±0,02	0.123±0,01	0.185±0,04	0.291±0,02	0.785±0,11	2.200±0,63	4.862±0,52	8.426±0,71	9.244±0,54
70	0.107±0,03	0.138±0,05	0.376±0,10	0.663±0,06	3.474±0,31	7.035±0,82	11.476±0,91	12.631±1,01	*
80	0.124±0,03	0.713±0,02	3.101±0,22	5.522±0,61	8.554±0,88	10.264±0,97	12.829±1,11	16.679±0,92	*
84	0.185±0,01	0.788±0,11	3.939±0,23	6.302±0,55	11.345±0,91	15.883±0,99	18.636±1,05	*	*
87	0.206±0,07	1.016±0,12	5.082±0,43	7.623±0,79	12.960±0,96	18.143±1,11	21.325±0,99	*	*
90	0.881±0,09	1.242±0,22	7.452±0,91	11.922±1,06	18.701±0,94	25.752±2,01	*	*	*
93	1.319 ±0,21	2.030±0,31	10.154±1,01	16.041±1,22	21.833±1,31	29.492±1,81	*	*	*
96	1.762±0,03	2.606±0,35	10.861±0,87	17.705±0,97	24.737±1,05	31.766±1,09	*	*	*
99	2.321±0,05	2.762±0,21	13.808±0,93	21.644±1,04	30.858±1,10	*	*	*	*
102	2.463±0,12	3.479±0,44	12.186±0,98	19.569±0,99	26.298±1,32	*	*	*	*
105	2.665±0,24	6.954±0,62	12.601±1,08	18.705±0,79	24.337±1,09	*	*	*	*
108	4.470±0,65	9.114±1,00	17.449±1,23	22.723±1,32	*	*	*	*	*
111	5.587±0,78	11.066±0,92	17.981±1,65	22.899±0,99	*	*	*	*	*
114	6.068±0,71	11.677±1,04	16.562±1,73	21.242±1,33	*	*	*	*	*
117	6.579±0,89	12.692±0,95	16.790±1,22	20.127±1,09	*	*	*	*	*
120	7.405±0,97	14.273±1,11	19.104±1,43	*	*	*	*	*	*
125	9.258±1,00	14.178±0,99	18.325±1,11	*	*	*	*	*	*

- Banana sobre madura

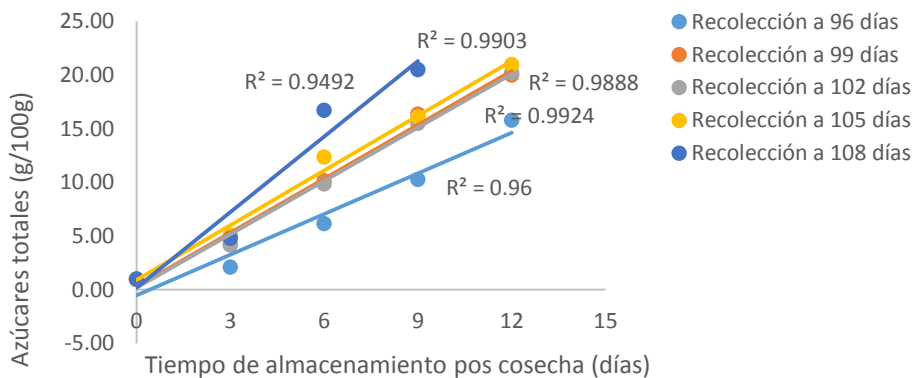


Figura 23: Variación de azúcares totales en almacenamiento pos cosecha de banana.

El comportamiento determinado en esta investigación, se corrobora con lo indicado por Arias y Toledo (2000), Pantastico (1984), León y Mejía (2002), Defilippi (2009) y Barrera et al. (2010), quienes sostienen que la disminución por hidrólisis del contenido de almidón de la fruta, es completamente compatible con el incremento de los azúcares totales y solubles.

E análisis estadístico ha mostrado que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, lo cual indica que existe diferencia estadística significativa para la media del contenido de azúcares totales entre un nivel de cosecha después de la floración y otro, con una probabilidad de error del 5%.

La Figura 24 muestra la comparación de media estadística de la variación del contenido de azúcares totales de la muestra en almacenamiento pos cosecha, observándose una tendencia permanente de incremento y tres grupos estadísticamente homogéneos, lo que expresa que entre los grupos establecidos no existe diferencia estadística significativa, tal como puede verificarse en la Tabla de prueba múltiple de rangos, presentada en el Anexo 4.

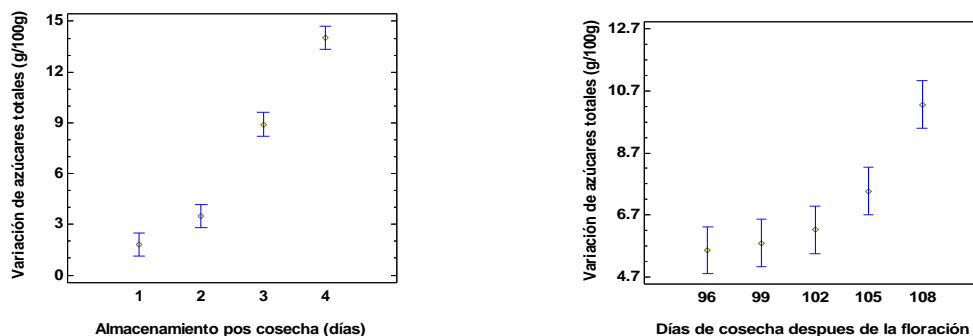


Figura 24: Diferencia de media estadística de la variación de azúcares totales de la banana en almacenamiento pos cosecha.

La Tabla 16 y Figura 25, presentan los resultados del contenido de azúcares reductores en almacenamiento pos cosecha de banana, a temperatura y humedad relativa ambiente y cosechadas a 96, 99, 102, 105 y 108 días después de la floración, observándose que todas las muestras tienden a incrementar su contenido de azúcar reductor de forma permanente con el tiempo de almacenamiento, sin embargo el comportamiento de grado tres seguido por la muestra cosechada a 108 días después de la floración, permite asumir que todas las muestras al final de su etapa de maduración tienden a decrecer en contenido de azúcares totales siguiendo una cinética de grado tres tal como puede verificarse con los coeficientes de determinación estadística (R^2); en las muestras recolectadas a 99, 102, 105 y 108 días después de la floración, se observaron valores que superan los 6 g/100 g de muestra en aproximadamente 6 días, en tanto la muestra cosechada a 96 días después de la floración requiere de mayor tiempo para lograr estos niveles de concentración.

Este resultado es corroborado por Arias y Toledo (2000), Defilippi (2009), Paull (1993), Pérez (2008), León y Mejía (2002) y Barrera et al. (2010), quienes refieren que los procesos biológicos y bioquímicos naturales del proceso de maduración pos cosecha del plátano, al generarse la hidrólisis de los polisacáridos como el almidón en moléculas menores como los azúcares, generan también la degradación de éstos últimos en sus moléculas menores como glucosa y fructuosa.

El estimado estadístico arroja que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, lo que indica que existe diferencia estadística significativa para la media del contenido de azúcares reductores entre un nivel de cosecha después de la floración y otro al 5% de error.

Tabla 16: Variación del contenido de azúcares reductores (g/100g), en almacenamiento pos cosecha de banana.

Cosecha (Días después de la floración)	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE (DÍAS)								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	0,080±0,01	0,080±0,03	0,120±0,01	0,192±0,02	0,518±0,11	1,452±0,21	3,209±0,41	6,418±0,82	7,627±0,92
70	0,081±0,02	0,083±0,01	0,228±0,11	0,402±0,21	2,105±0,72	4,263±0,71	8,025±1,01	10,101±1,03	*
80	0,079±0,03	0,396±0,11	1,584±0,52	3,068±0,69	7,752±1,03	5,702±0,77	8,553±0,99	11,119±1,23	*
84	0,101±0,05	0,404±0,04	2,020±0,48	3,232±0,73	5,818±0,66	8,145±1,03	13,032±1,11	*	*
87	0,121±0,03	0,484±0,11	2,420±0,70	3,630±0,91	6,171±0,99	0,639±0,22	13,822±1,33	*	*
90	0,368±0,11	0,552±0,12	3,312±0,61	5,299±1,00	9,538±1,14	14,307±0,95	*	*	*
93	0,398±0,09	0,796±0,14	3,980±0,99	6,368±1,06	9,552±1,00	14,806±1,06	*	*	*
96	0,376±0,07	0,965±0,21	4,816±0,81	7,056±0,93	9,876±1,03	15,308±1,41	*	*	*
99	0,526±0,06	1,052±0,16	5,260±0,74	9,468±1,22	15,451±1,09	*	*	*	*
102	0,687±0,21	1,546±0,22	6,032±0,82	9,651±1,00	15,538±1,32	*	*	*	*
105	0,916±0,33	3,384±0,64	6,132±0,90	9,910±1,25	15,639±1,82	*	*	*	*
108	1,546±0,43	4,638±0,80	10,013±1,06	15,563±1,01	*	*	*	*	*
111	1,910±0,32	5,763±0,91	10,456±1,09	15,830±1,96	*	*	*	*	*
114	2,010±0,66	7,012±0,87	11,365±1,42	16,010±1,55	*	*	*	*	*
117	2,108±0,78	8,134±1,00	12,016±0,98	16,230±1,76	*	*	*	*	*
120	2,687±0,61	9,768±1,08	16,040±1,78	*	*	*	*	*	*
125	3,976±0,89	10,358±0,99	16,456±2,01	*	*	*	*	*	*

