

**CONVENIO  
INIAP / APROCAFA / CORPEI**

***COMPORTAMIENTO DEL PERFIL ORGANOLEPTICO DE  
LOS CACAOS CCN-51 Y NACIONAL EN RESPUESTA A LA  
INTRODUCCION DEL PRESECADO DE LAS ALMENDRAS  
EN EL PROTOCOLO DE FERMENTACION.***



**Fermentación en Cajón**



**Pruebas de corte**



**Análisis sensorial**

**REPORTE FINAL**

**Preparado por: Freddy Amores, Juan Jiménez y Alejandra Saltos**

**PROGRAMA NACIONAL DE CACAO  
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE**

**MARZO - 2007  
QUEVEDO - ECUADOR**

## INDICE

	<u>PAGINA</u>
Resumen Ejecutivo .....	1
Introducción .....	3
Objetivos .....	5
Metodología .....	5
Resultados Análisis Físicos .....	8
Resultados Análisis Químicos .....	31
Resultados Análisis Organolépticos .....	50
Conclusiones .....	66

## CONVENIO INIAP/APROCAFA/CORPEI

### RESUMEN EJECUTIVO

El concepto de que el presecado de la masa de cacao antes de la fermentación podría disminuir la acidez sensorial produciendo un perfil organoléptico mejor balanceado, fue la idea a partir de la cual se formuló la hipótesis cuya demostración se constituyó en el objeto del presente trabajo de investigación. Se utilizaron los cacaos CCN-51 y Nacional. Los objetivos específicos del estudio fueron: 1) Conocer si el presecado acelera el aumento de temperatura de la masa fresca, acorta el periodo de fermentación y reduce el tiempo necesario para la obtención de un buen porcentaje de almendras debidamente fermentadas; 2) Determinar si los contenidos de acidez volátil, polifenoles y alcaloides (teobromina y cafeína), compuestos que son importantes en la expresión organoléptica del cacao, varían en función del presecado de las almendras; y 3) Conocer de que manera el presecado influye sobre las diferentes dimensiones del comportamiento organoléptico en ambos tipos de cacao. La investigación de campo, laboratorio así como el análisis e interpretación de resultados abarcó el periodo Julio 2005-Marzo/2007. La metodología para alcanzar los objetivos propuestos consistió de la recolección de muestras representativas de cacaos CCN-51 y Nacional. La masa de cacao Nacional se obtuvo de la finca Playa de Lima en la zona de Mocache y la de CCN-51 de la finca Rio Lindo en el kilómetro 16 de la vía Quevedo-Empalme. Parte de la masa de cacao de ambas fincas se presecó durante 8 horas antes de comenzar la fermentación. La otra parte se fermentó sin presecado previo. Se cumplieron varios eventos de fermentación utilizando la tecnología de microfermentaciones para facilitar la obtención de sub-muestras de almendras con tiempos crecientes de fermentación. Las fermentaciones se cumplieron en las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 y en cada época se completaron dos repeticiones para los tratamientos planificados completando cuatro en total. En algunos casos se hicieron comparaciones entre varios métodos de fermentación (cajón, montón, sacos y mesas). Las sub-muestras fueron caracterizadas mediante un grupo de variables físicas, químicas y sensoriales. Estas se utilizaron para monitorear, evaluar y comparar los cambios producidos por los tipos de cacao, épocas y número de días de fermentación, métodos de fermentación y naturalmente los cambios originados por la aplicación del presecado. Los eventos de fermentación así como la medición de las variables físicas y organolépticas se llevaron a cabo en la Estación Pichilingue mientras que las variables químicas se determinaron en la Estación experimental Sta. Catalina. Adicionalmente, la evaluación organoléptica de un grupo de sub-muestras seleccionadas fue realizada por el panel de Guittard Chocolate Co y los resultados fueron comparados con aquellos obtenidos en la E.Pichilingue para duplicados de dichas sub-muestras. En función de los objetivos considerados los resultados alcanzados al final del trabajo permitieron concluir lo siguiente: 1) La temperatura acumulada durante el proceso fermentativo fue superior en las almendras presecadas de CCN-51 para la época seca y lluviosa, pero no influyó en la longitud del periodo de fermentación ni en el porcentaje total de almendras bien fermentadas; 2) No se detectaron efectos definidos de la época o el presecado sobre el pH de los cotiledones, pero sí se identificó una tendencia moderada hacia la presencia de menores contenidos de acidez volátil en las almendras presecadas para cualquier época tanto en ambos cacaos; 3) El contenido de polifenoles totales en el cacao CCN-51 es definitivamente superior al del cacao Nacional en ambas épocas y no se

