

# EFFECTO DE UN SECADOR SOLAR ALTERNATIVO SOBRE LA CALIDAD Y SABOR DEL CACAO EN LA REGIÓN NORTE DE GUATEMALA

Ana Silvia Colmenares de Ruiz  
asruiz@uvg.edu.gt,

Josué Bocel  
jibocel@uvg.edu.gt,

Rolando Cifuentes  
rcifuen@uvg.edu.gt

**Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios - CEAA**

## RESUMEN

Con este estudio se evaluó la calidad y el sabor del cacao proveniente del proceso de fermentación y secado usando el método convencional y un secador alternativo solar en varias asociaciones situadas en el departamento de Alta Verapaz, Guatemala. Se contó con la participación de los centros de acopio de las asociaciones ADEMAYACH, APODIP, ASODIRP, ASOSELNOR y KATBALPOM. Se instalaron dos unidades de secadores solares en cada uno de los centros de acopio participantes y se usó como control el secado convencional. Se realizaron 3 ensayos con el objetivo de evaluar la eficacia de los secadores en sus funciones básicas y el efecto sobre el sabor del licor de cacao. Los factores de evaluación incluyeron la asociación o centro de acopio, la carga de secado y la aireación inicial en los secadores alternativos. El secador solar alternativo evaluado en este experimento cumplió con las funciones principales de los secadores convencionales de cacao. Fue eficaz en reducir el contenido de humedad del grano a menos de 8% y evitó el crecimiento de moho en los granos de cacao. El perfil de sabor del cacao secado en el secador solar alternativo en las diferentes modalidades de utilización mostró diferencias al compararlo con el secado convencional en cada una de las asociaciones evaluadas independientemente de las otras. En algunos casos redujo el amargor y la astringencia, y en otros aumentó la intensidad de las notas aromáticas. Esto presenta la posibilidad de utilizar los secadores alternativos para crear matices diferentes de sabor. Se recomienda continuar experimentando con los secadores y su efecto en el sabor del cacao para ampliar y diversificar la oferta del productor al mercado.

**PALABRAS CLAVE:** Beneficiado del cacao, secador solar alternativo, calidad y sabor del cacao, licor de cacao, humedad del grano.

## ABSTRACT

### EFFECT OF AN ALTERNATIVE SOLAR DRYER ON THE QUALITY AND FLAVOR OF COCOA IN THE NORTHERN REGION OF GUATEMALA

This study evaluated the quality and flavor of cocoa from the fermentation and drying process using the conventional method and an alternative solar dryer in several associations located in the department of Alta Verapaz, Guatemala. It had the participation of the collection centers of the associations ADEMAYACH, APODIP, ASODIRP, ASOLSENIOR, and KATBALPOM. Two solar drying units were installed in each of the collection centers and the conventional drying was used as a control. Three trials were

carried out with the aim of evaluating the efficiency of the dryers in their basic functions and the effect on flavor of the cocoa liquor. The evaluation factors included the associations or collection centers, the drying charge and the initial aeration in the alternative dryers. The alternative solar dryer evaluated fulfilled the main functions of conventional cocoa dryers. It was effective in reducing the moisture content of the grain to less than 8%. It also prevented the growth of mold on the cocoa beans. The flavor profile of cocoa dried in the alternative solar dryer in the different modes of use showed differences compared to conventional drying in each of the associations independently of the others. In some cases, it reduced bitterness and astringency; and in the other case increased the intensity of the aromatic notes. This presents the possibility of using alternative dryers to create different flavor nuances. It is recommended to continue experimenting with dryers and their effect on cocoa flavor to expand and diversify the producer's offer to the market.

**KEY WORDS:** Processed cocoa, Alternative solar dryer, cocoa quality and flavor, cocoa liquor, grain moisture.

## INTRODUCCIÓN

El cacao es un producto agrícola cuya demanda ha incrementado tanto a nivel nacional como a internacional. La demanda de cacao y chocolate ha aumentado debido a sus propiedades funcionales y sensoriales.

Guatemala es uno de los 23 países con las condiciones geográficas y climáticas para producir cacao fino. La industria de cacao en Guatemala depende principalmente de pequeños y medianos productores. La mayor parte de la producción del país se concentra en Alta Verapaz.

Hoy en día, los compradores de cacao a nivel mundial demandan al mercado cacaotero un grano de mejor calidad, que cumpla con ciertas características físicas y químicas incluyendo el tamaño y peso del grano, grosor de cáscara, color, contenido de grasa, humedad, sin residuos, moho, malos olores o sabores desagradables y calidad organoléptica, entre otros. Esto requiere mayor control en el beneficiado del cacao en los centros de acopio a fin de integrar los efectos combinados del componente genético del cacao, suelo, clima, manejo agronómico y tecnología postcosecha utilizada (Jiménez, et al., 2018).

Los parámetros más importantes que representan la calidad organoléptica del cacao incluyen el color, aroma y sabor. Mediante estos se puede distinguir a los cacaos ordinarios de los finos de aroma. Estos últimos, se caracterizan porque el sabor a cacao se combina con otros sabores como floral, frutal, nuez, etc., atribuyéndoles una calidad más aromática (Jiménez, et al., 2018). El sabor es uno de los parámetros más importantes entre los parámetros de calidad.

En el proceso postcosecha se desarrolla el perfil de sabor del cacao. En el beneficiado del cacao, la fermentación y el secado son las etapas más importantes debido a que

durante la fermentación se producen reacciones bioquímicas responsables de la disminución del amargor y astringencia necesarios para estimular el aroma y sabor en la semilla (Portillo, 2009). El amargor y la astringencia son atributos no deseados. Durante el secado se reduce el exceso de la humedad que queda después de la fermentación hasta un valor de 7 a 7.5%, facilitando el almacenamiento y comercialización del producto. Esta etapa del proceso tiene un efecto significativo en reducir la astringencia y acidez, así como desarrollar el sabor característico y el color café. El proceso oxidativo inicia durante la fermentación, pero continúa durante el secado. Las enzimas polifenol oxidasas catalizan la transformación de los polifenoles en quinonas que luego se condensan con grupos amino libres produciendo polímeros de color café. Entre los métodos de secado, se prefiere el secado al sol porque da el sabor característico del chocolate.

También se ha reportado secado por etapas en el que se va aumentando la temperatura paulatinamente hasta 50° C, obteniéndose un cacao con buenas características sensoriales (Giacometti, et. al., 2015; Ortiz de Bertorelli, et. al., 2009).