- Banana sobre madura

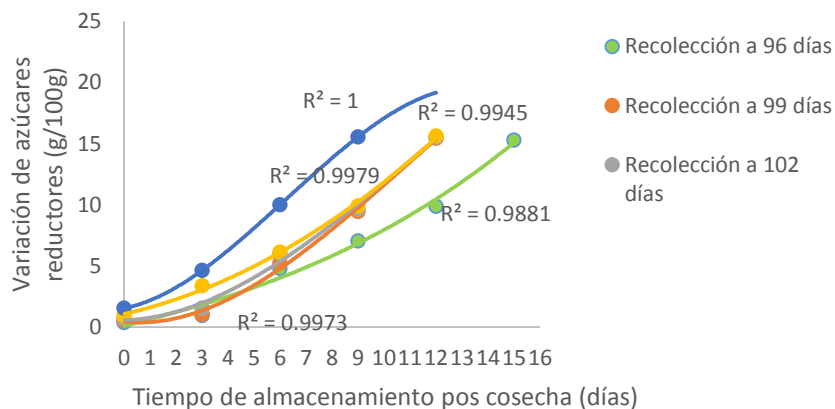


Figura 25: Variación de azúcares reductores en almacenamiento pos cosecha de banana.

La Figura 26 muestra la comparación de media estadística de la evaluación del contenido de azúcares reductores de la fruta en almacenamiento pos cosecha, observándose también una tendencia permanente de crecimiento y dos grupos estadísticamente homogéneos, lo que indica que entre los grupos establecidos no existe diferencia estadística significativa, tal como se puede ver en la Tabla de prueba múltiple de rangos (anexo 5).

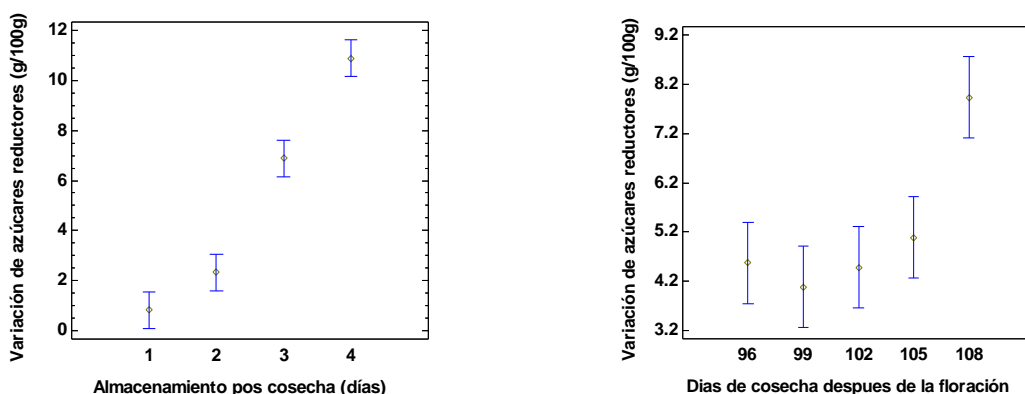


Figura 26: Diferencia de media estadística de la variación de azúcares reductores de la banana en almacenamiento pos cosecha.

La Tabla 17 y Figura 27, muestran los resultados de la evaluación del contenido de sólidos solubles totales (SST), determinándose que en todas las muestras analizadas se cumple un incremento permanente de los sólidos solubles totales, sin embargo en todos los casos se observa que al final del proceso de maduración tienden a decrecer, lo que permite tener una bondad de ajuste de grado tres, tal como lo indican los coeficientes de determinación estadística (R^2); observándose también que las muestras recolectadas por encima de los 99 días después de la floración logran tener el contenido de sólidos solubles totales característico antes de los 12 días de almacenamiento pos cosecha, mientras que aquellas

que fueron recolectadas a 96 días después de la floración, obtienen el valor requerido a partir de los 12 días en adelante. El comportamiento mostrado en estas Figuras, son concordantes con lo manifestado por Cheftel y Cheftel (2000), Braverman (1980), Beltrán et al. (2010), Barrera et al. (2010) y Osuna et al. (2007), quienes afirman que durante la maduración pos cosecha de las frutas, el contenido de almidón se reduce rápidamente con el consecuente incremento de los azúcares totales y reductores, así como incremento constante en los niveles de sólidos solubles totales, explicándose este hecho por la hidrólisis de los polisacáridos que dan lugar a la formación de los azúcares de menor peso molecular.

El análisis estadístico indica que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, resultado que induce a concluir que existe diferencia estadística significativa para la media de la variación de sólidos solubles totales entre un nivel de cosecha después de la floración y otro, con una probabilidad de error del 5%.

Tabla 17: Variación de los sólidos solubles totales (SST), en almacenamiento pos cosecha de banana.

Cosecha (Días después de la floración)	Sólidos solubles (%) durante el almacenamiento (días) a T° ambiente								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	0,35±0,01	0,34±0,02	0,37±0,03	0,41±0,01	0,59±0,10	1,32±0,35	1,76±0,11	2,54±0,55	5,61±1,02
70	0,75±0,03	0,82±0,06	0,91±0,02	1,06±0,33	1,49±0,12	1,96±0,26	2,30±0,33	6,78±1,04	*
80	0,77±0,02	0,90±0,08	1,32±0,33	1,42±0,46	1,58±0,52	2,49±0,72	6,21±0,72	7,31±1,83	*
84	0,83±0,05	1,06±0,11	1,74±0,54	1,97±0,22	3,78±0,62	5,16±0,97	8,96±1,08	*	*
87	0,82±0,06	1,36±0,21	1,84±0,37	4,54±0,61	7,89±1,01	10,16±1,52	13,00±1,21	*	*
90	0,84±0,02	3,10±0,86	6,29±0,91	10,50±1,32	13,72±1,32	16,92±1,38	*	*	*
93	0,91±0,05	2,86±0,66	7,59±1,05	12,38±2,02	16,88±2,02	19,93±2,05	*	*	*
96	0,93±0,03	3,09±0,14	9,16±1,11	11,26±1,67	15,79±1,94	20,00±1,87	*	*	*
99	0,96±0,02	3,21±0,56	10,15±1,32	16,37±2,06	20,01±2,21	*	*	*	*
102	0,99±0,01	4,16±0,64	9,85±1,61	15,51±1,87	20,20±1,86	*	*	*	*
105	1,00±0,05	5,08±0,83	12,36±2,09	16,09±1,32	21,00±2,07	*	*	*	*
108	1,00±0,03	4,79±0,91	16,72±2,04	20,50±1,01	*	*	*	*	*
111	1,10±0,23	5,21±1,01	17,89±1,84	21,05±2,08	*	*	*	*	*
114	1,20±0,11	7,06±1,21	16,32±2,01	19,80±1,75	*	*	*	*	*
117	1,40±0,07	7,15±1,34	16,87±1,09	20,00±2,04	*	*	*	*	*
120	1,40±0,08	6,39±1,01	19,88±2,21	*	*	*	*	*	*
125	1,60±0,09	7,59±0,99	19,90±2,01	*	*	*	*	*	*

*Banana sobre madura.

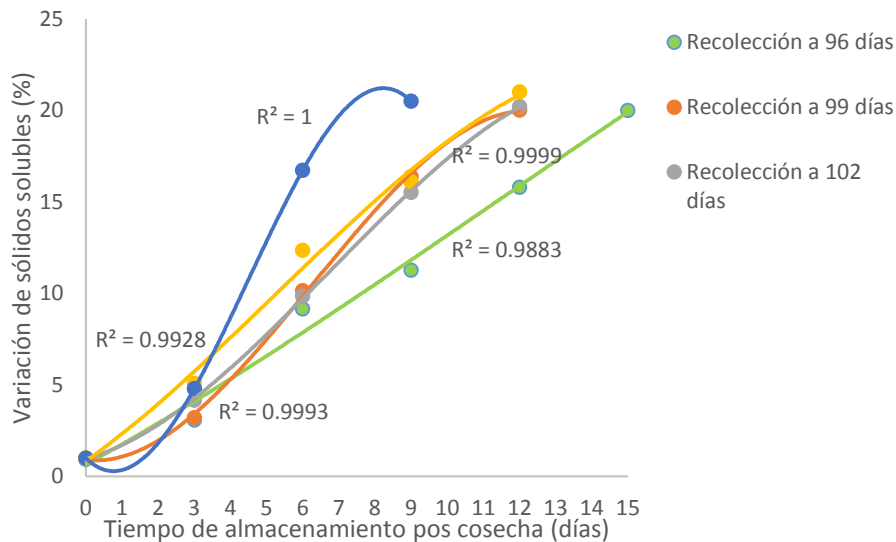


Figura 27: Variación de sólidos solubles totales en almacenamiento pos cosecha de banana.

La Figura 28 muestra la comparación de media estadística de la variación de los sólidos solubles totales de la fruta en almacenamiento pos cosecha, observándose que existe una tendencia permanente de crecimiento y dos grupos estadísticamente homogéneos, lo que muestra que entre los grupos establecidos no existe diferencia estadística significativa, hecho que es corroborado por la Tabla de prueba múltiple de rangos presentados en el Anexo 6.

