



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TÍTULO DE LA TESIS

**EFFECTO DE LA ACIDEZ EN LA PERCEPCIÓN SENSORIAL
DE PASTA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) APLICANDO
DOMINANCIA TEMPORAL DE SENSACIONES (TDS)**

Autora : Bach. Ana Jhaneth Hernandez Quispe

Asesor : Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Coasesor : Ing. Maria Ney Álvarez Robledo

Registro (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TÍTULO DE LA TESIS

**EFFECTO DE LA ACIDEZ EN LA PERCEPCIÓN SENSORIAL
DE PASTA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) APLICANDO
DOMINANCIA TEMPORAL DE SENSACIONES (TDS)**

Autora : Bach. Ana Jhaneth Hernandez Quispe

Asesor : Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Coasesor : Ing. Maria Ney Álvarez Robledo

Registro (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por la vida, por haberme guiado y protegido durante este largo camino, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Un eterno agradecimiento a mi abuelita María Angelica Roca Hernández que hoy me cuida desde el cielo, quien me brindo su apoyo incondicional en todo momento.

De una manera muy especial a mi madre Elena Quispe Roca por estar presente en cada etapa de mi vida expresándome su gran amor, por el apoyo y las enseñanzas que siempre me has dado, por darme ánimos para seguir adelante, por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla...no hay palabras en este mundo para agradecerte, mama.

A mi tía Teonila, y a mis tíos, Eduardo, Saul, Isidoro, Rogerio, Lorenzo, Lucio, Marino, y Wilder, quienes estuvieron conmigo en cada momento de mi vida, por su gran apoyo y cada consejo dado, infinitas gracias.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, en especial al laboratorio de fisiología y biotecnología vegetal área de cacao, al proyecto de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico 2018-01, y al panel de evaluación de pasta de cacao quienes formaron parte para la ejecución de este proyecto.

A mis asesores como son: Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana y Ing. Maria Ney Álvarez Robledo, por el apoyo en lo académico, moral y emocional, para realizar este proyecto de tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. Policarpio Chauca Valqui
RECTOR**

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. Flor Teresa García Huamán
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**MSc. Erick Aldo Auquiñivin Silva
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Segundo Grimaldo Chávez Quintana, identificado con DNI N° 44011631, asesor de la tesis titulada “Efecto de la acidez en la percepción sensorial de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.) Aplicando dominancia temporal de sensaciones (TDS)”, presentada por la bachiller Ana Jhaneth Hernandez Quispe.

Por lo indicado doy testimonio y visto bueno, que la bachiller Ana Jhaneth Hernandez Quispe, ha ejecutado la tesis mencionada, por lo que en fe a la verdad firmo para mayor veracidad.



Segundo Grimaldo Chávez Quintana
DNI: 44011631

VISTO BUENO DEL COASESOR

Yo, María Ney Álvarez Robledo, identificado con DNI N° 45391928, co-asesor de la tesis titulada “Efecto de la acidez en la percepción sensorial de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.) Aplicando dominancia temporal de sensaciones (TDS)”, presentada por la bachiller Ana Jhaneth Hernandez Quispe.

Por lo indicado doy testimonio y visto bueno, que el bachiller Ana Jhaneth Hernandez Quispe, ha ejecutado la tesis mencionada, por lo que en fe a la verdad firmo para mayor veracidad.



María Ney Álvarez Robledo

DNI: 45391928

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-K

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Yo ANA JHANETH HERNANDEZ QUISPE
identificado con DNI N° 71101863 Estudiante()/Egresado (X) de la Escuela Profesional de
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL de la Facultad de:
INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: EFFECTO DE LA ACIDIZ EN LA PERCEPCIÓN SENSORIAL DE PASTA DE CACAO (Theobroma cacao L.) APLICANDO DOMINANCIA TEMPORAL DE SENSACIONES (TDS)
que presento para obtener el Título Profesional de: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 20 de NOVIEMBRE de 2020

Firma del(a) tesista

ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS

ANEXO 3- N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 29 de octubre del año 2020, siendo las 09:00 horas, el aspirante ANA JHANETH HERNANDEZ QUISPE defiende en sesión pública la Tesis titulada: "EFECTO DE LA ACIDEZ EN LA PERCEPCIÓN SENSORIAL DE PASTA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) APLICANDO DOMINANCIA TEMPORAL DE SENSACIONES (TDS)"

para obtener el Título Profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ING. Ms. ROBERTO CARLOS MORI ZABARBURÚ

Secretario: ING. Ms. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI

Vocal: ING. Ms. ROBERT JAVIER CRUZALEGUI FERNÁNDEZ

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones considerando oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

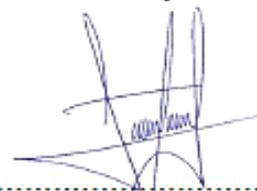
Aprobado (X) Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación, se levanta la sesión.

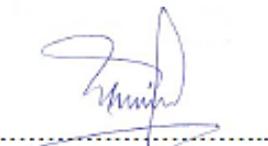
Siendo las 10:20 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.



SECRETARIO



PRESIDENTE



VOCAL

Observaciones.....
.....