El secado y el almacenamiento son partes críticas en el proceso debido a que de no realizarse de forma correcta se puede incentivar el crecimiento de hongos (Vásquez Tajtaj, 2005). Si el almacenamiento de granos de cacao se hace en condiciones inadecuadas, los granos se vuelven más propensos a la invasión de moho y a infestarse de insectos. En los países tropicales el cacao puede almacenarse de 2 a 3 meses sin asumir riesgos de calidad (Cubillos et. al., 2008).

Según el código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación del cacao por Ocratoxina del Codex Alimentarius, (2013), un contenido por debajo del 8% de humedad se considera óptimo para impedir la proliferación de microorganismos y un buen almacenamiento. La capa de

granos de cacao que se estén secando no debe de exceder los 4 cm de espesor o su equivalente de 40 kg de cacao por metro cuadrado de la zona de secado ya que esto evita la formación de moho, además de hacer el proceso más eficiente. Además, no se deben mezclar los granos que se encuentren en diferentes fases de secado debido a que puede causar que los granos se vuelvan a humedecer, lo cual acelera la formación de micelio y la posibilidad de producción de los hongos. Adicionalmente, baja la calidad de la producción debido a la falta de homogeneidad.

En cuanto al almacenamiento, la estructura debe de cumplir con ser impermeable, ventilado, limpio y libre de humedad, plagas o insectos. Un buen diseño de almacén asegura que el grano se mantenga seco y uniforme. Estos almacenes no deben de ser expuestos a la luz solar directa ni cerca de fuentes de calor ya que puede afectar el contenido de humedad de los granos.

La calidad física se basa principalmente en la apariencia exterior e interior del grano, que no necesariamente coincide con un buen sabor y aroma a chocolate. La calificación que

dan los países compradores y fabricantes de chocolate a los granos de cacao es por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos e insectos, entre otros. La prueba de corte es la más importante para determinar la calidad comercial del cacao. Los granos cortados longitudinalmente que presentan una coloración total marrón a chocolate y el cotiledón agrietado indican una buena fermentación (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

Los principales parámetros de calidad de compra en Guatemala buscan que el grano sea grande, higiénico, con humedad de aproximadamente 7% y que el grano se encuentre bien fermentado (Say et. al., 2016). El sabor es un buen indicador de que tan bueno fue el proceso postcosecha incluyendo la fermentación y el secado. Ambos procesos tienen un efecto en los compuestos responsables del sabor (Aprotosoia et. al., 2016).

En este estudio se evaluó la diferencia en la calidad del cacao que se secó de manera convencional y utilizando los secadores solares alternativos en cada una de las cinco asociaciones de Alta Verapaz que participaron en el estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Unidades de secado

Se instalaron secadores solares en las asociaciones ADEMAYACH, APODIP, ASODIRP, ASOSELNOR y KATBALPOM, como alternativa a los secadores convencionales que cada asociación tiene. Estos consistieron en una estructura metálica que ocupó un área de 5m<sup>2</sup> (1.83m x 2.76m). Los secadores contaron con una capacidad teórica de secado de 140 lb de cacao. Las partes del secador incluyeron: entrada de aire, colector solar, cámara de secado con 4 bandejas de madera con malla diamante HDPE con orificios de 9mm x 9mm (cada bandeja con dimensiones de 1 m x 0.7m) y una salida para el aire caliente húmedo (Figuras 1 y 2).

La captación de radiación solar se llevó a cabo por medio de una lámina metálica con un recubrimiento de pintura negro mate anticorrosivo para mejorar las propiedades del material. La radiación absorbida se transfiere por convección al aire que ingresa. Para transferir la radiación solar se utilizó una lámina de policarbonato transparente y tanto las paredes laterales como las inferiores contaron con una capa de poliestireno de 4 cm para reducir la transferencia de calor hacia el ambiente, así como una capa de lámina galvanizada para proteger y sellar la estructura.

Los secadores convencionales consistieron en una plataforma de madera protegida del ambiente con un techo y laterales de plástico transparente o láminas, con variaciones en cada asociación (Cuadro 1).



Figura 1. Secadores solares alternativos instalados en las asociaciones.



Figura 2. Malla plástica HDPE utilizada en las bandejas de los secadores alternativos.

**Cuadro 1.** Descripción del secado convencional usado en cada asociación.

Asociación	Unidad de secado		Dimensiones de la mesa de secado LxAxH <sup>1</sup> m	Mesas por unidad de secado	Grosor de la capa de cacao cm	
KATBALPOM	Estructura de techo de policarbonato y cortinas plásticas laterales. Las mesas de secado tienen malla plástica gruesa, con orificios grandes, sin ningún tipo de madera corrida debajo. El suelo está impermeabilizado con una torta de cemento.		 Mesa con malla sin madera corrida	16x2x0.8	2	5 a 6
ASODIRP	Estructura de techo y laterales fijos de policarbonato. Las mesas de secado cuentan con malla plástica con orificios pequeñas y cuentan con madera corrida debajo. El suelo no está impermeabilizado.		 Mesa de madera con malla tipo sarán	16x2x0.8	2	2 a 3
APODIP	Estructura tipo invernadero, cuenta con techo y laterales fijos de policarbonato. Las mesas de secado cuentan solamente con madera corrida en las mesas, no cuentan con malla. El suelo está impermeabilizado con torta de cemento		 Mesa de madera	16x2x0.8	2	4 a 5
ADEMAYACH	La estructura consiste en una galera que cuenta únicamente con techo de policarbonato y cortinas plásticas, colocan el cacao sobre un plástico negro grueso, y debajo del plástico se tiene una torta de cemento.		 Piso de cemento	5x10x0.05	1	4 a 5
ASOSELNOR	Estructura de techo de policarbonato y cortinas plásticas laterales. Las mesas de secado tienen malla plástica con orificios pequeños, y además cuentan con madera corrida debajo de la malla. El suelo está impermeabilizado con una torta de cemento.		 Mesa de madera con malla tipo sarán	16x2x0.8	2	4 a 5

<sup>1</sup> Largo x ancho x alto

## Ensayos de secado

En cada asociación se instalaron dos secadores solares alternativos. Tomando en cuenta la unidad de secado convencional que se utilizó como control (Cuadro 1), en cada centro de acopio se contó con 3 unidades de secado.

Se realizaron 3 ensayos (Cuadro 2). En el primer ensayo se evaluó la carga de secado en cada bandeja de los secadores solares alternativos. En uno de los secadores se colocó la misma carga de cacao fermentado que utiliza cada centro de acopio para un área similar al área de las bandejas de secado (0.7 m<sup>2</sup>/bandeja) (SA1\_CC). En el segundo secador solar alternativo se colocó 2/3 de la carga del secado convencional (SA2\_2/3CC).