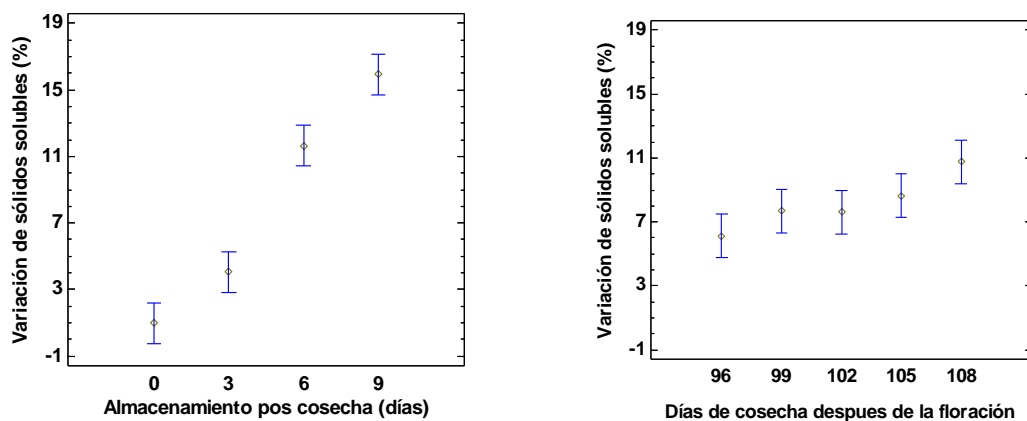


Figura 28: Diferencia de media estadística de la variación de sólidos solubles de la banana en almacenamiento pos cosecha.

La Tabla 18 y Figura 29, presentan los resultados de la variación de pH en almacenamiento pos cosecha de banana, observándose que en todos los casos existe incremento pero irregular siendo más notable en la muestra cosechada a 96 días después de la floración, con bondades de ajuste de grado tres con el tiempo de almacenamiento, tal como indican los coeficientes de determinación estadística (R^2). En las frutas cosechadas a 99, 102, 105 y 108 días después

de la floración tienden a tomar su máximo valor entre 4 y 5 días, en tanto la muestra cosechada a 96 días después de la floración logra tener el valor más alto después de los 12 días, sin embargo todas las variaciones muestran un ajuste de grado tres con el tiempo de almacenamiento, tal como lo corroboran los coeficientes de determinación estadística (R^2), este comportamiento es concordante con lo manifestado por Arias y Toledo (2000), Dadzie y Orchard (1997) y Beltrán et al. (2010), quienes sostienen que todo cambio bioquímico en un organismo vivo, genera una secuencia de modificaciones que obliga muchas veces a utilizar componentes libres para generar nuevos, así como dejar libre a otros, siendo éste último compatible con el incremento del pH en la fruta, que durante el almacenamiento pos cosecha continúa respirando.

Tabla 18: Variación del pH en almacenamiento pos cosecha de banana.

Cosecha (Días después de la floración)	pH durante el almacenamiento (días) a T° ambiente								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	4,12±0,01	4,08±0,27	4,13±0,39	4,18±0,77	4,21±0,88	4,32±0,77	4,54±0,55	4,53±0,30	4,71±0,67
70	4,36±0,23	4,38±0,36	4,37±0,29	4,54±0,67	4,53±0,76	4,57±0,89	4,65±0,69	4,64±0,48	*
80	4,48±0,09	4,47±0,77	4,53±0,39	4,57±0,84	4,61±0,56	4,60±0,71	4,63±0,95	4,65±0,51	*
84	4,42±0,16	4,45±0,64	4,44±0,28	4,58±0,91	4,64±0,28	4,68±0,52	4,71±0,33	*	*
87	4,52±0,23	4,57±0,17	4,62±0,30	4,67±0,42	4,73±0,47	4,77±0,41	4,84±0,26	*	*
90	4,54±0,43	4,58±0,90	4,65±0,29	4,70±0,26	4,82±0,31	4,87±0,34	*	*	*
93	4,64±0,21	4,71±0,35	4,78±0,91	4,83±0,65	4,88±0,17	4,91±0,47	*	*	*
96	4,67±0,07	4,66±0,21	4,69±0,52	4,75±0,34	4,93±0,66	4,97±0,60	*	*	*
99	4,71±0,27	4,78±0,33	4,87±0,31	4,91±0,22	4,93±0,90	*	*	*	*
102	4,75±0,57	4,83±0,44	4,85±0,65	4,90±0,44	4,98±0,87	*	*	*	*
105	4,74±0,08	4,77±0,22	4,87±0,45	4,88±0,98	4,97±0,64	*	*	*	*
108	4,77±0,11	4,81±0,65	4,86±0,60	4,95±0,62	*	*	*	*	*
111	4,78±0,15	4,83±0,76	4,88±0,37	4,99±0,53	*	*	*	*	*
114	4,81±0,08	4,87±0,35	4,96±0,92	5,02±0,45	*	*	*	*	*
117	4,87±0,05	4,96±0,50	5,10±0,86	5,15±0,77	*	*	*	*	*
120	4,86±0,22	4,89±0,61	5,22±0,66	*	*	*	*	*	*
125	4,91±0,45	4,95±0,47	5,08±0,45	*	*	*	*	*	*

- Banana sobre madura.

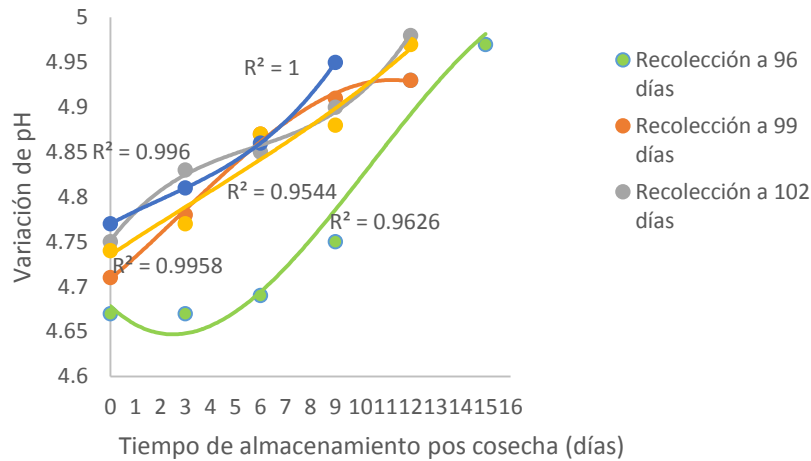


Figura 29: Variación de pH en almacenamiento pos cosecha de banana.

El análisis estadístico indica que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, lo que permite concluir que existe diferencia estadística significativa para la media de la variación de pH entre un nivel de cosecha después de la floración y otro, con una probabilidad de error del 5%.

La Figura 30 muestra la comparación de media estadística de la variación del pH de la fruta en almacenamiento pos cosecha, observándose una tendencia de incremento aparente y tres grupos estadísticamente homogéneos que no muestran diferencia significativa entre ellos, tal como se corrobora con la Tabla de prueba múltiple de rangos del Anexo 7.

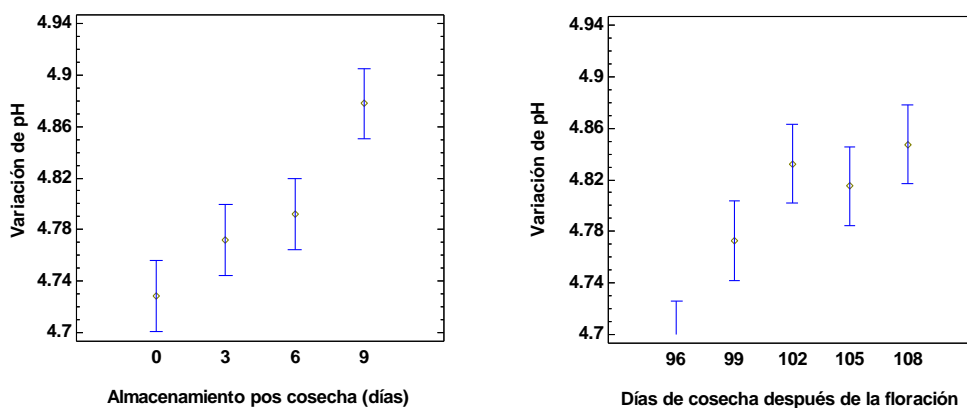


Figura 30: Diferencia de media estadística de variación de pH de la banana en almacenamiento pos cosecha.

La Tabla 19 y Figura 31, presentan los resultados del análisis del contenido de acidez en las muestras, los valores indican un incremento no permanente con el tiempo de almacenamiento pos cosecha de banana, por cuanto hasta los 4 días de almacenamiento, por ejemplo, en el caso de muestras cosechadas a 99, 102, 105 y 108 días después de la floración existe incremento de la acidez, por encima de este tiempo en todos los casos existe una disminución, mostrando un ajuste aparentemente polinómico de grado 3, conforme lo corroboran los coeficientes de determinación estadística (R^2), igual comportamiento se ha determinado para el caso de la muestra cosechada a 96 días después de la floración.