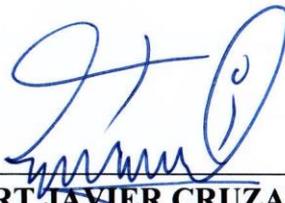
JURADO EVALUADOR



Ing. Ms. ROBERTO CARLOS MORI ZABARRURÚ
Presidente



Ing. Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI
Secretario



Ing. Ms. ROBERT JAVIER CRUZALEGUI FERNÁNDEZ
Vocal

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR	v
VISTO BUENO DEL COASESOR	vi
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	vii
ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS	viii
JURADO EVALUADOR	ix
INDICE GENERAL	x
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MATERIAL Y METODOS	20
2.1 Lugar de ejecución	20
2.2 Materiales	20
2.2.1 Reactivos e insumos.....	20
2.2.2 Equipos y herramientas.....	20
2.3 Diseño experimental.....	20
2.3.1 Descripción del diseño experimental.....	20
2.4 Procedimiento	20
2.4.1 Elaboración de la pasta de cacao	20
2.4.2 Preparación de la muestra	21
2.5 Análisis sensorial	21
2.5.1 Panel de evaluación sensorial mediante TDS	21

2.5.2	Condiciones de prueba.....	22
2.6	Análisis estadístico.....	22
2.6.1	Curvas TDS.....	22
III.	RESULTADOS	23
IV.	DISCUSIÓN	26
V.	CONCLUSIONES	28
VI.	RECOMENDACIONES.....	29
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
VIII.	ANEXOS.....	34
	ANEXO 1	34
	ANEXO 2	35
	ANEXO 3	37
	ANEXO 4	38
	ANEXO 5	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tasa de predominio de la pasta de cacao.....	37
Tabla 2. Tasa de predominio por producto y atributo de la pasta de cacao más ácido cítrico.....	38
Tabla 3. Tasa de predominio por producto y atributo de la pasta de cacao más ácido acético.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la elaboración de pasta de cacao	21
Figura 2. Curvas TDS de pasta de cacao	23
Figura 3. Curvas TDS de pasta de cacao más ácido cítrico. A: 0,05 ml/150 g; B: 0,10 ml/150 g; C: 0,15 ml/150 g; D: 0,20 ml/150 g; E: 0,25 ml/150 g; F: 0,30 ml/150 g; G: 0,35 ml/150 g; H: 0,40 ml/150 g y Control: pasta de cacao sin tratamiento.	24
Figura 4. Curvas TDS de pasta de cacao más ácido acético. A: 0,025 mL/150 g; B: 0,05 mL/150 g; C: 0,075 mL/150 g; D: 0,1 mL/150 g y Control: pasta de cacao sin tratamiento.	25
Figura 5. Muestra de pasta de cacao	35
Figura 6. Muestra de ácido cítrico y ácido acético.	35
Figura 7. Sesión de entrenamiento en la metodología TDS.	36
Figura 8. Evaluación sensorial.	36

RESUMEN

En la presente investigación se estudió el efecto de la acidez en la percepción sensorial de pasta de cacao mediante dominancia temporal de sensación (TDS), considerando dos tipos de ácidos (cítrico y acético) y ocho dosis (0,05, 0,10, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35 y 0,40 ml de ácido cítrico; y, 0,025, 0,050, 0,075, 0,1, ml de ácido acético)). A todos los tratamientos se midió la temporalidad en la percepción de las características sensoriales (amargo, dulce, astringente) con 8 panelistas entrenados. Se utilizó el programa XLSTAT para obtener las curvas TDS. Se obtuvo que las muestras de ácido acético a mayor dosis los atributos “dulce” y “astringente” tiene a desaparecer en algunos momentos de la evaluación, en las muestras de ácido cítrico a mayor dosis el atributo “dulce” tiene una tendencia de dominancia significativa.

Palabras clave: TDS, ácido cítrico, ácido acético.

ABSTRACT

In the present investigation, the effect of acidity on the sensory perception of cocoa paste was studied through temporal dominance of sensation (TDS), considering two types of acids (citric and acetic) and eight doses (0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35 and 0.40 ml of citric acid; and, 0.025, 0.050, 0.075, and 0.1 ml acetic acid)). In all the treatments, the temporality in the perception of the sensory characteristics (bitter, sweet, astringent) was measured with 8 trained panelists. The XLSTAT program was used to obtain the TDS curves. It was obtained that the acetic acid samples at a higher dose the attributes "sweet" and "astringent" have a disappear at some moments of the evaluation, in the citric acid samples at a higher dose the attribute "sweet" has a significant dominance tendency.

Keywords: TDS, citric acid, acetic acid.

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos que se produce principalmente en regiones tropicales de América Latina (Tirado, Lopera, & Rios, 2016), es un árbol tropical del cual se obtienen las semillas productoras de chocolate y sus derivados, que constituye el tercer producto agrícola más importante en los países tropicales (Lozada, Herrera, Perea, Stashenko, & Escobar, 2012). Los granos del cacao son las semillas crudas sin la carne del árbol del cacao, hoy en día su cultivo se extiende por toda la franja tropical del planeta (Siedentopp, 2009).

Desde el punto de vista botánico o genético, de la especie *Theobroma cacao* L. existen tres variedades: criollo, forastero y el trinitario, que se diferencian por el aspecto, forma, color y aroma de los granos. El cacao criollo posee un cotiledón de color entre marfil pardusco y castaño muy claro, con un olor de cacao dulce unido a un aroma delicado característico, el cacao forastero se caracteriza por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao criollo y el cacao trinitario es más resistente y productivo (Quintero & Diaz, 2004).

El tipo de cacao máspreciado es el criollo, sus granos son muy aromáticos, menos ácidos y muy poco amargos. (Siedentopp, 2009), es originario de Centroamérica, Colombia y Venezuela, cuyo fruto posee una cáscara suave. La cáscara es de color blanco o violeta, las semillas son dulces y de ellas se elabora chocolates de alta calidad (Ellmeier, 2014).

Los derivados de las almendras de cacao fermentadas y secas (o sin fermentar) se obtienen por extracción, prensado o pulverización, y que pueden ser tratados químicamente y mezclados o no con azúcares u otros ingredientes (Sol, Naranjo, Cordova, Avalos, & Zaldivar, 2016). Los productos primarios son la pasta o licor, la manteca, la torta y el polvo; y los productos finales son principalmente chocolates y demás artículos elaborados a base de chocolate, como coberturas, golosinas, barras de chocolate amargo, de leche, blanco, con frutas, nueces, bombones, entre otros (Quintero & Diaz, 2004).