En el segundo ensayo se realizó la misma evaluación que en el ensayo 1, con la diferencia que el cacao que se colocó en cada secador alternativo pasó primero por un período de

8 horas de ventilación y aireación en el centro de acopio, simulando el procedimiento del secado convencional (SC) realizado por cada asociación. Esto a diferencia del ensayo 1 en donde el cacao fermentado no pasó por el proceso de aireación de las 8 horas antes de colocarlo en las bandejas de secado (Figura 3).

En el ensayo 3 se evaluó el efecto de la aireación y ventilación durante las primeras 8 horas. En ambos secadores se colocó la misma carga de cacao independientemente de la carga utilizada en la unidad de secado convencional. La diferencia entre los secadores alternativos fue la aireación durante las primeras 8 horas del inicio del secado, siguiendo lo descrito en los ensayos 1 y 2. El secador 1 fue sin aireación inicial (S1\_SAI) y el secador 2 fue con aireación inicial (S2\_CAI).

En las unidades de secado alternativo de los tres ensayos se realizaron varias remociones al día para evitar que los granos de cacao se pegaran unos con otros. Esto simulando el manejo del secado convencional.

**Cuadro 2.** Detalle de los 3 ensayos realizados en cada centro de acopio y asociación. Tomado de Bocel et al., 2022.

Región	Asociación	Ensayo	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Carga/bandeja (lbs)			Grosor de la capa de cacao (cm)			Humedad final de grano (%)			Días de secado		
					Secador 1	Secador 2	Convencional	Secador 1	Secador 2	Convencional	Secador 1	Secador 2	Convencional	Secador 1	Secador 2	Convencional
Lachuá	KATBALPOM	1	13/02/2020	3/03/2020	35	25	35	5.6	4.0	5.6	7.8	7.9	7.8	19	19	19
		2	04/03/2020	17/03/2020	35	25	35	5.6	4.0	5.6	7.4	7.5	7.4	13	13	12
		3	11/05/2020	11/06/2020	25	25	35	5.0	5.0	5.6	7.5	7.6	7.5	9	9	31 <sup>1</sup>
	ASOSELNOR	1	03/04/2020	13/04/2020	25	17	25	4.0	3.0	4.0	7.5	7.3	7.4	10	10	9
		2	30/04/2020	08/05/2020	25	17	25	4.0	3.0	4.0	7.4	7.3	7.6	8	8	8
		3	28/05/2020	05/06/2020	25	25	25	4.0	4.0	4.0	7.5	7.4	7.5	8	8	8
	ASODIRP	1	26/03/2020	31/03/2020	15	10	15	2.5	1.5	2.5	7.3	7.4	7.3	5	5	5
		2	05/04/2020	12/04/2020	15	10	15	2.5	1.5	2.5	7.4	7.6	7.4	7	7	7
		3	05/05/2020	12/05/2020	25	25	25	4.0	4.0	4.0	7.7	7.6	7.6	7	7	7
Polochic	APODIP	1	11/02/2020	20/02/2020	25	17	25	4.0	3.0	4.0	7.5	7.6	7.6	9	9	9
		2	24/03/2020	30/03/2020	25	17	25	4.0	3.0	4.0	6.6	6.4	7.2	6	6	6
		3	11/05/2020	18/05/2020	25	25	25	4.0	4.0	4.0	7.4	7.1	7.2	7	7	7
Cahabón	ADEMAYACH	1	20/02/2020	05/03/2020	24	16	24	4.0	3.0	4.0	5.5	5.3	5.4	14	14	14
		2	20/03/2020	30/03/2020	24	16	24	4.0	3.0	4.0	5.6	5.4	6.9	10	10	10
		3	28/05/2020	08/06/2020	24	24	24	4.0	4.0	4.0	5.5	5.3	7.6	11	11	11

<sup>1</sup> El secado convencional se extendió ya que hubo precipitación constante, lo cual obligó al almacenamiento del grano.



**Figura 3.** Carga de cacao en los secadores: a) secado solar alternativo 25 lbs por bandeja, b) secado de 17 lbs por bandeja y c) secado convencional.

También se intercambió la posición de las bandejas de arriba por las de abajo un par de veces al día, teniendo el cuidado de identificar las bandejas para evitar confusiones.

Las variables de respuesta en los 3 ensayos incluyeron:

1. **Humedad:** Se seleccionó una muestra representativa de aproximadamente 18 gramos de cacao para la evaluación, utilizando el medidor de humedad Grain Moisture Tester Agratronix MT-16
2. **Moho interno y externo:** Después de la prueba de corte de 50 granos con una guillotina marca Bifaron International Co., se procedió a evaluar el grano y establecer defectos como moho interno y moho externo.
3. **Preparación del licor de cacao:**
  - a. **Tostado.** Se tomaron 500 gramos de cacao y se utilizó un tostador BEHMOR. Este proceso duró alrededor de 10 minutos de tueste a una temperatura entre 125°C y 130°C y luego 12 minutos de enfriado.
  - b. **Descascarillado:** Se realizó manualmente para obtener trozos de cacao fragmentados, conocidos como nibs, es decir, los trozos o cotiledones de los granos de cacao triturados sin cáscara.
  - c. **Refinado:** Para obtener el licor de cacao se colocaron los trozos de cacao fragmentados dentro de un

molino de piedra Marca Premier modelo PG-506. El proceso duró 8 horas para cada muestra. La pasta obtenida se vertió en moldes de goma y se solidificó a temperatura ambiente.

4. **Acidez titulable:** La acidez del licor de cacao se realizó por titulación con hidróxido de sodio 0.1 N.
5. **Análisis sensorial:** El análisis sensorial del licor de cacao se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Burgos et. al. (2018). Esta evaluación fue realizada por la empresa Cacao Verapaz. Las sesiones de catación incluyeron de 3 a 5 muestras por sesión. El panel estuvo conformado por cinco personas. Los atributos evaluados fueron olor de la muestra antes de colocarla en el paladar, acidez, astringencia, amargor, así como el sabor a cocoa, dulzor, nuez, fruta seca, fruta fresca, floral y especias en una escala de intensidad de 1 a 5. El valor de la escala indica: 0. ausente; 1. apenas detectable; 2. presente; 3. caracteriza la muestra; 4. dominante y 5. extremo.

