

7. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 Clasificación de resultados

Los resultados que se presentan a continuación fueron obtenidos mediante metodologías estructuradas o por percepciones del analista, justificando su valoración con los parámetros relativos establecidos en el plan de estudio, con base a lo antes mencionado se clasifica los resultados obtenidos en esta investigación en cuantitativos y cualitativos.

- Cuantitativos: serán aquellos resultados que cuenta con bases experimentales bien estructuradas que aporten valores puntuales que ayuden a determinar su importancia dentro del desarrollo del proyecto.
- Cualitativos: serán aquellos donde su evaluación se realice mediante la percepción personal del analista al aplicar las limitantes que se establecen en la norma mexicana (NMX-FF-074-1996).

7.1.1 Resultados cualitativos

7.1.1.1 Color de las vainas beneficiadas

Se observaron las vainas por triplicado mediante un barrido visual, tanto para las vainas beneficiadas originarias de Madagascar como las procedentes de México. Mediante esta serie de observaciones fue posible establecer cual es la clasificación de las vainas con respecto a la apariencia y a la clasificación mostrada en la tabla 2 y 4.

- México
 - Primera
- Madagascar
 - Extrema

7.1.1.2 Aroma de las vainas beneficiadas

Se percibió el aroma de las vainas por triplicado originarias de Madagascar y de México. Lo que permitió establecer cual es la clasificación de las vainas con respecto al aroma de acuerdo a la clasificación mostrada en la tabla 5.

- México
 - Primera
- Madagascar
 - Extra

El análisis de los resultados cualitativos mostraron una concordancia de la clasificación de las vainas mediante el criterio de apariencia, aroma y color, por lo cual se considera consistente el establecer que las vainas mexicanas pertenecen a una clasificación de primera clase y las vainas originarias de Madagascar pertenecen a una clase extrema.

7.1.2 Resultados cuantitativos

Para el análisis de estos resultados se decidió establecer el diseño de un experimento que proporcionara la significancia de los sistemas elaborados, al encontrar la dificultad que impone el determinar la representatividad de un sistema que tiene inmerso la interacción de tres variables con dos niveles de cada uno de las factores analizados, se determino aplicar un diseño factorial 2^k .

7.1.2.1 Porcentaje humedad

Se midieron los porcentajes de humedad por triplicado mediante la metodología especificada en apartado 5, materiales y métodos, en vainas de vainilla beneficiadas originarias de Madagascar y de México. Se obtuvo los siguientes valores respectivamente.

- México
 - 22 %
- Madagascar
 - 25.5 %

Estos valores nos permiten establecer cual es la clasificación de las vainas con respecto al porcentaje de humedad, la clasificación obtenida para cada procedencia de las vainas es la siguiente.

- México
 - Primera
- Madagascar
 - Extrema

7.1.2.2 Tamaño de vainas beneficiadas

Se midieron las vainas por triplicado mediante el uso de un Vernier Calipers como el que se muestra en la figura 6, para la vainilla beneficiadas originarias de Madagascar y de México. Se obtuvieron los valores establecidos en la tabla 8.

Tabla 8. Tamaños muestreado de vainas beneficiadas.

Procedencia		Replicas			Longitud promedio
		1	2	3	
Extrema	Madagascar	20	21.4	22.1	20.8
		21.7	20.4	21	
		19.8	19.8	20.6	
Primera	México	18.2	19	19.6	18.1
		17.8	18.6	18	
		18	17.4	16.4	

Estos valores nos permiten establecer cual es la codificación que se muestra a continuación con respecto al tamaño promedio y a la clasificación mostrada en la tabla 6.

- México
 - C

- Madagascar
 - A

Esta codificación nos permiten establecer cual es la clasificación de las vainas según su procedencia, la categorización obtenida de las vainas es la siguiente.

- México
 - Primera
- Madagascar
 - Extrema

El análisis de los resultados anteriores mostraron una concordancia de la clasificación de las vainas mediante el criterio de porcentaje de humedad y tamaño de las vainas, por lo cual se considera consistente el establecer que las vainas mexicanas pertenecen a una clasificación de primera clase y las vainas originarias de Madagascar pertenecen a una clase extrema. Para lo que respecta a los criterios de concentración de vainillina y color del extracto se compararon con la calidad de los extractos comerciales caracterizados.