El cacao en pasta o licor de cacao es el producto obtenido del cacao sin cáscara ni germen que se obtiene de vainas de cacao de calidad comerciable, que ha sido limpiado y liberado de la cáscara lo más completo posible, sin quitar ni añadir ninguno de sus elementos constituyentes (CODEX ALIMENTARIUS, 2014), es un ingrediente importante en varios tipos de alimentos como el chocolate, pasteles, galletas, helados y dulces (Sol, Naranjo, Cordova, Avalos, & Zaldivar, 2016).

Estudios sobre los parámetros químicos de la fermentación explican que la constante elevación del pH de la pulpa durante la fermentación se atribuye a la desasimilación del contenido de ácido cítrico por las levaduras y las bacterias lácticas y la sustitución por los ácidos lácticos y acéticos menos disociados, el descenso del pH en la pulpa es atribuible al metabolismo del ácido cítrico por acción de las levaduras anaeróbicas, ya que el etanol formado es oxidado a ácido acético (bacterias acéticas) (Portillo, Graziani, & Betancourt, 2007).

Los reguladores de la acidez que se utilizan para la pasta de cacao son carbonato amónico, hidróxido amónico, carbonato cálcico, carbonato magnésico, hidróxido magnésico, óxido magnésico, carbonato potásico, hidróxido potásico, carbonato sódico, hidróxido sódico, hidróxido cálcico, ácido orto fosfórico, ácido L-tartárico (CODEX ALIMENTARIUS, 2014). El análisis sensorial es una herramienta que se utiliza para identificar diferencias en los atributos sensoriales y evaluar la aceptabilidad del producto (Bacelar, da Silva, & Radomille, 2013), con el fin de describir y medir algunas de las características físicas y sensoriales relevantes del cacao se hacen uso de paneles de cata que puedan determinar los atributos y defectos del cacao a través de sus licores o pastas (Fadel, Magda, Kader, Samad, & Shereen, 2006).

La percepción de sensaciones es el resultado de un proceso fisiológico que comienza con la detección del estímulo y finaliza con la respuesta que el cerebro elabora una vez ha analizado dicho estímulo. El proceso sensorial se inicia por la presencia de un estímulo físico o químico que actúa sobre los receptores sensoriales, definiéndose por tanto el estímulo como el agente químico o físico que produce la respuesta de los receptores sensoriales externos o internos. Estos agentes químicos son detectados por los sentidos correspondientes, que envían la información en forma de impulso nervioso al cerebro.

La interpretación en el cerebro de esta sensación, es decir, la toma de conciencia sensorial, se denomina percepción (Sancho, Bota, & de Castro, 1999).

Los atributos claves que determinan el perfil y la aceptación final del cacao son las características sensoriales (Kadow, Bohlmann, Philips, & Lieberei, 2013), en una pasta de cacao se pueden identificar tres tipos de sabores: básicos, específicos y adquiridos (Amores, 2009). Sabores básicos: ácido, amargo, dulce y astringente. Sabores específicos: cacao, floral, frutal y nuez. Sabores adquiridos: moho, químico, verde/crudo y humo (Medina & Quintana, 2017). En esta investigación se realizó la evaluación sensorial de los sabores básicos de la pasta de cacao.

Los métodos de Análisis Sensorial o pruebas sensoriales son indispensables en el control de la calidad de los alimentos, por tal motivo se requiere que las evaluaciones sensoriales se realicen con una fundamentación científica, asegurándose así la obtención de resultados objetivos. Para lograr esto se requiere del constante desarrollo de los procedimientos de evaluación sensorial y la correcta planificación, diseño y obtención de la calidad sensorial adecuado (Torricella, Zamora, & Pulido, 2007).

Pineau, y otros (2009) presentan un nuevo método llamado Dominancia Temporal de Sensaciones (TDS), que llena el vacío entre el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) y la intensidad de tiempo (TI) ofreciendo una forma de evaluar simultáneamente varios atributos a través del tiempo (Pascal, 2017), permite obtener información de hasta 10 atributos durante la misma evaluación. Esta metodología descriptiva permite dibujar curvas de dominancia de cada atributo en el tiempo por cada producto. Los evaluadores comienzan eligiendo un atributo dominante de una lista de atributos, en cualquier momento hasta el final de la evaluación, los evaluadores pueden actualizar esta selección para indicar que un nuevo atributo es dominante (Pineau, y otros, 2009).

El Dominio Temporal de Sensaciones (TDS) ha sido ampliamente utilizado como una técnica descriptiva para brindar información sobre la duración de las sensaciones dominantes (Silva, y otros, 2018). En cacao se han hecho algunos trabajos que servirán como base para comprender el proceso TDS, y se ha determinado que los atributos sensoriales difieren en función al tipo de cacao, variedad, procedencia, condiciones de proceso, entre otros (Oberrauter, Januszewska, Schlich, & Majchrzak, 2018), por lo que teniendo en cuenta, que la acidez es un factor importante en las almendras de cacao, se

considera de importancia conocer su efecto en la percepción de atributos sensoriales en el tiempo.

Por lo tanto, el objetivo de investigación fue evaluar el efecto de la acidez en la dominancia temporal de sensaciones de los atributos básicos amargo, dulce y astringente.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución

La elaboración de la pasta de cacao y el análisis sensorial mediante dominancia temporal de sensaciones (TDS) se realizó en el laboratorio de fisiología y biotecnología vegetal en el área de cacao de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2 Materiales

2.2.1 Reactivos e insumos

Para este estudio se trabajó con granos de cacao de la variedad criollo provenientes de la Asociación de Productores Cacaoteros y Cafetalero de Amazonas (APROCAM), distrito de Bagua, región Amazonas, Perú.

El carbonato cálcico, Carbonato cítrico, y ácido acético.