Estos resultados son concordantes con lo manifestado por Pantastico (1984), León y Mejía (2002), Arias y Toledo (2000), Defilippi (2009), Dadzie y Orchard (1997) y Quiceno et al. (2014), quienes coinciden en sostener que la acidez (ácido málico) se incrementa durante la maduración del fruto, lo que coincide con lo reportado por Giraldo et al. (2000). En la mayoría de los frutos en el proceso de maduración, los ácidos orgánicos son respirados o convertidos en azúcares; el plátano al contrario incrementa los niveles de ácidos orgánicos durante la maduración, lo que coincide con lo reportado por Quiceno et al. (2014), quien afirma que el incremento de este ácido ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro a amarillo intenso, proceso que está altamente relacionado con el sabor que toma el fruto durante la maduración por la concentración de acidez, los azúcares totales y reductores de la pulpa.

Asimismo, refieren los autores, que los cambios de la acidez de la pulpa durante la maduración dependen de la variedad. Algunas variedades de musa son caracterizadas por una disminución del pH en la pulpa y el aumento en la acidez cuando avanza la edad de la fruta. De este modo terminan indicando que el pH y la acidez no pueden ser utilizados como un indicador de la madurez para la generalidad de los bananos..

Tabla 19: Variación de la acidez (%), en almacenamiento pos cosecha de banana.

Cosecha (Días después de la floración)	Acidez (%) en almacenamiento (días) a T° ambiente								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
60	0,019±0,002	0,020±0,004	0,026±0,007	0,052±0,006	0,072±0,003	0,103±0,021	0,103±0,022	0,093±0,005	0,066±0,003
70	0,029±0,001	0,031±0,007	0,048±0,005	0,064±0,001	0,089±0,002	0,107±0,012	0,107±0,011	0,970±0,027	*
80	0,031±0,004	0,040±0,006	0,055±0,002	0,081±0,008	0,101±0,023	0,104±0,011	0,104±0,023	0,980±0,033	*
84	0,035±0,003	0,045±0,008	0,066±0,001	0,079±0,003	0,109±0,042	0,111±0,033	0,111±0,016	0,092±0,002	*
87	0,043±0,001	0,053±0,002	0,075±0,003	0,089±0,004	0,113±0,011	0,109±0,011	0,109±0,011	*	*
90	0,054±0,005	0,068±0,003	0,088±0,001	0,107±0,024	0,102±0,021	0,100±0,023	0,100±0,043	*	*
93	0,053±0,007	0,075±0,006	0,082±0,003	0,117±0,033	0,113±0,033	0,108±0,022	0,108±0,021	*	*
96	0,054±0,005	0,070±0,009	0,094±0,002	0,121±0,042	0,110±0,021	0,105±0,012	0,105±0,022	*	*
99	0,068±0,006	0,073±0,005	0,092±0,004	0,132±0,011	0,128±0,021	*	*	*	*
102	0,073±0,009	0,086±0,001	0,143±0,021	0,148±0,022	0,115±0,032	*	*	*	*
105	0,084±0,003	0,091±0,003	0,159±0,011	0,164±0,023	0,112±0,022	*	*	*	*
108	0,083±0,006	0,105±0,021	0,173±0,022	0,162±0,012	*	*	*	*	*
111	0,086±0,008	0,103±0,011	0,175±0,023	0,148±0,031	*	*	*	*	*
114	0,088±0,002	0,110±0,023	0,277±0,032	0,252±0,044	*	*	*	*	*
117	0,093±0,007	0,109±0,022	0,268±0,054	0,141±0,023	*	*	*	*	*
120	0,104±0,011	0,114±0,032	0,109±0,075	*	*	*	*	*	*
125	0,205±0,021	0,153±0,013	0,122±0,091	*	*	*	*	*	*

- Banana sobre madura

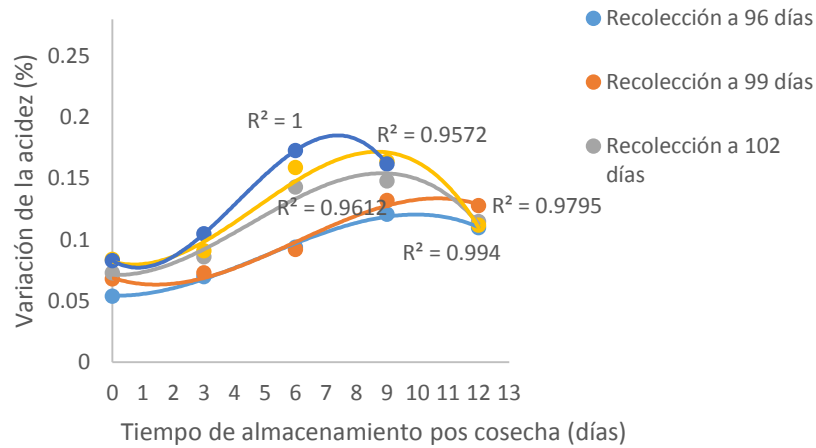


Figura 31: Variación de la acidez en almacenamiento pos cosecha de banana.

Estadísticamente, el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, lo que muestra que existe diferencia estadística significativa para la media de la variación de acidez entre un nivel de cosecha después de la floración y otro, con una probabilidad de error del 5%.

La Figura 32 muestra la comparación de media estadística de la variación de acidez de la fruta en almacenamiento pos cosecha, observándose una tendencia a incrementarse y dos grupos estadísticamente homogéneos sin diferencia significativa entre ellos, tal como lo indica la Tabla de prueba múltiple de rangos del Anexo 8.

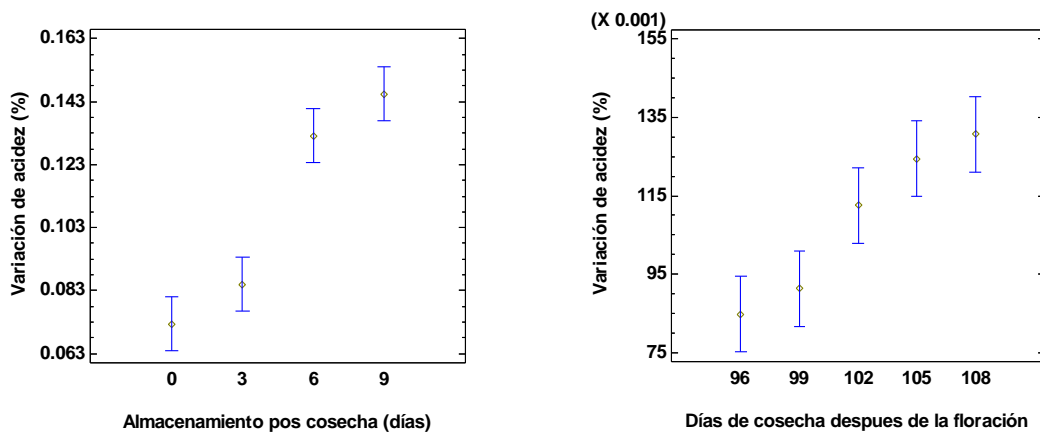


Figura 32: Diferencia de media estadística de la variación de la acidez de la banana en maduración pos cosecha a temperatura ambiente.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se determinó que entre los indicadores de maduración fisiológica como peso y textura, el contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles expresaron mejor el momento de cosecha, tal como se

muestra en la Figura 33, mientras que en la maduración pos cosecha se observó en todos los casos una disminución permanente del contenido de almidón frente a un incremento constante de los azúcares totales y sólidos solubles totales (SST), resultados que se indican en las Figuras 34, 35, 36, 37 y 38.

Así mismo, se encontró que el tiempo de permanencia en almacenamiento pos cosecha depende de la fecha de recolección, resaltando que las muestras recolectadas en el rango de 96 a 108 días después de la floración resultaron ser mejores.

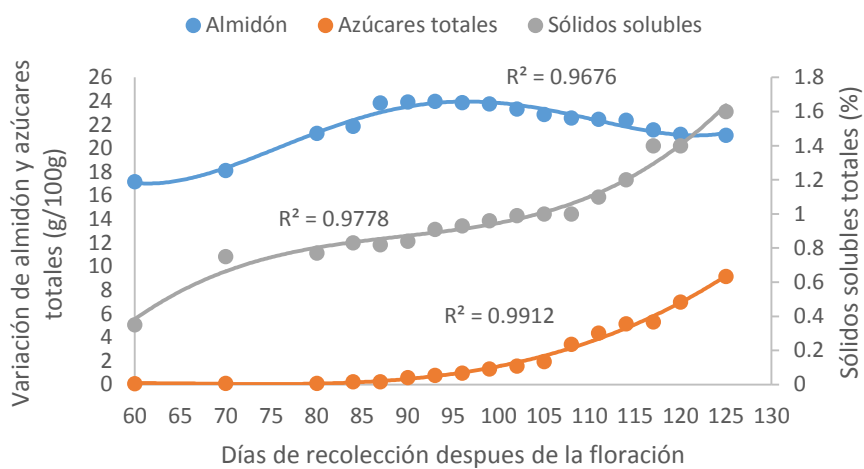


Figura 33: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en maduración fisiológica.