Es muy importante mencionar que la determinación de la calidad de las vainas se lleva acabo con el objetivo de establecer una categorización con la cual se desarrollo un proceso de compra venta de las vainas.

7.1.2.3 Concentración de vainillina

Se desarrollaron ocho sistemas a analizar considerando todas las posibles combinaciones entre la interacción de los tres factores principales y sus correspondientes dos niveles; alto (+) y bajo (-). En la tabla 9 se muestra las combinaciones de los sistemas elaborados, además de ser mostrados en la figura 10.

Tabla 9. Sistemas "Extracto de vainilla natural".

Contrastes	Sistemas
1	recirculacion baja/mexico/solucion
a	recirculacion baja/madagascar/solucion
b	recirculación alta/mexico/solucion
c	recirculacion alta/madagascar/solucion
ab	recirculación baja/mexico/etanol
ac	recirculacion alta/mexico/etanol
bc	recirculacion baja/madagascar/etanol
abc	recirculacion alta/madagascar/etanol

La concentración de vainillina obtenida en los sistemas se monitoreo a partir del día cero y cada diez días posterior al último análisis, obteniéndose así la información contenida en la tabla 10. Como se puede observar la concentración de vainillina aumento de la cuantificación del día cero a la segunda determinación correspondiente al día diez, esta tendencia no se observo hacia al tercer análisis de vainillina correspondiente al día veinte, por lo que se decidió repetir la misma determinación tomando en cuenta las precauciones necesarias sobre reactivos y la metodología. Sin embargo la repetición del análisis del día veinte mostró resultados similares a los que se obtuvieron en la primera replica, esto nos condujo a buscar información por la cual la tendencia en la extracción de vainillina se detuviera o aparentara encontrarse relativamente constante, la información encontrada con respecto a la volatilidad de los alcoholes justifico el aparente acarreamientos de la vainillina por lo que disminuyo de la concentración de esta, se pretende que en posteriores experimentaciones la perdida de la volatilidad del compuesto se puede prevenir o disminuir cuando se lleva a cabo un almacenamiento en el proceso de acondicionamiento con mayores cuidados que con los que se llevo acabo, como puede ser el manejo de frascos herméticos.

De acuerdo a lo discutido y tomando como referencia que el análisis de color en los extractos no mostró una tendencia desfavorable en ningún momento de las determinaciones, y considerando lo consultado en las referencias utilizadas se menciona que mientras más oscuro se torne el extracto es señal de que se ha extraído mas vainillina, por lo que se espera que una determinación de vainillina correspondiente al día treinta

hubiera aportado la reanudación de la tendencia favorable en la extracción de vainillina de los extractos.

Tabla 10. Concentración de vainillina (%).

Contrastes	Sistemas	Tiempo de maceración (días)		
		0	10	20
		Concentración de vainilina (%)		
1	recirculacion baja/mexico/solución	3.14	3.69	3.59
a	recirculacion baja/madagascar/solución	3.50	4.06	3.85
b	recirculación alta/mexico/solucion	2.37	2.81	2.37
c	recirculacion alta/madagascar/solución	3.32	3.33	3.17
ab	recirculación baja/mexico/etanol	1.84	2.14	2.17
ac	recirculacion alta/mexico/etanol	1.45	1.23	1.35
bc	recirculacion baja/madagascar/etanol	1.66	1.70	1.55
abc	recirculacion alta/madagascar/etanol	2.25	1.88	1.71
	SISTEMA	3.00		
	VAINIMEX	0.05		
	POSA	3.96	3.96	3.96
	GAYA	16.67		

El análisis de la concentración de vainillina se llevo acabo mediante lo establecido en la metodología establecida en la norma ISO 5565 – 2:1999 (E) debido que no se realizo la adaptación de las condiciones de contracciones de etanol necesarias para hacer la conjeturas de acuerdo a lo establecido en la norma mexicana NMX-FF-074-1996, por lo anterior las conclusiones establecidas a continuación hacen referencia al porcentaje de vainillina contenida y no a las unidades de concentración de vainilla (UCV). En la tabla 10 se puede observar que el porcentaje de concentración de vainillina del sistema control es de 3 %, este valor corresponde al estimado como mínimo que debe de tener un extracto para ser considerado como tal por la norma mexicana y otras referencias consultadas. De acuerdo a este límite y a la procedencia de las vainas se seleccionaron dos sistemas para su posterior evaluación sensorial. Se considero como una limitante la procedencia de las vainas, debido a que el análisis del método factorial no determino como un factor de relevancia en el método de extracción. Sin embargo, la significancia que ejerce la variable procedencia de las vainas se atribuye al método de cultivo y beneficiado a los que hayan sido sometidas las

vainas. Para mayor representación de discutido con anterioridad se puede observar las graficas del anexo A.