2.2.2 Equipos y herramientas

- Estufa de convección forzada (Marca: Venticell eco line 22)
- Descascarilladora
- Conchador

2.3 Diseño experimental

2.3.1 Descripción del diseño experimental

Para la presente investigación se evaluó 8 dosis de ácido cítrico (0,05, 0,10, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35 y 0,40 ml) y 4 dosis de ácido acético (0,025, 0,050, 0,075, 0,1, ml) con tres repeticiones cada uno.

2.4 Procedimiento

2.4.1 Elaboración de la pasta de cacao

Se utilizó 16 kg de cacao. Se tostó en una estufa de convección forzada a una temperatura de 110°C durante 30 minutos, una vez cumplido el tiempo de tostado se enfrió las semillas de cacao en una bandeja hasta una temperatura ambiente, en seguida se realizó el descascarillado para esta actividad se utilizó una descascarilladora que separa los nibs de la testa, los nibs fueron premolidos y se colocó en el conchador, el conchado se realizó por 4 horas con el objetivo de reducir las partículas hasta convertir en pasta, terminado el conchado se colocó en moldes y se almaceno a 4°C.

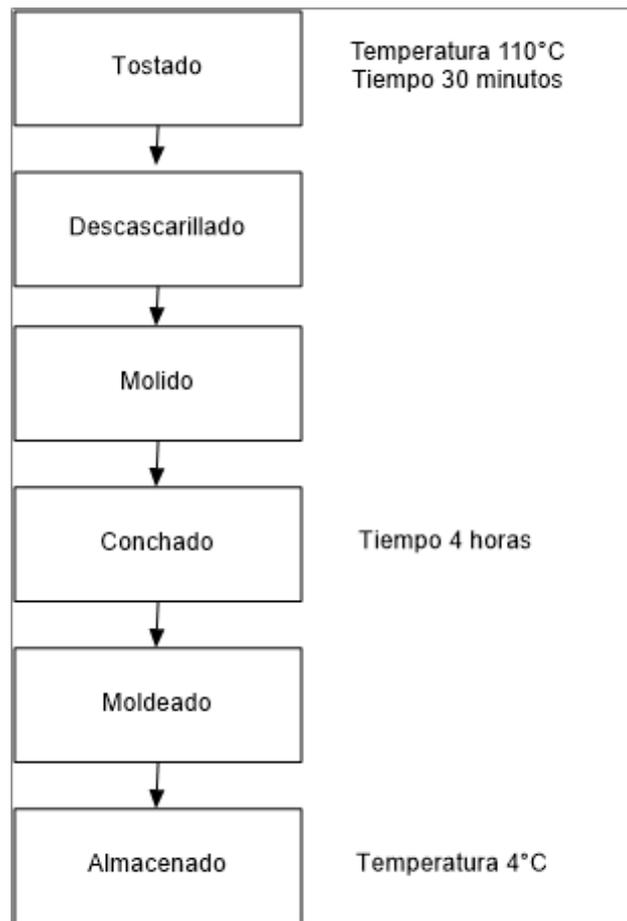


Figura 1. Flujograma de la elaboración de pasta de cacao

2.4.2 Preparación de la muestra

Partiendo de un pH de 5,06 se procedió a neutralizar la pasta de cacao obtenida, añadiendo 0,03 g de CaCO_3 por cada 10 g de pasta hasta obtener un pH de 5,8. Con la pasta neutra se procedió a implementar el ensayo por cada dosis se utiliza 150 g de pasta de cacao. Luego cada tratamiento fue colocado en moldes tipo pastilla (1,5 g), enfriados y en seguida se realizó la evaluación sensorial.

2.5 Análisis sensorial

2.5.1 Panel de evaluación sensorial mediante TDS

Fue realizado por 8 panelistas entrenados, seleccionado de acuerdo con las directrices de la Norma Técnica Peruana (NTP - ISO 8586:2014). Todos los participantes estaban muy familiarizados con las evaluaciones sensoriales de pasta de cacao, pero no estaban familiarizadas con la metodología de TDS. Por lo que, antes de realizar la evaluación, el panel se sometió a una sesión de entrenamiento en la metodología.

2.5.2 Condiciones de prueba

La evaluación sensorial mediante TDS se realizó en una sala para catación según NTP - ISO 8589:2008. Las muestras fueron presentadas en forma simultánea y codificadas de manera independiente y cada panelista contó con el instrumento de evaluación (anexo 1).

2.6 Análisis estadístico

2.6.1 Curvas TDS

Las secuencias de cada dosis fueron resumidas y mostradas como curvas TDS que se obtuvo con el programa XLSTAT, donde el tiempo estandarizado (eje X) se trazó contra el dominio de los atributos (DR% eje Y) y se aplicó el suavizado de datos. Las curvas de TDS generadas para todas las dosis evaluados se representaron por separado, cada gráfico incluye dos líneas: el “límite de casualidad” y el “límite de significancia” donde DR% que excede el límite de significancia se considera como dominante en cada punto del tiempo (Pineau, y otros, 2009), mientras que DR% entre “límite de casualidad” y “límite de significancia” se considera que tiene una tendencia hacia el dominio significativo (Galmarini, Visalli, & Schlich, 2017).

III. RESULTADOS

Percepción sensorial de pasta de cacao utilizando TDS

En la figura 2, se muestran las curvas TDS de pasta de cacao, el atributo dominante fue el “amargo” en una disminución progresiva hasta el Segundo 60 para predominar nuevamente entre los 80 y 130 segundo. Cuando el amargo pierde dominancia (60-80 s), aparece el astringente, y es el único dominante durante ese lapso. El dulce aparece significativamente en los 100 s, pero no es sostenible. Claramente el atributo predominante en la pasta de cacao estudiada fue el amargor seguido por el astringente y una ligera aparición del dulce.