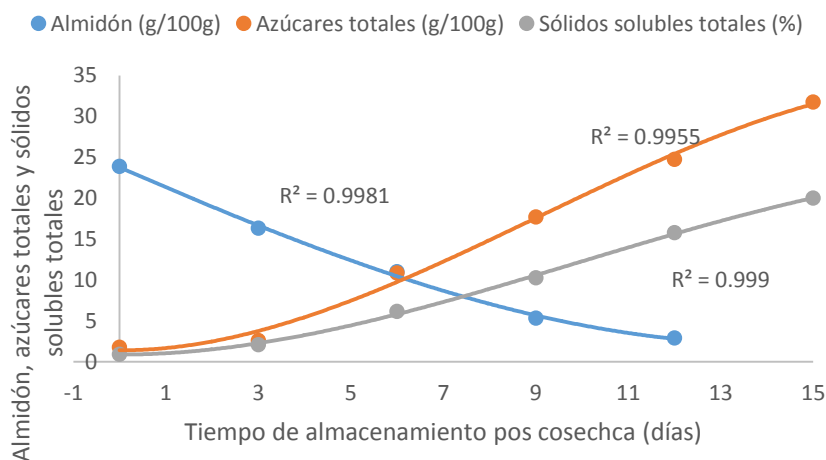


Figura 34: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 96 días después de la floración.

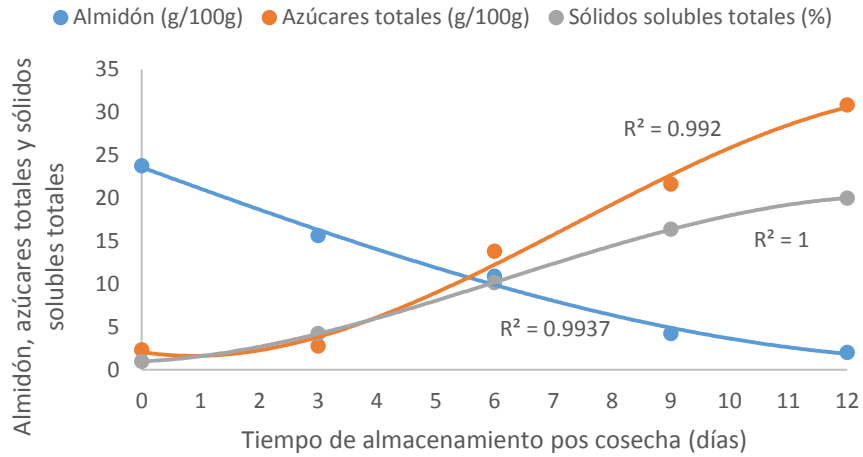


Figura 35: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 99 días después de la floración.

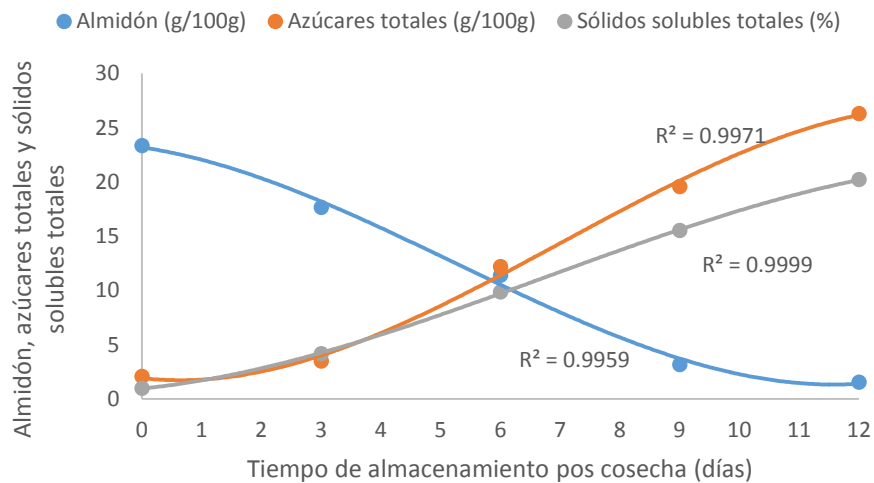


Figura 36: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 102 días después de la floración.

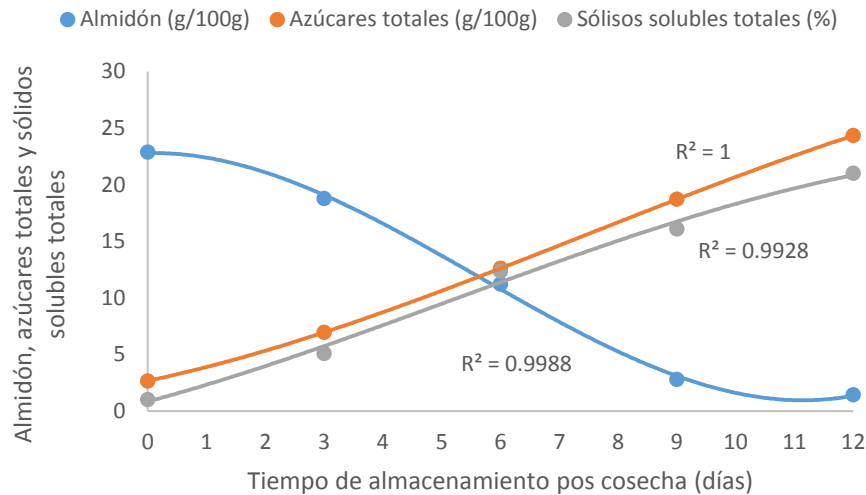


Figura 37: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 105 días después de la floración.

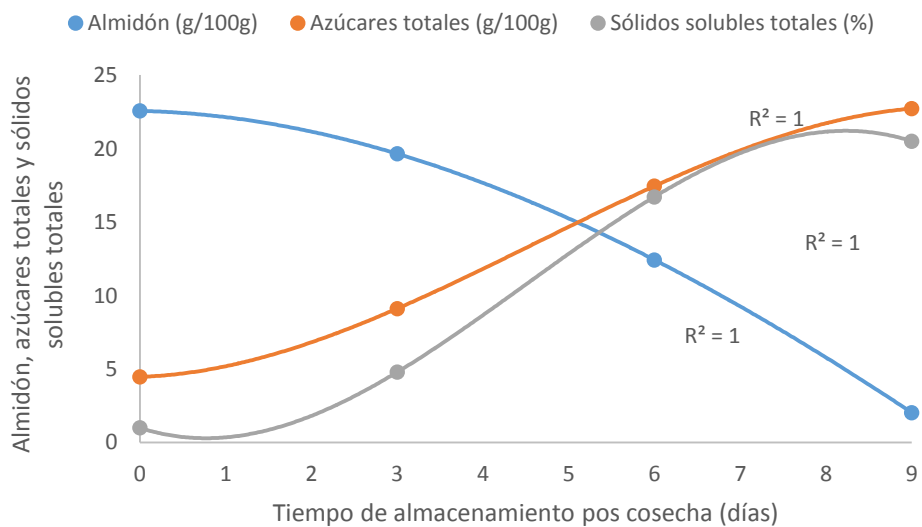


Figura 38: Comportamiento del contenido de almidón, azúcares totales y sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha, en frutos recolectados a 108 días después de la floración.

4.1.3. Evaluación sensorial.

En el Anexo 8 se presentan los resultados del análisis sensorial de rodajas de banana después de la maduración pos cosecha.

Los promedios de la calificación indicaron que la primera y última ubicación corresponde a las muestras recolectadas a los 108 y 96 días después de la floración, respectivamente.

El análisis de varianza mostrado en el anexo 8, indica que el valor-P en la comparación de medias de las muestras correspondientes a los días de cosecha después de la floración es menor a 0.05, lo que indica que este factor tiene efecto estadísticamente significativo sobre la calidad de la maduración pos cosecha con un 95% de confianza; en tanto que entre los panelistas no se observó diferencia estadística significativa.

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de medias, mostrado en el anexo 9 y la Figura 39, se observa que la muestra que tiene mayor aceptación de los panelistas, es aquella que fue cosechada a los 108 días después de la floración aun cuando no ha mostrado diferencia estadística significativa con aquella que fue cosechada a los 105 días después de la floración.

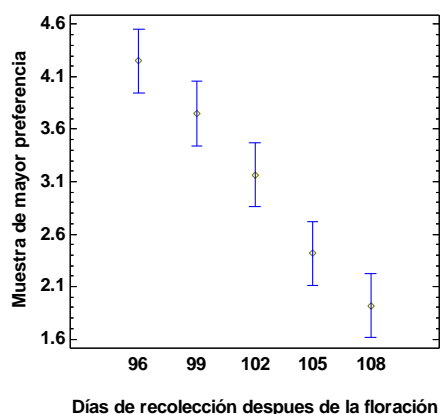


Figura 39: Comportamiento de medias de la evaluación sensorial de ordenamiento de banana.

En función a los resultados de análisis sensorial, se determinó que las muestras recolectadas a 108, 105 y 102 días después de la floración son las de mayor aceptación por los panelistas.