El análisis estadístico consistió en análisis de varianza para el porcentaje de acidez y estadística descriptiva para las variables categóricas de sabor y olor. Se utilizó infostat para el análisis estadístico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Moho interno y externo

El porcentaje de moho interno y externo a la prueba de corte se presenta en el Cuadro 3. Según la norma ISO2451 versión 2017, Cacao: Especificación y requisitos de calidad, el moho interno debe ser igual o menor a 3% para cacao grado 1. Se puede observar que en todos los casos las muestras en los secadores solares alternativos cumplen con este requisito y no se observa un patrón relacionado con la carga de secado (ensayos 1 y 2) o la aireación inicial antes de su ingreso a los secadores (ensayo 3).

En el secador convencional de la asociación ADEMAYACH se encuentran valores aislados que son más altos y

probablemente se encuentran relacionados con las condiciones climáticas prevalentes durante las pruebas. En la misma asociación se ve un valor de 12% de moho externo que también podría relacionarse con el clima. En esa asociación, el cacao secado en los secadores solares alternativos mostró ausencia de moho interno y externo, lo cual sugiere que los secadores alternativos fueron más eficaces que el convencional para evitar este defecto en adversidades climáticas. No se encontró una diferencia importante en el contenido de moho entre los 3 ensayos a pesar de haberse llevado a cabo en distintas fechas del año.

**Cuadro 3.** Porcentaje de moho externo y moho interno en cacao en prueba de corte.

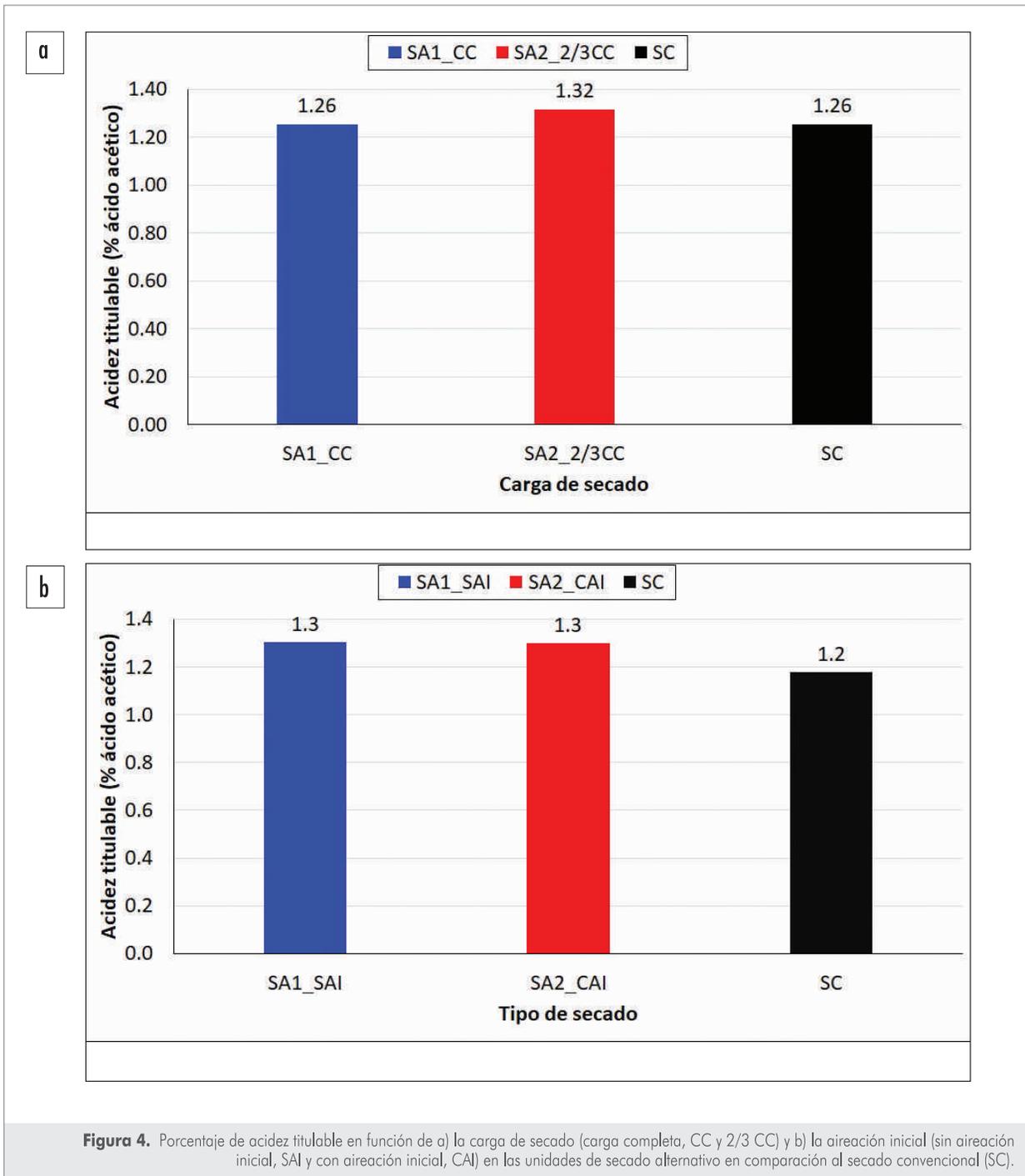
Región	Asociación	Ensayo	Moho externo (%)			Moho interno (%)		
			Secador 1	Secador 2	Convencional	Secador 1	Secador 2	Convencional
Lachuá	KATBALPOM	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
	ASOSELNOR	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	5	0	0	1
	ASODIRP	1	1	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	1
		3	2	3	0	0	0	0
Polochic	APODIP	1	0	0	0	0	0	0
		2	2	0	2	0	0	0
		3	0	2	2	0	0	0
Cahabón	ADEMAYACH	1	0	0	0	2	0	0
		2	0	0	0	0	0	4
		3	0	0	12	0	0	7

### Acidez titulable

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en el valor de la acidez titulable entre muestras de cacao de los 2 secadores alternativos, tanto para el efecto de la carga de cacao fermentado (Figura 4a) como para el efecto de la aireación inicial (Figura 4b) ( $p > 0.05$ ).