Mediante el análisis de ANOVA que se muestra en el anexo B se observó que las combinaciones establecidas como sistemas en el estudio del proceso mostraron tener una significancia en el transcurso de la cuantificación de vainillina, por lo cual se considera que ninguna de las combinaciones se rechaza como una condición que no afecta o favorece la extracción de vainillina.

Mediante el análisis de las interacciones de los contrastes realizados en el diseño factorial se concluye que los contrastes que interviene los niveles bajos en los factores de número de recirculaciones y solvente son aquellos que mostraron una mejor extracción de vainillina., esta aseveración puede observar se en el anexo B se observó que las variables para su estudio dentro de proceso mostraron tener una significancia en el transcurso de la cuantificación de vainillina.

Los dos sistemas seleccionados que cumplen con la restricción de presentar un mínimo en la concentración de vainillina fueron los catalogados en la tabla 9 como “contrastos 1” y “contraste a”, estos extractos son comparados con el extracto comercial etiquetado por la marca POSA, debido a su proximidad en la concentración de vainillina, esto se puede apreciar con mayor facilidad en la figura 21 y 22.

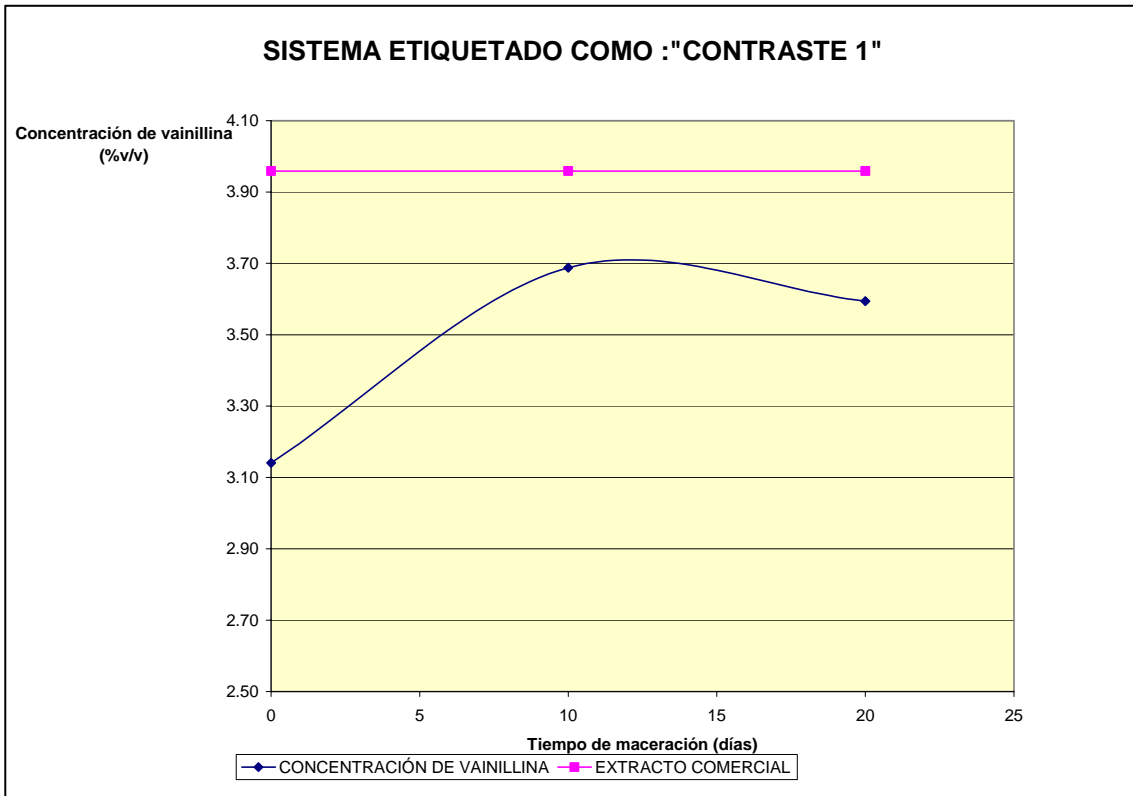


Figura 21. Sistema etiquetado como "contraste 1".