V. CONCLUSIONES

1. Los índices de madurez fisiológicos de la banana que mejor cuantificaron los componentes químicos en pos cosecha y una evaluación sensorial apropiada en banana variedad Gros Michel fueron; Textura, 8.35, 8.50 y 9.00 lb-f, almidón, 22.563, 22.863 y 23.324 g/100g, sólidos solubles totales, 1.00, 1.00 y 0.99 %; en frutos recolectados a 108, 105, y 102 días después de la floración respectivamente, con fines de lograr una mejor calidad sensorial y a partir de 90 días con fines de comercialización.
2. La banana en almacenaje experimentó los siguientes cambios:
La textura expresada como dureza de la pulpa, disminuyó en 5.14, 5.16 y 5.87 lb-f, el contenido de almidón en 20.52, 20.07 y 20.15 g/100 g; mientras que los azúcares totales se incrementaron en el rango 13.93, 15.82 y 16.16 g/100g, los sólidos solubles totales incrementaron en 19.5, 20 y 19.1%; a los 9 y 12 días de almacenamiento; en frutos recolectados a 108, 105 y 102 días después de la floración.
3. El pH y la acidez variaron tanto en la maduración fisiológica como en el almacenamiento pos cosecha; sin embargo no resultaron ser indicadores de cosecha ni de pos cosecha, dado que no ofrecieron una variabilidad definida en el tiempo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de desarrollo fisiológico y manejo pos cosecha de la banana considerando tipo y calidad de suelo en la provincia de Mala, con la finalidad de tener uniformidad en el control del inicio de la floración.
2. Evaluar la influencia de la temperatura en el almacenamiento pos cosecha, con la finalidad de determinar el tiempo de maduración.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adao, R. y Glória, B. 2005. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata*, *M. balbisiana*). *Food Chemistry*, Vol 90(4): 705-711.
2. Anurag, P.; Misra, P. y Sanwal, G. 2003. Pectate lyase activity during ripening of banana fruit. *Phytochemistry*, Vol 63(3): 243-248.
3. AOAC. 2013. *Official Methods of Analysis*, 15th edition (AOAC Arlington, VA), secs. 932.12.
4. AOAC. 1996. *Official Methods of Analysis*, 15th edition (AOAC, Arlington, VA), secs. 942.15.
5. AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*, 14th edition (AOAC, Arlington, VA), secs. 10.041.
6. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*, 15th edition (AOAC, Arlington, V A), secs. 2002.02.
7. Arias, C. y Toledo, J., 2000. "Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales" publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma-Italia, <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm>, (Setiembre, 2009).
8. Asociación de Exportadores (ADEX), 2016. Exportaciones de bananas. Sistema de Inteligencia Comercial.
9. Asociación de Gremios Productores del Perú (AGAP), 2016.

10. Audrey, E.; Michel, G.; Doriane, B.; Sophie, B. y Christophe, B. 2013. A model approach revealed the relationship between banana pulp acidity and composition during growth and post harvest ripening. *Scientia Horticulturae*, Vol 162(23):125-134
11. Barrera, J.; Arrazola, G. y Cayón, D. 2010. Caracterización físico química y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (*Musa AAB Simmonds*) en dos sistemas de producción. Facultad de Ciencias Agrícolas. Grupo Agricultura Sostenible, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
12. Beltran, D.; Velásquez, J. y Giraldo, G. 2010. Caracterización fisicoquímica de la maduración del plátano Dominico-Hartón (*Musa AAB Simmonds*). Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, Laboratorio de Diseño de Nuevos Productos, Universidad de Quindío, Armenia, Colombia.
13. Bhaskar, B.; Gardas, R.; Raut, D. y Narkhede, B. 2017. Modeling causal factors of post-harvesting losses in vegetable and fruit supply chain: An Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 80:1355-1371.
14. Braverman, J. 1980. *Introducción a la Bioquímica de los Alimentos*. Editorial OMEGA, 3era ed., Barcelona, España.
15. Brenes, S. y Gamboa 2017. Parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
16. Bugaud, C.; Ocrisse, G.; Salmon, F. y Rinaldo, D. 2014. Bruise susceptibility of banana peel in relation to genotype and post-climacteric storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, Vol 87:113-119.
17. Campusano, A.; Cornejo, F.; Ruiz, O. y Peralta, E. 2010. Efecto del tipo de producción de banano cavendish en su comportamiento post cosecha. *Revista Tecnológica*, Escuela Superior Politécnica del Litoral-Centro de Investigaciones Tecnológicas del Ecuador, Vol 23(2): 41-48.

18. Cámara de Comercio de Lima. Camtrade, 2016.
19. Clúster Banano JM, Julio 24, 2018. Disponible en: <http://banano.ebizar.com/los-mayores-exportadores-d-banano-del-mundo/>.
20. Collazos, M. 1996. Tablas de Composición de los Alimentos. Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Lima, Perú.
21. Corpas, I. y Tapasco, A.O. 2014. Hallazgos de la biosíntesis del etileno en frutas climatéricas y de los factores que afectan la ruta metabólica. Grupo de investigación y desarrollo tecnológico para el sector agroindustrial y agroalimentario (INDE TSA). Universidad Católica de Manizales, Colombia.
22. Cheftel, J. y Cheftel, H. 2000. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
23. Dadzie, B. y Orchard, J. 1997. Evaluación rutinaria post cosecha de híbridos de bananos y plátanos. Criterios y métodos. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italia.
24. Defilippi, B. 2009. Post cosecha de frutas y hortalizas. Disponible en www.inia.es/subtitulos/nodohortofruticola.
25. Durand, W. 2002. Influencia del momento de recolección en la calidad y tiempo de vida de mango (*Mangifera indica* L.) variedad haden. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
26. Ecu química, 2012. Revista el Agro.
27. Estadísticas Agrícolas de plátano: producción, superficie y rendimiento. Temas FAOSTATPlátano 2017. Disponible en: <https://blogagricultura.com/estadísticas-platano-producción/>.
28. Etienne, A.; Génard, M.; Bancel, D.; Benoit, S. y Bugaud, C. 2014. Citrate and malate accumulation in banana fruit (*Musa* sp. AA) is highly affected by genotype and fruit age, but not by cultural practices. *Scientia Horticulturae*, Vol 169:99-110.

29. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2007. Manual de Manejo Postcosecha de frutas tropicales. Disponible en www.fao.org.
30. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2005. Pérdidas en la manipulación después de la cosecha del banano. Disponible en www.fao.org/docrep/meeting/009/i5778s.htm.
31. Figueroa y Goerge, 1992. El cultivo del plátano en el Perú. Fundeagro, Lima, Perú.
32. García, J. 2016. Centro de Comercio Exterior. Cámara de Comercio, Lima, Perú.
33. Giraldo, G.A., Cayón, G., Arcila, M., y Torres, F. 2000. Cambios químicos durante la maduración del fruto de plátano dominico-hartón (Musa AAB Simmonds) asociados con el clima de la región cafetera central colombiana. Corbana; 26(53):21-34.
34. Guerrero, D.; Chong Shing, P.; Silva, M.; Vittoria, G. y Yarleque, I. 2012. Diseño de la línea de producción; Puré y deshidratado a base de banano orgánico. Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura, Perú.
35. Guevara, A. 2000. Tecnología Avanzada. Separatas del Curso Tecnología Avanzada. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
36. Guzmán, B.; Blanco, T. y Ayala, M. 1996. Nutrición Humana, Tomo II, Lima, Perú.
37. Herrera, M. y Colonia, L. 2011. Manejo Integrado del cultivo de plátano. Guía Técnica-Curso Taller. La Merced Chanchamayo-Huancayo, Junín. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social, Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú.
38. IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2008. Estudio de la Cadena Agroalimentaria de Plátano en República Dominicana. Secretaria de Estado de Agricultura (SEA).

39. Kasso, M. y Bekele, A. 2016. Post-harvest loss and quality deterioration of horticultural crops in Dire Dawa Region, Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, In press, corrected proof, Available online.
40. Kuang, J.; Chen, L.; Shan, W.; Yang, S. y Chen, J. 2013. Molecular characterization of two banana ethylene signaling component MaEBFs during fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, Vol 85: 94-101.
41. La Rosa, D. 2016. Exportación de banano orgánico a Canada. Universidad de Lima. Tesis, 182 pp.
42. León, A. y Mejía, L. 2002. Determinación del tiempo de crecimiento para cosecha comportamiento fisiológico post cosecha del banano “Gross Michael”. *Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos-Programa Inter facultades*, Universidad Nacional de Colombia.
43. Manoj y Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, Vol 158(1-2): 87-96.
44. Mejía, G. 2013. Comportamiento físico y químico pos cosecha de plátano Domicico Harton (*Musa AAB simmonds*), cultivado en el Municipio de Balacazar (Caldas). Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Santa Fé, Bogotá, Colombia.
45. Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC). 2009. Ficha Plátano. Dirección de Políticas Comerciales Externas, Departamento de Análisis Económico, Nicaragua. Disponible en www.mific.sob.ni.
46. Osuna, J.; Vazquez, V. y Perez, M. 2007. Caracterización post cosecha de cultivares de plátano para consumo en fresco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Santiago Ixcuintla, México.
47. Pantastico, E. 1984. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial CECSA, México. ISBN 698-26-0116-9.