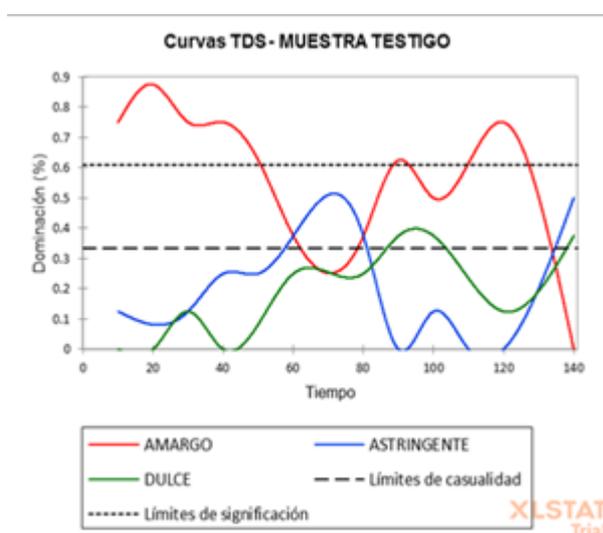


Figura 2. Curvas TDS de pasta de cacao

Percepción sensorial de pasta de cacao más ácido cítrico utilizando TDS

En la figura 3, se observa que a medida que se incrementó la dosis de ácido cítrico, el atributo astringente iba desapareciendo y la dominancia del amargo se estabilizó más. Puede evidenciarse también que se redujo la dominancia del amargo en los primeros segundos (10) y que los picos fueron menos pronunciados, evidenciando una reducción de su intensidad.

Aunque todas las dosis redujeron la dominancia del dulce, se observa que a los minutos 100 y 110, dependiendo de la dosis empleada, hay un ligero incremento de éste atributo.



Figura 3. Curvas TDS de pasta de cacao más ácido cítrico. A: 0,05 ml/150 g; B: 0,10 ml/150 g; C: 0,15 ml/150 g; D: 0,20 ml/150 g; E: 0,25 ml/150 g; F: 0,30 ml/150 g; G: 0,35 ml/150 g; H: 0,40 ml/150 g y Control: pasta de cacao sin tratamiento.

Percepción sensorial de pasta de cacao más ácido acético utilizando TDS

La Figura 4 muestra los resultados de TDS de los tres atributos de pasta de cacao al adicionar ácido acético en diferentes dosis. Las cuatro dosis de ácido acético permitieron, de manera similar al efecto de ácido cítrico, que el amargo sea el atributo dominante. Dosis mayores de ácido acético incrementan la astringencia en los segundos 80 y 130 pero aún inferiores a la muestra control.

El atributo dulce no se vio favorecido por ninguna dosis, incluso en la dosis mayor (0,1 mL/150 g) es casi nula la percepción del mismo.

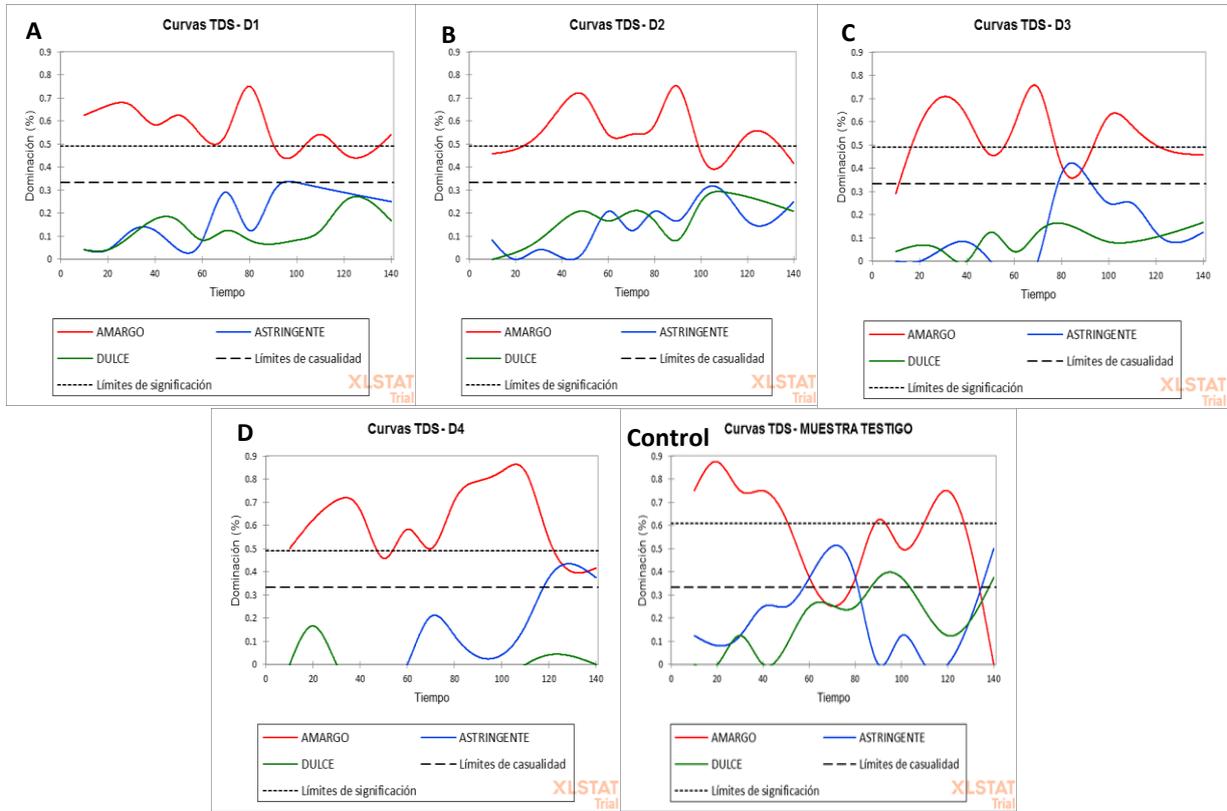


Figura 4. Curvas TDS de pasta de cacao más ácido acético. A: 0,025 mL/150 g; B: 0,05 mL/150 g; C: 0,075 mL/150 g; D: 0,1 mL/150 g y Control: pasta de cacao sin tratamiento.