En función de la acidez titulable, los secadores alternativos presentaron resultados similares al secado convencional

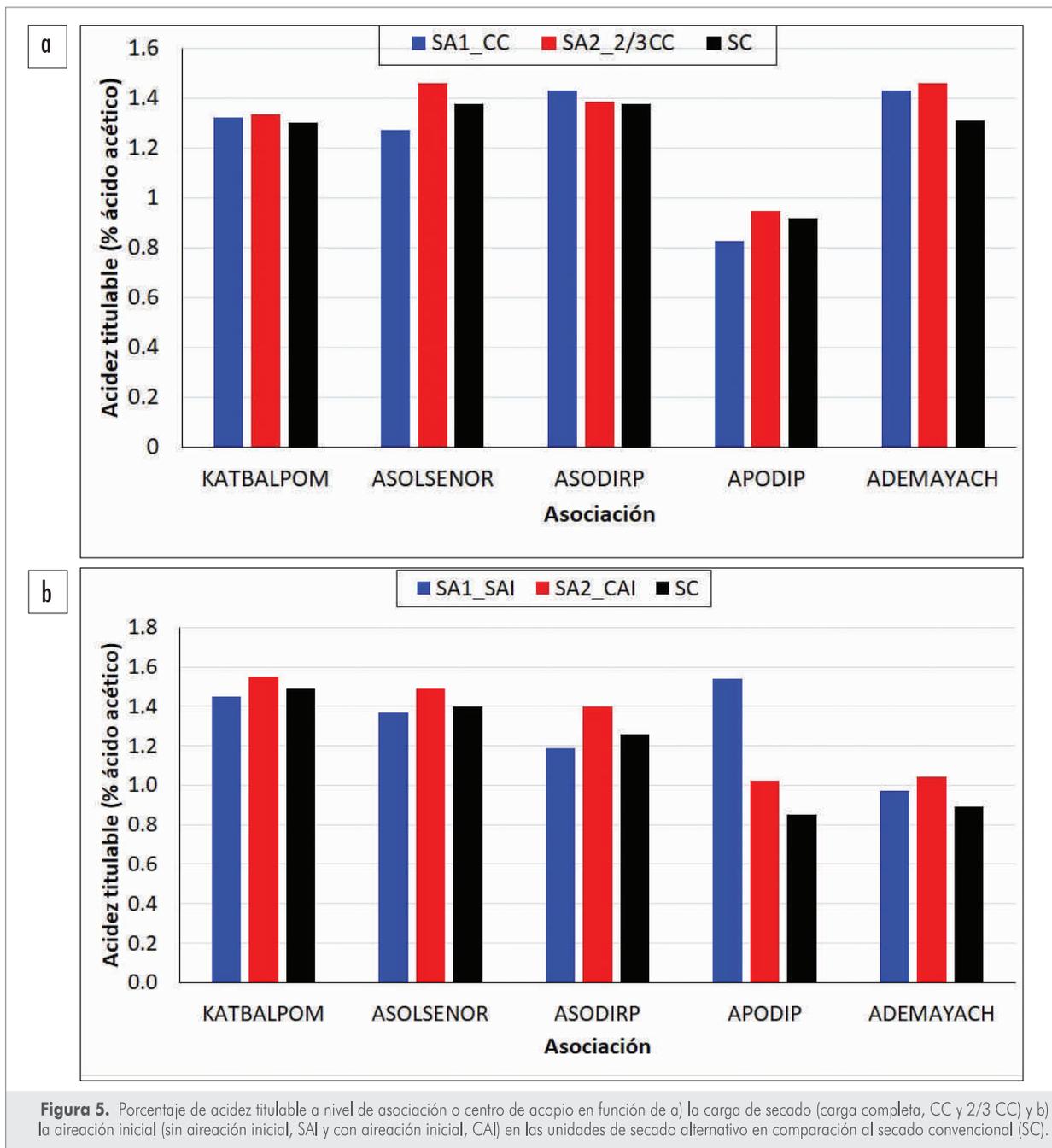
(Figuras 4a y 4b). Esto indica que en las unidades evaluadas se puede utilizar una carga de cada fermentado similar a la carga por unidad de área que utilizan los centros de acopio. La carga utilizada en el secado convencional varió de 15 (ASODIRP) a 35 (KATBALPOM) libras para un área similar al de las bandejas de los secadores alternativos. Los resultados de acidez titulable también indican que tampoco es necesario la aireación inicial de 8 h, por lo que el único cuidado sería realizar las remociones para evitar que los granos de cacao se pequen unos con otros.



El comportamiento de los secadores alternativos no varió significativamente ( $p > 0.05$ ) dentro de cada centro de acopio (Figura 5a y 5b). La principal diferencia se encontró entre centros de acopio o asociaciones.

En promedio, las muestras de cacao de las asociaciones KATBALPOM, ASOSELNOR y ASODIRP presentaron un mayor valor de acidez en relación con las otras dos asociaciones ( $p < 0.0001$ ). Es decir que el clima o el proceso de fermentación

llevados a cabo en cada asociación tienen un efecto sobre el porcentaje de acidez del licor de cacao, más que el uso de los secadores solares alternativos o convencional. A nivel global, las muestras de cacao de la asociación APODIP presentaron el menor contenido de acidez. Esto puede ser debido a diferentes prácticas de postcosecha de la asociación y a la infraestructura de fermentación y secado con la que esta asociación cuenta.



## Análisis sensorial

### Factor asociación

En la Figura 6 se presenta el valor promedio de los atributos de sabor y aroma para el secado convencional de cada una de las asociaciones con valores promediados sobre los 3 ensayos. Los atributos varían grandemente entre asociaciones. El olor floral, el de fruta seca y el olor a especia son los valores más bajos en todas las asociaciones. La variación entre los valores de acidez, amargor y sabor a dulce es más amplia entre asociaciones en comparación con el resto de los atributos. Las muestras de cacao de KATBALPOM y ASOSENOR presentaron un mayor índice de acidez, en

tanto que la muestra de cacao de APODIP presentó el menor valor. Esto coincide con los valores de acidez titulable reportados en la Figura 5.

La mayor parte de los valores de intensidad para el amargor y astringencia fueron menores a 2.5, lo cual de acuerdo con Burgos et. al., (2018) los sitúa con una calidad arriba de 5. Valores de intensidad mayores a 2.5 resultan en calidades inferiores a 5.

En general, ninguna de las asociaciones fue superior al resto en todos los atributos de sabor y olor evaluados. Esto sugiere una gran oportunidad para la mejora de la calidad del cacao en cada centro de acopio.