48. Pathak, N.; Oluwafemi, J.; Wegner, G.; Rolleczeck, C. y Mahajan, V. 2017. Impacts of mixed fruit loading on postharvest physiological responses and quality of horticultural produce. *Food Packaging and Shelf Life*, Vol 14, Part A: 66-73.
49. Parra, A.; Hernández, J. y Camacho, J. 2007. Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas pre cosecha de la ciruela variedad horvin. *Revista Brasileira frutícola*. Joboticabal, vol 29(3): 431-437.
50. Paull, R. 2001. Advances in post harvest Technology for Tropical fruits. Actas del seminario internacional técnico y comercial sobreo frutas tropicales y subtropicales.
51. Pedrero, D. L. y Pangborn, R. M. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos. Analíticos. Editorial Alhambra Mexicana. D. F. México..
52. Pérez, G. 2008. Post recolección y transporte de frutas y hortalizas. Centro de Tecnología Post cosecha, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación, Valencia España.
53. Pranita, J.; Shyam, N. y Bharadway, R., 2012. Non-destructive prediction of quality of intact banana using spectroscopy. *Scientia Horticulturae*, Vol 135(24):14-22.
54. Quiceno, M.; Giraldo, G. y Villamizar, R. 2014. Caracterización físicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp AAB, Simmonds) para la industrialización. Facultad de Ciencias básicas y tecnologías. Universidad de Quindío, Armenia, Colombia.
55. Revista Peruana de Cardiología. 2000. Sociedad Peruana de cardiología, Lima, Perú. Disponible en www.sopecard.org/revistas.
56. Salazar, E.; Hernández, A. y Gómez, L. 2012. Identificación molecular del hongo *colletotrichum* ssp., aislado de banano (*Musa* spp). *Agronomía Costaricense*, Costa Rica: Vol 36(1):53-68.
57. Seemi, L.; Prabodh, T. y Pravendra, N. 2004. Changes in activities of cell wall hydrolases during ethylene-induced ripening in banana: effect of 1-MCP. ABA and IAA. *Postharvest Biology and Technology*, Vol 31(2): 119-126.

58. Serrano, M.; Umaña, G.; Sáenz, M.V. 2011. Fisiología Poscosecha, Composición Química y Capacidad Antioxidante de Frutas de Pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) cv. Tuirá Darién Cosechadas A Tres Diferentes Edades. *Agronomía Costarricense* 35(2): 75-87.
59. Sotomayor, C. 2015. Ministerio de Agricultura, Perú.
60. Subedi, K. y Walsh. 2011. Assessment of sugar and starch in intact banana and mango fruit by SWNIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*. Vol 62(3):238-245.
61. Yang, XY.; Xie, JX.; Wang FF.; Zhong, J.; Liu, YZ.; Li, GH. y Peng, SA. 2011. Comparison of ascorbate metabolism in fruits of two species with obvious difference in ascorbate content in pulp. *Journal of plant physiology*, Vol.168:2196-2205

VIII. ANEXOS

ANEXO 1:

Análisis estadístico de la variación del peso en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para Variación de peso - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:Momento de cosecha	6914.79	4	1728.7	157.32	0.0000
B:Almacenaje	680.771	3	226.924	20.65	0.0000
RESIDUOS	131.858	12	10.9882		
TOTAL (CORREGIDO)	7727.42	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Variación de peso con intervalos de confianza del 95.0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
Media Global	20	167.962			
Momento de cosecha					
96	4	147.003	1.65742	143.391	150.614
99	4	144.365	1.65742	140.754	147.976
102	4	176.493	1.65742	172.881	180.104
105	4	188.315	1.65742	184.704	191.926
108	4	183.632	1.65742	180.021	187.244
Almacenaje					
0	5	176.746	1.48244	173.516	179.976
3	5	169.36	1.48244	166.13	172.59
6	5	164.48	1.48244	161.25	167.71
9	5	161.26	1.48244	158.03	164.49

Pruebas de Múltiple Rangos para Variación de peso por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

Momento de cosecha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
99	4	144.365	1.65742	X
96	4	147.003	1.65742	X
102	4	176.493	1.65742	X
108	4	183.632	1.65742	X
105	4	188.315	1.65742	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
96 - 99		2.6375	5.10703
96 - 102	*	-29.49	5.10703
96 - 105	*	-41.3125	5.10703
96 - 108	*	-36.63	5.10703
99 - 102	*	-32.1275	5.10703
99 - 105	*	-43.95	5.10703
99 - 108	*	-39.2675	5.10703
102 - 105	*	-11.8225	5.10703

- Indica una diferencia significativa

ANEXO 2

Análisis estadístico de la variación de textura en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para Variación de textura - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A: Momento de cosecha	14.2767	4	3.56918	4.27	0.0223
B: Almacenaje	35.6124	3	11.8708	14.21	0.0003
RESIDUOS	10.0258	12	0.835483		
TOTAL (CORREGIDO)	59.9149	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Variación de textura con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Media Global	20	7.518			
Momento de cosecha					
96	4	8.6025	0.457024	7.60673	9.59827
99	4	8.3125	0.457024	7.31673	9.30827
102	4	6.5475	0.457024	5.55173	7.54327
105	4	7.515	0.457024	6.51923	8.51077
108	4	6.6125	0.457024	5.61673	7.60827
Almacenaje					
0	5	9.02	0.408775	8.12935	9.91065
3	5	8.252	0.408775	7.36135	9.14265
6	5	7.356	0.408775	6.46535	8.24665
9	5	5.444	0.408775	4.55335	6.33465

Pruebas de Múltiple Rangos para Variación de textura por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Momento de cosecha</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
102	4	6.5475	0.457024	X
108	4	6.6125	0.457024	X
105	4	7.515	0.457024	XX
99	4	8.3125	0.457024	X
96	4	8.6025	0.457024	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
96 - 99		0.29	1.40823
96 - 102	*	2.055	1.40823
96 - 105		1.0875	1.40823
96 - 108	*	1.99	1.40823
99 - 102	*	1.765	1.40823
99 - 105		0.7975	1.40823
99 - 108	*	1.7	1.40823
102 - 105		-0.9675	1.40823
102 - 108		-0.065	1.40823
105 - 108		0.9025	1.40823

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 3

Análisis estadístico de la variación del contenido de almidón en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para Variación de almidón - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Momento de cosecha	0.759627	4	0.189907	0.12	0.9745
B: Almacenaje	1079.85	3	359.952	219.15	0.0000
RESIDUOS	19.7096	12	1.64247		
TOTAL (CORREGIDO)	1100.32	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Variación de almidón con intervalos de confianza del 95.0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
Media Global	20	13.9444			
Momento de cosecha					
96	4	14.1298	0.640795	12.7336	15.5259
99	4	13.6298	0.640795	12.2336	15.0259
103	4	13.8785	0.640795	12.4823	15.2747
105	4	13.9133	0.640795	12.5171	15.3094
108	4	14.1708	0.640795	12.7746	15.5669
Almacenaje					
0	5	23.2796	0.573144	22.0308	24.5284
3	5	17.604	0.573144	16.3552	18.8528
6	5	11.384	0.573144	10.1352	12.6328
9	5	3.51	0.573144	2.26122	4.75878

Pruebas de Múltiple Rangos para Variación de almidón por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

Momento de cosecha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
99	4	13.6298	0.640795	X
102	4	13.8785	0.640795	X
105	4	13.9133	0.640795	X
96	4	14.1298	0.640795	X
108	4	14.1708	0.640795	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
96 - 99		0.5	1.97449
96 - 102		0.25125	1.97449
96 - 105		0.2165	1.97449
96 - 108		-0.041	1.97449
99 - 102		-0.24875	1.97449
99 - 105		-0.2835	1.97449
99 - 108		-0.541	1.97449
102 - 105		-0.03475	1.97449
102 - 108		-0.29225	1.97449
105 - 108		-0.2575	1.97449

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 4

Análisis estadístico de la variación del contenido de azúcares totales en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para Azúcares totales - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A: Momento de cosecha	59.9979	4	14.9995	15.20	0.0001
B: Almacenaje	462.348	3	154.116	156.15	0.0000
RESIDUOS	11.8434	12	0.986949		
TOTAL (CORREGIDO)	534.19	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Azúcares totales con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Media Global	20	7.05685			
Momento de cosecha					
96	4	5.551	0.496727	4.46872	6.63328
99	4	5.7905	0.496727	4.70822	6.87278
102	4	6.216	0.496727	5.13372	7.29828
105	4	7.468	0.496727	6.38572	8.55028
108	4	10.2587	0.496727	9.17647	11.341
Almacenaje					
0	5	1.8074	0.444286	0.839382	2.77542
3	5	3.4756	0.444286	2.50758	4.44362
6	5	8.9132	0.444286	7.94518	9.88122
9	5	14.0312	0.444286	13.0632	14.9992

Pruebas de Múltiple Rangos para Azúcares totales por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Momento de cosecha</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
96	4	5.551	0.496727	×
99	4	5.7905	0.496727	×
102	4	6.216	0.496727	XX
105	4	7.468	0.496727	×
108	4	10.2587	0.496727	×

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
96 - 99		-0.2395	1.53057
96 - 102		-0.665	1.53057
96 - 105	*	-1.917	1.53057
96 - 108	*	-4.70775	1.53057
99 - 102		-0.4255	1.53057
99 - 105	*	-1.6775	1.53057
99 - 108	*	-4.46825	1.53057
102 - 105		-1.252	1.53057
102 - 108	*	-4.04275	1.53057
105 - 108	*	-2.79075	1.53057