IV. DISCUSIÓN

De manera general, se puede observar (Figuras 3 y 4) que los atributos sensoriales estudiados (amargo, astringente y dulce) varían en el tiempo, y que además, cuando un atributo pierde dominancia otro incrementa; debido a que la dominancia no necesariamente se refiere a la sensación más intensa sino a la sensación que más llama la atención al panelista (Pineau & Schilch, 2015; Di Monaco, Su, Masi, & Cavella, 2014), por lo que, aunque un atributo es el que mayor dominante (amargo), hay otros que en algún momento toman notoriedad.

Aunque se evidencia tendencias a medida que la dosis de ácido se incrementa, hay algunos resultados atípicos, por ejemplo en el tratamiento con ácido cítrico 0,30 ml/150 g, en los segundos 80 y 100, se observa un incremento considerable del atributo astringente, lo que podría deberse a la liberación de compuestos fenólicos debido a procesos físicos temporales, debido a la reducción de partículas por el calentamiento y consiguiente incremento de la dilución de la pasta en la boca de los panelistas (Witt & Stokes, 2015) y si se incrementa la acidez, se logra reducir las percepciones astringentes.

En los ensayos con adición de ácido cítrico se observó una reducción de la intensidad del atributo “astringente” a medida que se incrementó la dosis. Esto puede deberse a la oxidación enzimática de los polifenoles presentes en la pasta de cacao (Schinella, y otros, 2010; Díaz, Pinoargote, & Castillo, 2013), puesto que éstos son los responsables de la astringencia y sabores amargos en el cacao y otros alimentos (Jinap, Jamilah, & Nazamid, 2004).

En todos los tratamientos, incluyendo el control (pasta de cacao sin adición de ácidos), se observó que el atributo dominante durante los 120 s, fue el amargo; por lo que podríamos suponer, que la teobromina, cafeína y taninos de bajo peso molecular, principales responsables de este atributo, no se ven afectados (Díaz, Pinoargote, & Castillo, 2013; Vasquez, Ovando, Adriano, Betancur, & Salvador, 2016). Sin embargo, en los últimos 20 s, se observa un descenso común en todos los tratamientos, lo que podría deberse al fenómeno natural de la sensación temporal.

El efecto del contenido de ácidos en pasta de cacao sobre los atributos sensoriales básicos, además de los cambios químicos que ocasionan en los diferentes compuestos presentes (Aprotosoai, Luca, & Miron, 2016), podrían estar influyendo en el proceso sensorial anatómico del panelista y modificando la percepción de otros atributos.

V. CONCLUSIONES

El contenido de ácidos acético y cítrico en la pasta de cacao, influyen en la dominancia temporal de los atributos sensoriales amargo, astringente y dulce.

El atributo sensorial amargo es el que predomina durante 140 segundos de evaluación.

La adición de ácidos inhibe la dominancia de la astringencia de la pasta de cacao que normalmente predomina entre los 60 y 80 segundos, sobresaliendo el amargo en el mismo periodo.

A medida que se incrementó la dosis de ácido cítrico, la astringencia se redujo y estabilizó en ponderaciones bajas.

El ácido cítrico mostró resultados más deseables, puesto que permitió mantener magnitudes considerables del atributo dulce al final del horizonte de evaluación.

VI. RECOMENDACIONES

Aplicar la metodología de dominancia temporal de sensaciones (TDS) en la evaluación sensorial de chocolate.

Debe ejecutarse trabajos con dominancia temporal de sensaciones (TDS) que comparen tipos de panelistas (entrenados, semientrenados, y nivel consumidor).

En posteriores investigaciones realizar el análisis químico de las muestras para comprender las reacciones que se generan entre compuestos y la influencia que estos tienen en la percepción sensorial.

Realizar seguimiento del proceso físico por el que pasa la pasta de cacao durante la evaluación para explicar los procesos de cambio y dominancia.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aprotosoae, A. C., Luca, S. V., & Miron, A. (2016). Flavor chemistry of cocoa and cocoa products an overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 73-91. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>
- Bacelar, P., da Silva, E., & Radomille, L. R. (2013). Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. *Fruticultura*, 35(2). <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000200031>
- CODEX ALIMENTARIUS. (2014). Norma para el cacao en pasta (licor de cacao/chocolate) y torta de cacao. *CODEX STAN 141 - 1963*, 1-5.
- Di Monaco, R., Su, C., Masi, P., & Cavella, S. (2014). Temporal dominance of sensations: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.04.007>
- Díaz, L., Pinoargote, M., & Castillo, P. (13 de junio de 2013). Tesis Ing. de Alimentos. *Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao ccn51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas*. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24540>
- Ellmeier, M. (2014). Ellmeier, M. (2014). Guía técnica para Promotores Agroforestales. *Nicaragua: Cooperacion*.
- Fadel, H., Magda, A., Kader, M., Samad, A., & Shereen, N. (2006). Cocoa substitute: evaluation of sensory qualities and flavor stability. *European Food Research and Technology*.
- Galmarini, M., Visalli, M., & Schlich, P. (Marzo de 2017). Avances en la representación y el análisis de datos de Dominio temporal de sensaciones mono y multi-ingesta. *Calidad y preferencia de alimentos*, 56, 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.01.011>
- Guzman, J., & Gomez, S. (2014). Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia). *Investigación Agraria y Ambiental*, 5(2).
- Jinap, S., Jamilah, B., & Nazamid, S. (2004). Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and Preference*, 403-409.