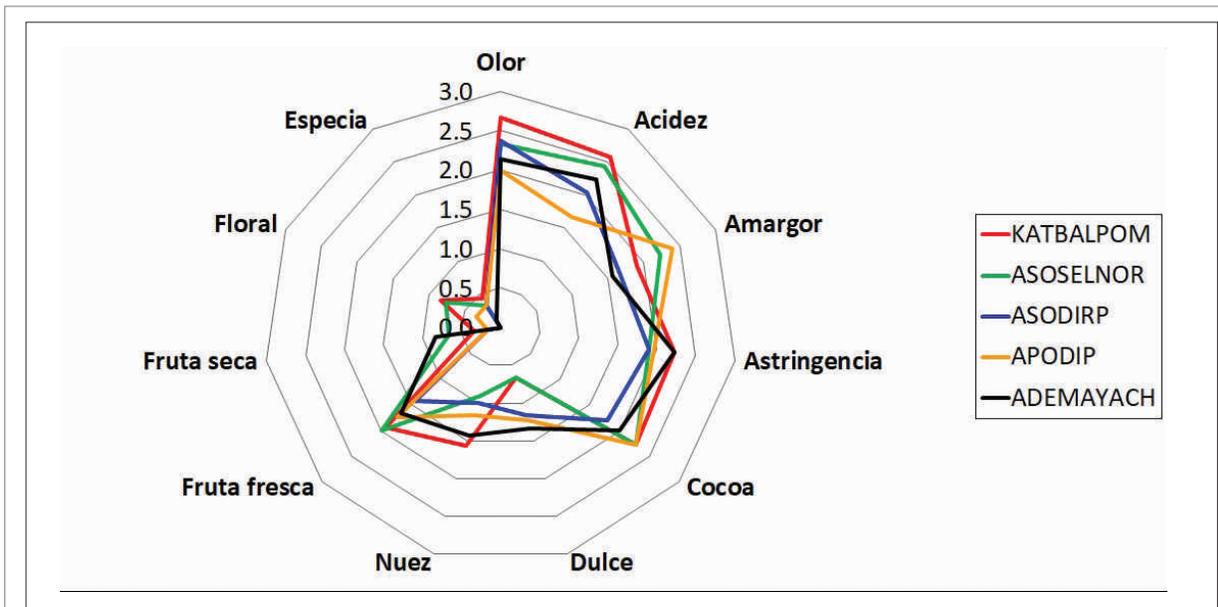


Figura 6. Intensidad de sabor y aroma del cacao manejado convencionalmente según asociación.

### Factor aireación inicial

El efecto de la aireación inicial evaluada en el ensayo 3, promediado sobre asociaciones, se presenta en la Figura 7. No se encontró diferencia en la valoración de la mayor parte de atributos en función de la aireación inicial. La principal diferencia fue en los valores de acidez y amargor. Ambos

valores son más bajos en la muestra de cacao con aireación inicial. La valoración de los parámetros olor, sabor a cocoa, fruta fresca y a fruta seca fue mayor con el uso de los secadores alternativos en comparación al secado convencional. La astringencia fue mayor en el secado convencional y el secador con aireación inicial.

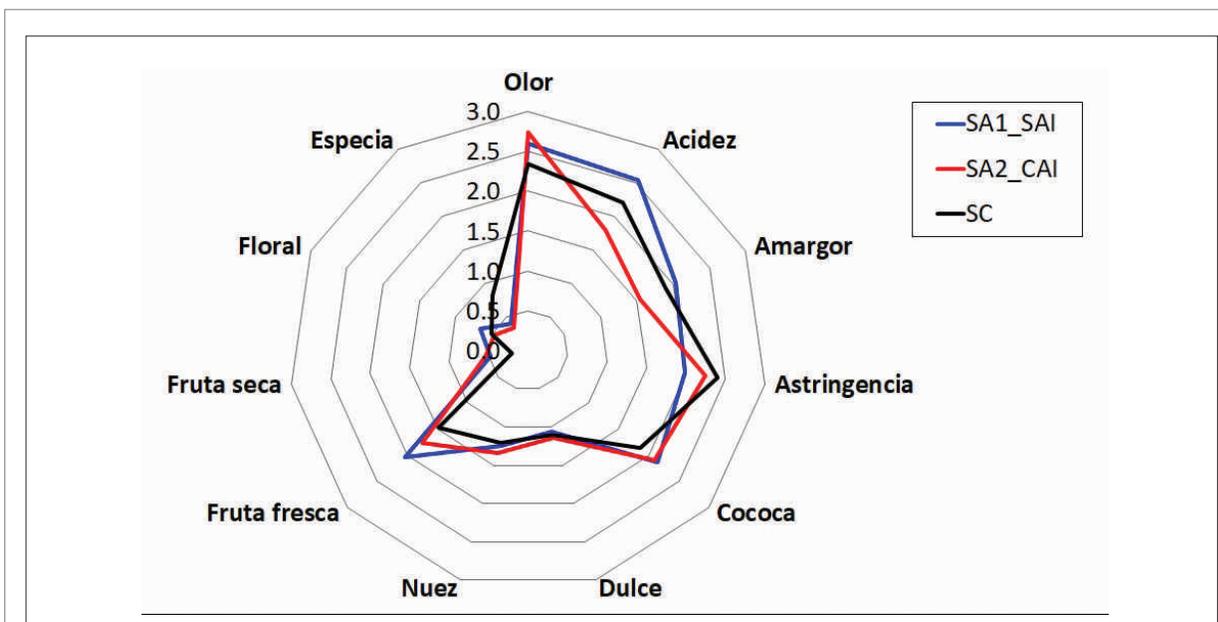
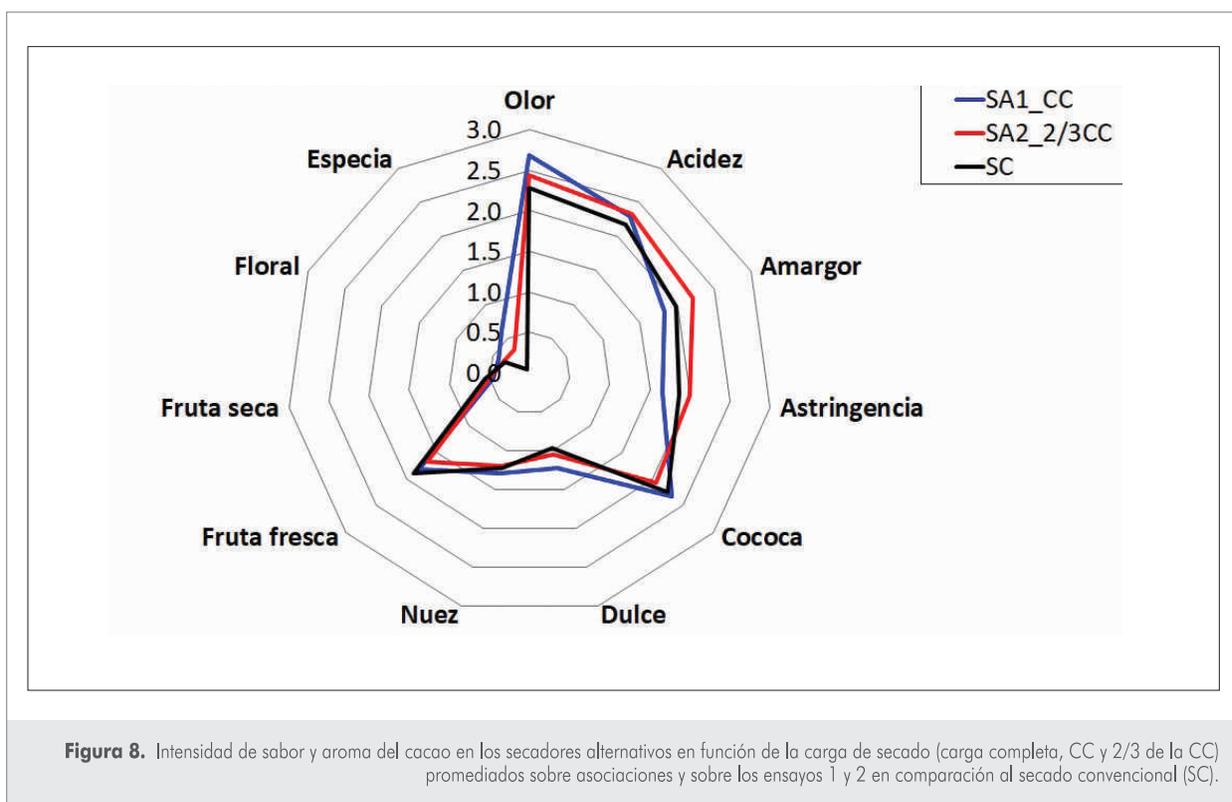