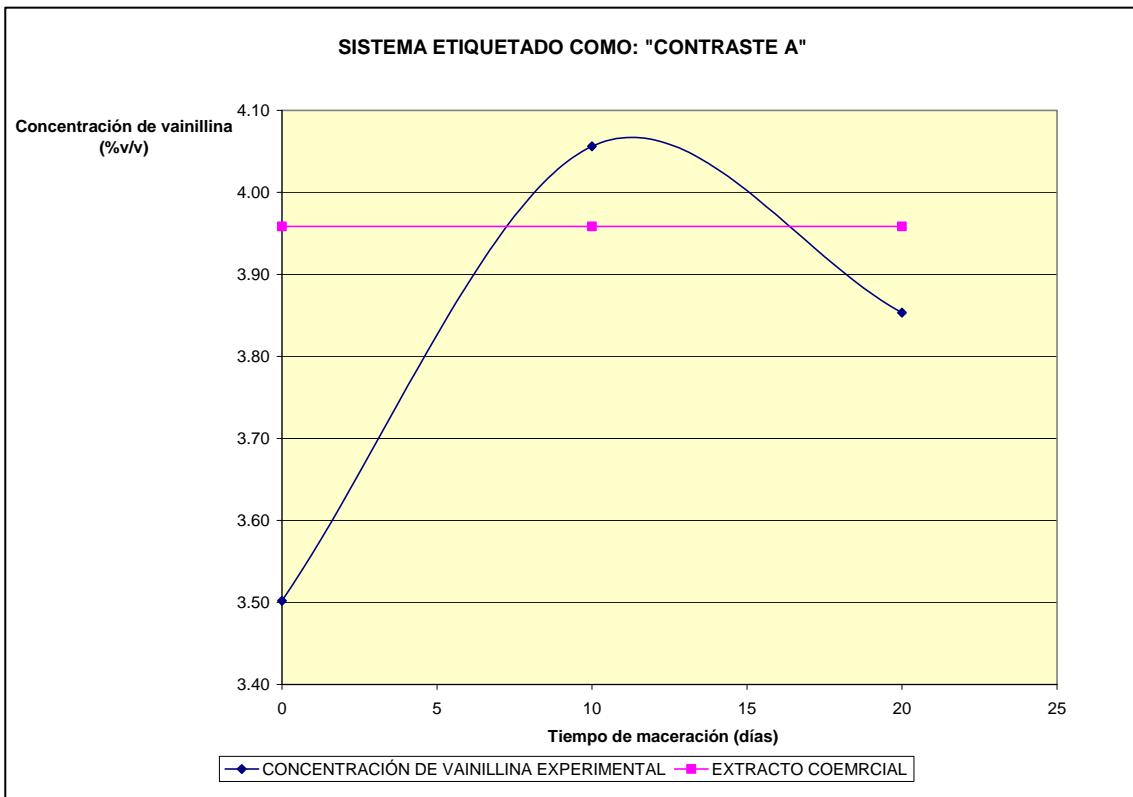


Figura 22. Sistema etiquetado como "contraste a".

Como se observa en la figura 21 y 22, la concentración de vainillina es mayor en vainas de origen de Madagascar (contraste a) en comparación a las de México (contraste 1), esto es consecuencia a la región de cultivo y la metodología de beneficiado que afectan las características de la calidad que no se encuentran en discusión en este proyecto.

Bajo este análisis se llegó a la conclusión que la variable origen de la vaina no es motivo de comparación como las otras variables establecidas en el diseño factorial, pero si es funcional en el establecimiento de objetivos en trabajos futuros.

7.1.2.4 Determinación de color del extracto

Los parámetros medidos de color para los sistemas desarrollados en la escala de Hunter muestran diferencias notables entre los proporcionados por el extracto establecido como referencia, extracto marca POSA, la diferencia de los parámetros es menor con respecto a mayores tiempos de maceración, esta tendencia se observa en la tabla 11.

Un factor importante que proporciona color al extracto es el tiempo en el que se lleva a cabo la maceración como método de extracción tradicional, que dura aproximadamente tres meses, por lo que se justifica la diferencia de color del extracto obtenido mediante la aplicación del método Soxhlet.