- Kadow, D., Bohlmann, J., Philips, W., & Lieberei, R. (2013). Identification of main fine or flavour components in two genotypes. *Applied Botany and Food Quality*, 90-98.
- Keast, R., Canty, T., & Breslin, P. (junio de 2004). The Influence of Sodium Salts on Binary Mixtures of Bitter-tasting Compounds. *Chemical Senses*, 29, 431-439. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjh045>
- Labbe, D., Schilch, P., Pineau, N., Gilbert, F., & Martin, N. (2009). Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative. *Food Quality and Preference*, 216-221.
- Lozada, B. S., Herrera, L. V., Perea, J. A., Stashenko, E., & Escobar, P. (2012). Efecto in vitro de aceites esenciales de tres especies de Lippia sobre *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par) Evans et al., agente causante de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Acta Agronómica*, 61(2), 102-110.
- Medina, J., & Quintana, L. (2017). La ingeniería del software y su aplicación en el análisis de indicadores de repetitividad y reproducibilidad de jueces, en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Ingeniería y Tecnología*, 13(1), 278-294.
- Meyners, M. (2011). Panel and panelist agreement for product comparisons in studies. *Food Quality and Preference*, 365-370. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.01.006>
- Nara, N., Lacerda, C., Ribeiro, D., Marques, A., & Freitas, R. (febrero de 2016). The impact of yeast starter cultures on the microbial communities and volatile compounds in cocoa fermentation and the resulting sensory attributes of chocolate. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1101-1110. doi:10.1007/s13197-015-2132-5
- NTP - ISO 8586. (2014). Analisis sensorial. Directrices generales para la selección, formación y supervisión de catadores seleccionados y catadores expertos. *NORMA TECNICA PERUANA*.
- NTP -ISO 8589. (2008). Analisis sensorial. Lineamientos generales para el diseño de salas de pruebas. *NORMA TECNICA PERUANA*.
- Oberrauter, M., Januszewska, R., Schlich, P., & Majchrzak, D. (2018). Sensory evaluation of dark origin and non-origin chocolates applying Temporal Dominance of Sensations (TDS). *Food Research International*, 39-49.

- Pascal, S. (Junio de 2017). Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. *Current Opinion in Food Science*, 15, 38-42. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.05.003>
- Pineau, N., & Schilch, P. (2015). Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. *Rapid sensory profiling techniques and related methods. Applications in new product development and consumer research*, 269-306. 10.1533/9781782422587.2.269
- Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonniere, C., Issanchou, S., Imbert, A., & Koster, E. (2009). Temporal dominancia of sensations: construction of the TDS curves and comparison with time - intensity. *Food Quality and Preference*, 450-455.
- Portillo, E., Graziani, L., & Betancourt, E. (2007). Análisis Químico del Cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24(3).
- Quintero, M. L., & Diaz, K. M. (2004). El mercado mundial de cacao. *Agroalimentaria*, 47-59.
- Sancho, J., Bota, P., & de Castro, J. J. (1999). *Introducción al analisis sensorial de los alimentos*. Barcelona.
- Schinella, G., Mosca, S., Cienfuegos Jovellanos, E., Pasamar, M. A., Muguerza, B., Ramon, D., & Rios, J. L. (2010). Antioxidant properties of polyphenol-rich cocoa products industrially processed. *Food Research International*, 1614-1623.
- Siedentopp, U. (2009). El cacao, planta medicinal y de deleite. *Internacional de Acupuntura*, 197-200.
- Silva, H., Balthazar, C., Silva, R., Viera, A., Costa, R., Esmerino, E., . . . Cruz, A. (Octubre de 2018). Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese: Contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. *Journal of Dairy Science*, 101, 8837-8846. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14819>
- Sol, A., Naranjo, J. A., Cordova, V., Avalos, D. A., & Zaldivar, J. M. (2016). Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Chontalpa, Tabasco, Mexico. *Ciencias Agricolas*, 7.
- Tirado, P. A., Lopera, A., & Rios, L. A. (2016). Strategies for control of *Moniliophthora roreri* and *Moniliophthora perniciosa* em *Theobroma cacao* L.:revisión sistematica. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417-430.

- Torricella, R., & Huerta, V. (2008). *Análisis sensorial. Aplicado a la restauración*. Mexico.
- Torricella, R., Zamora, E., & Pulido, H. (2007). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad de la industria alimentaria*. La Habana: Universitaria: Segunda .
- Vasquez, A., Ovando, I., Adriano, L., Betancur, D., & Salvador, M. (2016). Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(3), 239-254.
- Witt, T., & Stokes, J. (2015). Physics of food structure breakdown and bolus formation during oral processing of hard and soft solids. *Current opinion in food science*, 110-117.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

EVALUACIÓN SENSORIAL MEDIANTE “DOMINANCIA TEMPORAL DE SENSACIONES

Muestra/Código:

.....

Nombre:

.....

...

Fecha

:.....

A continuación se le presenta una muestra de pasta de cacao, en el siguiente formato usted marcará las características sensoriales (Dulce, amargo y astringente) que más destaquen en el tiempo.

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	TIEMPO EN SEGUNDOS												
	10"	20"	30"	40"	50"	60"	70"	80"	90"	100"	120"	130"	140"
Dulce													
Amargo													
Astringente													

¡Muchas gracias!

ANEXO 2

Figuras referentes a la investigación



Figura 5. Muestra de pasta de cacao



Figura 6. Muestra de ácido cítrico y ácido acético.



Figura 7. Sesión de entrenamiento en la metodología TDS.



Figura 8. Evaluación sensorial

ANEXO 3

Tabla 1. Tasa de predominio de la pasta de cacao.

Productos	Atributo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Muestra testigo	Amargo	0.750	0.875	0.750	0.750	0.625	0.375	0.375	0.375	0.625	0.500	0.625	0.750	0.250	0.000
	Astringente	0.125	0.125	0.125	0.250	0.250	0.375	0.375	0.375	0.000	0.125	0.000	0.000	0.375	0.500
	Dulce	0.000	0.000	0.125	0.000	0.125	0.250	0.250	0.250	0.375	0.375	0.250	0.125	0.250	0.375

ANEXO 4

Tabla 2. Tasa de predominio por producto y atributo de la pasta de cacao más ácido cítrico.