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 5

Análisis estadístico de la variación de los azúcares reductores en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para Azúcares reductores - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:Momento de cosecha	38.7898	4	9.69746	8.48	0.0017
B:Almacenaje	314.404	3	104.801	91.62	0.0000
RESIDUOS	13.726	12	1.14383		
TOTAL (CORREGIDO)	366.92	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Azúcares reductores con intervalos de confianza del 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
Media Global	20	5.22985			
Momento de cosecha					
96	4	4.56825	0.53475	3.40313	5.73337
99	4	4.0765	0.53475	2.91138	5.24162
102	4	4.479	0.53475	3.31388	5.64412
105	4	5.0855	0.53475	3.92038	6.25062
108	4	7.94	0.53475	6.77488	9.10512
Almacenaje					
0	5	0.8102	0.478295	-0.231917	1.85232
3	5	2.317	0.478295	1.27488	3.35912
6	5	6.8986	0.478295	5.85648	7.94072
9	5	10.8936	0.478295	9.85148	11.9357

Pruebas de Múltiple Rangos para Azúcares reductores por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

Momento de cosecha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
99	4	4.0765	0.53475	X
102	4	4.479	0.53475	X
96	4	4.56825	0.53475	X
105	4	5.0855	0.53475	X
108	4	7.94	0.53475	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
96 - 99		0.49175	1.64773
96 - 102		0.08925	1.64773
96 - 105		-0.51725	1.64773
96 - 108	*	-3.37175	1.64773
99 - 102		-0.4025	1.64773
99 - 105		-1.009	1.64773
99 - 108	*	-3.8635	1.64773
102 - 105		-0.6065	1.64773
102 - 108	*	-3.461	1.64773
105 - 108	*	-2.8545	1.64773

* indica una diferencia significativa

ANEXO 6

Análisis estadístico de la variación de los sólidos solubles en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para Sólidos solubles - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Momento de cosecha	46.6721	4	11.668	3.73	0.0340
B: Almacenaje	705.793	3	235.264	75.15	0.0000
RESIDUOS	37.5654	12	3.13045		
TOTAL (CORREGIDO)	790.031	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Sólidos solubles con intervalos de confianza del 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
Media Global	20	8.159			
Momento de cosecha					
96	4	6.11	0.884653	4.1825	8.0375
99	4	7.6725	0.884653	5.745	9.6
102	4	7.6275	0.884653	5.7	9.555
105	4	8.6325	0.884653	6.705	10.56
108	4	10.7525	0.884653	8.825	12.68
Almacenaje					
0	5	0.976	0.791258	-0.748007	2.70001
3	5	4.066	0.791258	2.34199	5.79001
6	5	11.648	0.791258	9.92399	13.372
9	5	15.946	0.791258	14.222	17.67

Pruebas de Múltiple Rangos para Sólidos solubles por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

Momento de cosecha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
96	4	6.11	0.884653	X
102	4	7.6275	0.884653	X
99	4	7.6725	0.884653	X
105	4	8.6325	0.884653	XX
108	4	10.7525	0.884653	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
96 - 99		-1.5625	2.72589
96 - 102		-1.5175	2.72589
96 - 105		-2.5225	2.72589
96 - 108	*	-4.6425	2.72589
99 - 102		0.045	2.72589
99 - 105		-0.96	2.72589
99 - 108	*	-3.08	2.72589
102 - 105		-1.005	2.72589
102 - 108	*	-3.125	2.72589
105 - 108		-2.12	2.72589

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 7

Análisis estadístico de la variación de pH en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A: Momento de cosecha	0.06015	4	0.0150375	9.41	0.0011
B: Almacenaje	0.059455	3	0.0198183	12.41	0.0005
RESIDUOS	0.01917	12	0.0015975		
TOTAL (CORREGIDO)	0.138775	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para pH con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	20	4.7925			
Momento de cosecha					
96	4	4.695	0.0199844	4.65146	4.73854
99	4	4.7725	0.0199844	4.72896	4.81604
102	4	4.8325	0.0199844	4.78896	4.87604
105	4	4.815	0.0199844	4.77146	4.85854
108	4	4.8475	0.0199844	4.80396	4.89104
Almacenaje					
0	5	4.728	0.0178746	4.68905	4.76695
3	5	4.772	0.0178746	4.73305	4.81095
6	5	4.792	0.0178746	4.75305	4.83095
9	5	4.878	0.0178746	4.83905	4.91695

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Momento de cosecha</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
96	4	4.695	0.0199844	×
99	4	4.7725	0.0199844	×
102	4	4.815	0.0199844	XX
105	4	4.8325	0.0199844	XX
108	4	4.8475	0.0199844	×

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
96 - 99	*	-0.0775	0.0615781
96 - 102	*	-0.1375	0.0615781
96 - 105	*	-0.12	0.0615781
96 - 108	*	-0.1525	0.0615781
99 - 102		-0.06	0.0615781
99 - 105		-0.0425	0.0615781
99 - 108	*	-0.075	0.0615781
102 - 105		0.0175	0.0615781
102 - 108		-0.015	0.0615781
105 - 108		-0.0325	0.0615781

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 8

Análisis estadístico de la variación de acidez en almacenamiento pos cosecha de banana

Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Momento de cosecha	0.0065135	4	0.00162838	10.42	0.0007
B: Almacenaje	0.0188926	3	0.00629752	40.29	0.0000
RESIDUOS	0.0018757	12	0.000156308		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0272818	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Acidez con intervalos de confianza del 95.0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
Media Global	20	0.10875			
Momento de cosecha					
96	4	0.08475	0.00625117	0.0711298	0.0983702
99	4	0.09125	0.00625117	0.0776298	0.10487
102	4	0.1125	0.00625117	0.0988798	0.12612
105	4	0.1245	0.00625117	0.11088	0.13812
108	4	0.13075	0.00625117	0.11713	0.14437
Almacenaje					
0	5	0.0724	0.00559121	0.0602178	0.0845822
3	5	0.085	0.00559121	0.0728178	0.0971822
6	5	0.1322	0.00559121	0.120018	0.144382
9	5	0.1454	0.00559121	0.133218	0.157582

Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Momento de cosecha

Método: 95.0 porcentaje LSD

Momento de cosecha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
96	4	0.08475	0.00625117	X
99	4	0.09125	0.00625117	X
102	4	0.1125	0.00625117	X
105	4	0.1245	0.00625117	X
108	4	0.13075	0.00625117	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
96 - 99		-0.0065	0.0192618
96 - 102	*	-0.02775	0.0192618
96 - 105	*	-0.03975	0.0192618
96 - 108	*	-0.046	0.0192618
99 - 102	*	-0.02125	0.0192618
99 - 105	*	-0.03325	0.0192618
99 - 108	*	-0.0395	0.0192618
102 - 105		-0.012	0.0192618
102 - 108		-0.01825	0.0192618
105 - 108		-0.00625	0.0192618

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 9

Resultados de calificación asignada por cada panelista semi entrenado en la prueba de ordenamiento por calidad total de banana.

Panelista	Muestras de plátano seda				
	96 días	99 días	102 días	105 días	108 días
1	5	3	4	2	2
2	4	4	4	2	1
3	3	4	4	3	1
4	5	4	3	2	3
5	5	3	3	2	1
6	5	3	4	3	1
7	4	4	2	3	2
8	3	4	2	3	3
9	3	4	3	3	2
10	5	4	3	2	3
11	5	4	3	2	2
12	4	4	3	2	2
Total	51	45	38	29	23
Ubicación	5	4	3	2	1

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:Entre días de cosecha	43.4	4	10.85	19.73	0.0000
B:Entre panelistas	1.8	11	0.163636	0.30	0.9829
Residuos	24.2	44	0.55		
TOTAL (CORREGIDO)	69.4	59			

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados

Nivel	Casos	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Media global	60	3.1			
Días de cosecha					
96 días	12	4.25	0.214087	3.81853	4.68147
99 días	12	3.75	0.214087	3.31853	4.18147
102 días	12	3.16667	0.214087	2.7352	3.59813
105 días	12	2.41667	0.214087	1.9852	2.84813
108 días	12	1.91667	0.214087	1.4852	2.34813
Bloque					
1	5	3.2	0.331662	2.53158	3.86842

2	5	3.0	0.331662	2.33158	3.66842
3	5	3.0	0.331662	2.33158	3.66842
4	5	3.4	0.331662	2.73158	4.06842
5	5	2.8	0.331662	2.13158	3.46842
6	5	3.2	0.331662	2.53158	3.86842
7	5	3.0	0.331662	2.33158	3.66842
8	5	3.0	0.331662	2.33158	3.66842
9	5	3.0	0.331662	2.33158	3.66842
10	5	3.4	0.331662	2.73158	4.06842
11	5	3.2	0.331662	2.53158	3.86842
12	5	3.0	0.331662	2.33158	3.66842

Pruebas de Múltiple Rangos: Método; 95.0 porcentaje LSD

Días de cosecha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
108 días	12	1.91667	0.214087	X
105 días	12	2.41667	0.214087	X
102 días	12	3.16667	0.214087	X
99 días	12	3.75	0.214087	X X
96 días	12	4.25	0.214087	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
96 días – 99 días		0.5	0.610184
96 días – 102 días	*	1.08333	0.610184
96 días – 105 días	*	1.83333	0.610184
96 días – 108 días	*	2.33333	0.610184
99 días – 102 días		0.583333	0.610184
99 días – 105 días	*	1.33333	0.610184
99 días – 108 días	*	1.83333	0.610184
102 días – 105 días	*	0.75	0.610184
102 días – 108 días	*	1.25	0.610184
105 días – 108 días		0.5	0.610184

* indica una diferencia significativa.