Figura 7. Intensidad de sabor y aroma del cacao en los secadores alternativos en función de la aireación inicial (sin aireación inicial, SAI y con aireación inicial, CAI) promediados sobre asociaciones en comparación al secado convencional (SC).

## Factor carga de secado

El efecto de la carga de secado, promediado sobre asociaciones y sobre los ensayos 1 y 2, se presenta en la Figura 8. Los atributos olor, sabor a cocoa, sabor a dulce

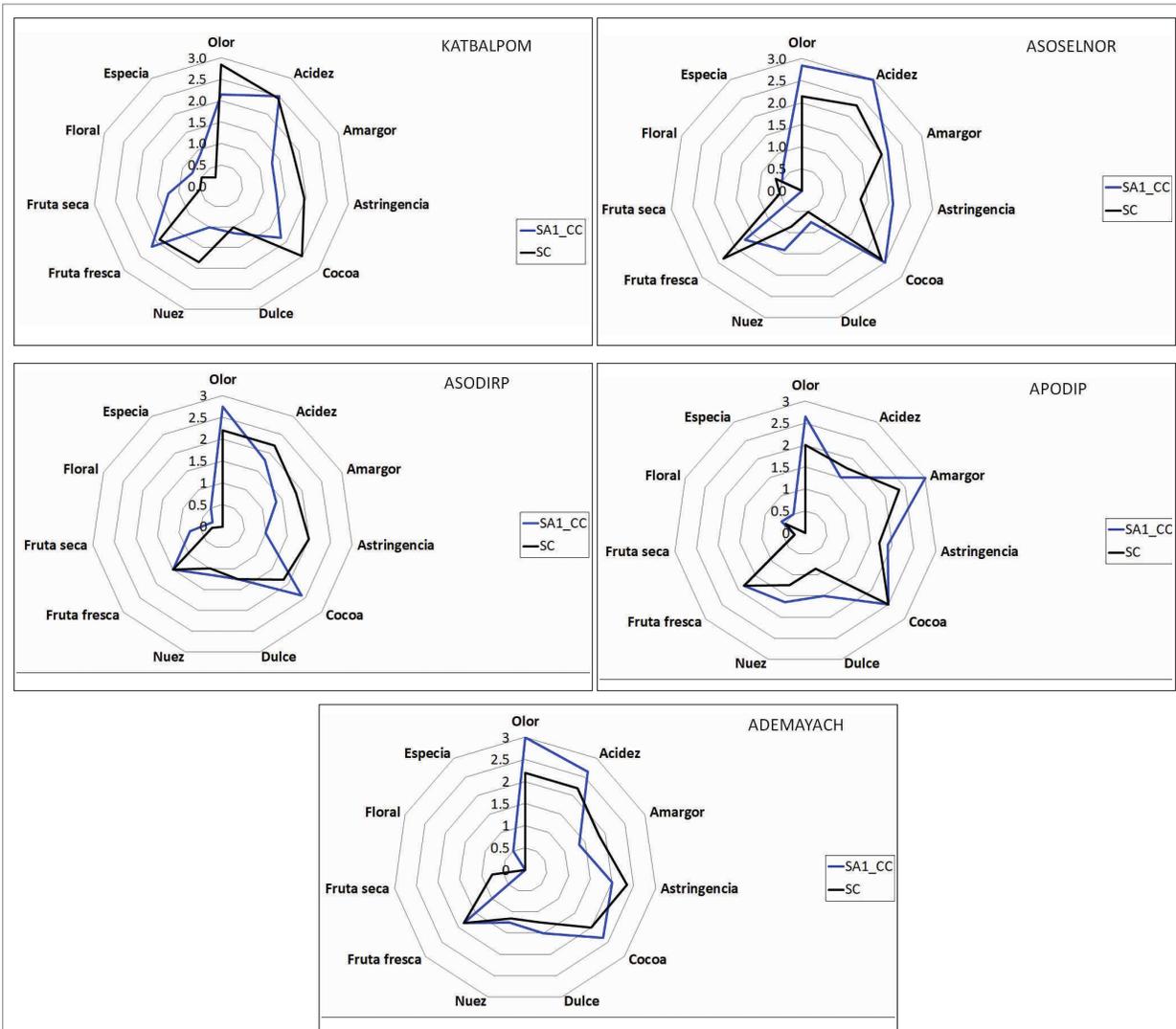
y a especia fueron ligeramente mayores con el uso de la carga completa en el secador alternativo en comparación con los otros dos secadores. El amargor y la astringencia también fueron menores en el secado alternativo y carga completa.



Los resultados de carga de secado y aireación inicial del cacao fermentado secado con las unidades alternativas sugieren que se puede utilizar la misma carga que utilizan los centros de acopio para un área similar al área de las bandejas de los secadores. Es importante tomar en cuenta el efecto positivo de la aireación inicial previo a ingresar el cacao a los secadores. Esto a pesar de que estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre airear y no airear las muestras para la acidez titulable.