Productos	Atributo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
D1	AMARGO	0.875	0.792	0.833	0.917	0.667	0.542	0.458	0.542	0.583	0.625	0.500	0.458	0.458	0.500
D1	ASTRINGENTE	0.000	0.042	0.125	0.083	0.208	0.375	0.417	0.250	0.208	0.083	0.167	0.167	0.292	0.292
D1	DULCE	0.083	0.125	0.000	0.000	0.125	0.083	0.125	0.208	0.250	0.292	0.333	0.333	0.208	0.083
D2	AMARGO	0.500	0.750	0.750	0.708	0.792	0.708	0.708	0.458	0.500	0.458	0.583	0.333	0.292	0.167
D2	ASTRINGENTE	0.042	0.000	0.042	0.125	0.125	0.167	0.250	0.333	0.208	0.208	0.083	0.208	0.167	0.292
D2	DULCE	0.125	0.208	0.167	0.167	0.042	0.083	0.000	0.208	0.292	0.250	0.333	0.333	0.458	0.417
D3	AMARGO	0.333	0.708	0.542	0.500	0.583	0.625	0.500	0.500	0.458	0.625	0.417	0.375	0.292	0.292
D3	ASTRINGENTE	0.000	0.000	0.083	0.208	0.167	0.208	0.292	0.250	0.167	0.125	0.125	0.208	0.375	0.208
D3	DULCE	0.208	0.167	0.333	0.167	0.167	0.083	0.042	0.125	0.250	0.167	0.375	0.375	0.333	0.333
D4	AMARGO	0.542	0.667	0.542	0.417	0.500	0.500	0.667	0.542	0.500	0.667	0.500	0.292	0.208	0.167
D4	ASTRINGENTE	0.000	0.042	0.125	0.167	0.208	0.250	0.083	0.167	0.167	0.083	0.125	0.333	0.458	0.375
D4	DULCE	0.125	0.125	0.208	0.083	0.042	0.042	0.125	0.042	0.083	0.208	0.375	0.375	0.292	0.250
D5	AMARGO	0.458	0.917	0.708	0.625	0.667	0.583	0.625	0.458	0.542	0.500	0.500	0.500	0.542	0.583
D5	ASTRINGENTE	0.042	0.000	0.125	0.167	0.083	0.125	0.125	0.167	0.208	0.167	0.208	0.125	0.167	0.125
D5	DULCE	0.167	0.042	0.125	0.125	0.167	0.208	0.208	0.333	0.250	0.333	0.208	0.333	0.250	0.125
D6	AMARGO	0.375	0.625	0.792	0.792	0.667	0.583	0.708	0.375	0.417	0.583	0.583	0.417	0.417	0.542
D6	ASTRINGENTE	0.042	0.083	0.042	0.000	0.042	0.042	0.125	0.333	0.292	0.333	0.083	0.125	0.167	0.250
D6	DULCE	0.208	0.167	0.125	0.125	0.167	0.292	0.125	0.250	0.208	0.083	0.333	0.417	0.417	0.208

D7	AMARGO	0.167	0.500	0.625	0.500	0.625	0.375	0.583	0.500	0.500	0.667	0.458	0.458	0.417	0.500
D7	ASTRINGENTE	0.042	0.083	0.125	0.208	0.167	0.208	0.167	0.167	0.208	0.125	0.125	0.167	0.292	0.167
D7	DULCE	0.167	0.125	0.125	0.042	0.083	0.167	0.083	0.292	0.250	0.167	0.250	0.208	0.125	0.083
D8	AMARGO	0.250	0.542	0.542	0.583	0.625	0.667	0.708	0.542	0.375	0.417	0.333	0.625	0.542	0.417
D8	ASTRINGENTE	0.083	0.083	0.083	0.083	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.250	0.167	0.250	0.167
D8	DULCE	0.125	0.000	0.042	0.083	0.000	0.083	0.083	0.083	0.250	0.417	0.375	0.167	0.083	0.083

ANEXO 5

Tabla 3. Tasa de predominio por producto y atributo de la pasta de cacao más ácido acético.

Productos	Atributo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
D1	AMARGO	0.625	0.667	0.667	0.583	0.625	0.583	0.542	0.750	0.500	0.458	0.542	0.458	0.542	0.542
D1	ASTRINGENTE	0.042	0.042	0.125	0.125	0.042	0.083	0.292	0.125	0.292	0.333	0.292	0.250	0.208	0.250
D1	DULCE	0.042	0.042	0.083	0.125	0.167	0.083	0.125	0.083	0.083	0.083	0.125	0.250	0.208	0.167
D2	AMARGO	0.458	0.500	0.542	0.667	0.708	0.542	0.542	0.583	0.750	0.458	0.417	0.542	0.500	0.417
D2	ASTRINGENTE	0.083	0.000	0.042	0.042	0.042	0.208	0.125	0.208	0.167	0.292	0.292	0.167	0.167	0.250
D2	DULCE	0.000	0.042	0.083	0.167	0.208	0.167	0.208	0.167	0.083	0.250	0.292	0.292	0.292	0.208
D3	AMARGO	0.292	0.583	0.708	0.625	0.458	0.583	0.750	0.417	0.417	0.625	0.583	0.500	0.375	0.458
D3	ASTRINGENTE	0.000	0.000	0.042	0.083	0.000	0.000	0.000	0.375	0.375	0.250	0.250	0.125	0.125	0.125
D3	DULCE	0.042	0.042	0.042	0.000	0.125	0.042	0.125	0.125	0.125	0.083	0.083	0.167	0.250	0.167
D4	AMARGO	0.500	0.625	0.708	0.667	0.458	0.583	0.500	0.708	0.792	0.833	0.833	0.542	0.500	0.417
D4	ASTRINGENTE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.208	0.125	0.083	0.042	0.167	0.375	0.333	0.375
D4	DULCE	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.000	0.000