Tabla 11. Parámetros de color en la escala de Hunter.

Sistemas	Tiempo de acondicionamiento								
	DIA CERO			DIA 10			DIA 20		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
recirculación baja/mexico/solución	40.95	9.43	25.11	31.55	12.64	20.38	27.33	13.43	17.90
recirculación baja/madagascar/solución	67.21	11.79	38.17	13.71	5.53	9.04	11.26	5.73	7.73
recirculación alta/mexico/solucion	24.98	11.42	16.48	63.06	13.04	37.79	60.35	15.04	37.28
recirculación alta/madagascar/solución	18.09	5.73	11.55	21.15	17.63	13.84	19.45	17.65	12.86
recirculación baja/mexico/etanol	26.46	18.20	17.20	32.86	14.96	21.62	30.79	15.56	20.39
recirculación alta/mexico/etanol	68.56	18.06	39.21	67.04	20.27	40.24	64.27	22.90	40.06
recirculación baja/madagascar/etanol	80.37	-7.12	40.43	77.93	-6.71	42.33	77.03	-5.30	43.16
recirculación alta/madagascar/etanol	71.36	-2.24	41.62	71.06	-2.53	42.46	69.22	-0.78	41.72
VAINIMEX	2.76	6.84	0.12						
POSA	1.75	-0.44	1.22						
GAYA	21.49	28.47	13.29						

Se determino la diferencia de color de las mediciones realizadas durante el proceso de maceración en el día diez con respecto al día cero y la cuantificación del día diez con respecto al día veinte, este análisis se muestran en el ANEXO D.

7.1.2.5 Evaluación sensorial

Para el desarrollo de la evaluación sensorial se establecieron las claves que se muestran en la tabla 12, para no causar un prejuicio en los jueces al realizar su valoración, la evaluación se llevo acabo bajo el formato que se presenta en la figura 9.

Tabla 12. Claves de los extractos analizados en la prueba sensorial.

Contrastes	Clave	Sistema a analizar
1	68042	recirculacion baja/mexico/solución
a	67101	recirculacion baja/madagascar/solución
	83174	POSA

Los extractos evaluados recibieron las calificaciones mostradas en la tabla 13 para la natilla elaborada al evaluar las variables aroma y sabor. En el formato que se muestra en la figura 8, existe un apartado para los comentarios de los jueces que gustaran establecer al producto evaluado y donde en su mayoría expusieron que el aroma a vainilla no era casi perceptible en las muestras 68042 y 67101, pero el sabor si era apreciado aunque en un nivel bajo.

La natilla con mayor calificación es la elaborada con el extracto comercial POSA, por lo que es importante considerar que dentro de la formulación del extracto comercial se encuentran ingredientes como la glicerina y el azúcar para aumentar la dulzura y la viscosidad del saborizante, también ayudan a fijar los constituyentes aromáticos así como para oscurecer el color del mismo (Cañizares, 2006).

Tabla 13. Resultados de la prueba sensorial aplicada a los extractos naturales.

CARACTERISTICA	OLOR			SABOR		
	68042	67101	83174	68042	67101	83174
Me gusta muchísimo	4	3	4	1	1	5
Me gusta mucho	5	7	10	5	9	9
Me gusta moderadamente	8	7	9	7	11	8
Me gusta poco	7	4	2	10	2	3
Ni me gusta ni me disgusta	1	4		1	1	
Me disgusta poco				1	1	
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						
Me disgusta muchísimo						
Calificación	7.16	7.04	7.64	6.52	7	7.64

En el análisis realizado con el método de Turkey se obtuvieron las siguientes conjeturas:

- Los tres extractos sometidos a la prueba sensorial no mostraron diferencia en cuanto a aroma se refiere.
- En el análisis del variable sabor los extractos si mostraron diferencias notables como fueron los extracto 68042 y 83174. Esto se justifica por el valor de significancia obtenido en el análisis estadístico menor a 0.05.
- Por otro lado los extractos 83174 y 67101 no mostraron diferencia en cuestión del sabor.
- El producto es aceptable debido a que la calificación obtenida es de 7, esta calificación se considera que posee un buen nivel de aceptabilidad.

Estas conjeturas pueden corroborarse en la información proporcionada en el ANEXO E.