El efecto del secado alternativo con una carga de cacao fermentado similar a la del secado convencional en cada centro de acopio se presenta en la Figura 9. En tres (KATBALPOM, ASODIRP y ADEMAYACH) de las 5 asociaciones

el uso del secador alternativo resultó mejor calificado para los atributos amargor y astringencia. Esto sugiere que los secadores alternativos podrían contribuir a un mejor desarrollo del sabor del cacao de cada asociación. En general se busca que se reduzca la acidez, amargor y astringencia y que aumente la intensidad de los aromas a cocoa, nuez, fruta fresca, dulce, fruta seca, floral y especias, o que por lo menos se mantenga la misma intensidad que en el secado convencional. En las 3 asociaciones mencionadas, los atributos deseables estuvieron igual o mejor ponderados en el secador alternativo con relación al secado convencional. Estos resultados hay que validarlos con algunas evaluaciones adicionales.



**Figura 9.** Intensidad de sabor y aroma del cacao seco en la unidad alternativa con carga de secado similar a la del secado convencional en las asociaciones KATBALPOM, ASOSELNOR, ASODIRP, APODIP y ADEMAYACH.

Los resultados de las diferentes evaluaciones indican que los secadores alternativos tienen un potencial para mejorar el perfil de sabor, desarrollando mayor complejidad al aumentar la intensidad de varios aromas, pero hay que seguir haciendo pruebas con ellos para lograr que también se reduzca la

acidez por lo menos al nivel de acidez del secado convencional y de esta manera mejorar la calidad integral del cacao. El secado alternativo también puede ser útil para mejorar la diversificación de perfiles que se pueden ofrecer, dependiendo del gusto del cliente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El secado solar alternativo evaluado en este estudio cumplió con las funciones principales de los secadores convencionales de cacao. Fue eficaz en reducir el contenido de humedad del grano a menos de 8%, al igual que los secadores convencionales de cada asociación. Evitó el crecimiento de moho en los granos de cacao ya que en general no se presentó un porcentaje de moho externo ni interno mayor a 2%. Por los resultados de la acidez titulable, también cumplió su función al presentar un valor similar al obtenido en los secadores convencionales.
- El perfil de sabor del cacao secado en el secador solar alternativo en las diferentes modalidades de utilización mostró diferencias al compararlo con el secado convencional en cada una de las asociaciones evaluadas. En algunos casos reduce amargor y astringencia, y en otros aumenta la intensidad de las notas aromáticas. Esto presenta la posibilidad de utilizar los secadores alternativos para crear matices diferentes de sabor. Se recomienda continuar experimentando con los secadores y su efecto en el sabor del cacao para ampliar y diversificar la oferta del productor al mercado.
- Un beneficio del secador solar alternativo es que el cacao está más protegido del ambiente y del acceso de plagas por la estructura, especialmente cuando el clima es muy húmedo. Sin embargo, es un prototipo que tiene oportunidades de mejora como forzar la circulación del aire a través de una chimenea o un ventilador.

## AGRADECIMIENTOS

A las asociaciones productoras de Cacao en la zona Norte de Guatemala que apoyaron el estudio permitiendo que se instalaran los secadores en sus centros de acopio, así como por la información proporcionada sobre el manejo de los procesos de fermentación y secado del cacao.

A la MSc. Dolores Alvarado, asistente de Investigación de Bioersity International, por su valiosa ayuda en el análisis e interpretación de los datos.

Al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) por el financiamiento de este estudio

a través del programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA) (Contrato IICA-CRIA-044-2018), ejecutado a través del Convenio de Cooperación Técnica y Administrativa 11-2015 suscrito entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-.

Al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura por el seguimiento de las actividades, el apoyo para la comunicación con los actores de la agrocadena y la divulgación de resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aprotosoiaie, A.C. , Luca, S.V., y Miron, A. (2016). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products-An Overview, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* doi: 10.1111/1541-4337.12180.
- Bocel, J., Gómez, D., Colmenares, A., Alonzo, I., De León, R., Rodríguez, E., y Cifuentes, R. (2022). Evaluación de un prototipo de secador solar para cacao en la región norte de Guatemala. *Rev. UVG* (este número, p 122).
- Burgos, D., Almonte de los Santos, B., Cardenas, H. , Carspensen, B., Choy, M. Contreras, J., Dominguez, M., Flores, L., Gomez, J., Kintzer, B., Liberati, C. , Mapes, Z., Marin, I., Rufino, L., Saavedra, Z, Saavedra, L., Sweitzer, L., Ubillus, J., (2018). Guía para la Ficha de Catación para Análisis Sensorial de Cacao, Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID=Equal Exchange-TCHO, 24p.
- CAOBISCO/ECA/FCC, (2015). Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requeriments. End, M.J. y Dand, R., Editors. <http://pdf.usaid.gov/pdfdocs/Pnadv946.pdf>.
- Codex Alimentarius International Food Standards. (2013). Code of Practice for the Prevention and Reduction of Ochratoxin A Contamination in Cocoa. Reference CAC/RCP 72-2013. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/en/>.
- Cubillos, G., Merizalde, G., y Correa, E. (2008) Manual de beneficio del cacao. 29. <http://www.ruta.org/programa-agroalimentario-sostenible/CEDOC/ficha.php?id=1736>.
- Giacometti, J., Joli, S. M., y Josi, D. (2015). Cocoa Processing and Impact on Composition. In *Processing and Impact on Active Components in Food* (pp. 605-612). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00073-1>.
- Jiménez, I. J. C., Tuz Guncay, I. G., Quevedo Guerrero, M. J. N., y García Batista, D. C. R. M. (2018). Presecado: Su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 63-73. Recuperado a partir de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/195>.
- Norma ISO 2451:2017 Cocoa beans - Specification and quality requirements, <https://www.iso.org/standard/68202.html>.
- Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L., y Gervaise, R.L. (2009). Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación. *Agronomía Tropical*, 59(1), 73-79. Recuperado en 14 de octubre de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2009000100007&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000100007&lng=es&tlng=es).
- Portillo, E., Labarca, M., Grazziani, L., Cros, E., Assemat, S., Davrieux, F., Boulanger, R., y Marcano, M. (2009). Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 9 (2): 458-46. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09058>.
- Say, E., Villalobos, M., Escobedo, A., Sánchez, S. y Somarriba, E. (2013). Uso actual y oferta de tecnologías sostenibles en las cadenas de valor del cacao en Guatemala para mejorar la seguridad alimentaria, Informe Nacional Guatemala. Recuperado de internet el 3 de noviembre del 2021 en [http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Informe\\_Guatemala](http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Informe_Guatemala).
- Vasquez Tajtaj, E. G. (2005). Situación actual del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.), En el departamento de Izabal. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía, 75. Tesis de Pregrado. Guatemala.