encuentra claramente influenciado por el presecado; 4) El porcentaje de teobromina es superior (en 10%) para el cacao CCN-51 mientras que su concentración de cafeína es inferior (en 25%) al compararse con el cacao Nacional; 5) En cualquier época y tiempo de fermentación con y sin presecado, el rango 6.0-8.6 incluyó todos los valores de la relación teobromina/cafeína para CCN-51 y el rango 4.3-5.7 abarcó todos los valores de dicha relación para el cacao Nacional; 6) El presecado sí modificó la intensidad de los sabores básicos a través de un aumento consistente de la intensidad del sabor a cacao, acompañada de una clara disminución de la acidez y en menor medida de un decrecimiento de la astringencia y amargor, percibiéndose un mejoramiento del perfil sensorial integral del cacao CCN-51; en cambio los resultados fueron inconsistentes para el cacao Nacional.

**CONVENIO  
INIAP/APROCAFA/CORPEI**

**REPORTE FINAL DE PROYECTO**

**Comportamiento del perfil organoléptico de los cacaos CCN-51 y Nacional en respuesta a la introducción del presecado de las almendras en el protocolo de fermentación**

**Introducción**

Algo más de una tercera parte de la producción anual (más de 3 millones de toneladas) de cacao en el mundo se utilizan en la producción de licor, el principal componente del sabor a chocolate, particularmente en aquellos productos con alto contenido de cacao. El resto se transforma en manteca y polvo de cacao. El mercado para los chocolates negros con alto porcentaje de cacao es un segmento en continuo crecimiento que consume gran parte del licor y manteca. En este segmento las características del perfil organoléptico o sensorial del cacao, proveniente de tal o cual origen o variedad, tienen gran importancia para la industria chocolatera como fuente valiosa de calidad, diferenciación y competitividad.

La sensación del sabor a chocolate viene acompañada de otras manifestaciones sensoriales como el amargor, acidez, astringencia. Además, algunos tipos de cacao están dotados de especificidades aromáticas como el sabor floral, nuez, frutal, malta, etc y se los conoce como cacaos finos. La identificación, medición y combinación de la intensidad de tales atributos o notas sensoriales en perfiles de sabor integral, permiten configurar lo que se conoce como perfil organoléptico o sensorial del cacao. En este punto cabe enfatizar que la fermentación (además de la genética y el ambiente), juega un rol importante en el desarrollo y expresión final del comportamiento sensorial para un determinado tipo de cacao. Este rol es tan crítico que un cacao no fermentado carece de la capacidad para desarrollar el sabor a chocolate u otras notas sensoriales específicas, mientras que un cacao insuficientemente fermentado ve disminuida en forma importante dicha capacidad. El buen secado de las almendras no mejora de ninguna manera la calidad sensorial de un cacao con fermentación insuficiente.

La identificación de los factores que intervienen en la fermentación, sus mecanismos de acción y la disponibilidad de técnicas para controlar su influencia de forma que contribuyan favorablemente al aumento de la calidad sensorial, constituyen un ámbito del proceso productivo del cacao con muchas preguntas por contestar y la consiguiente necesidad de respuestas que deben ser provistas por la investigación para una mejor comprensión del fenómeno. Un mayor conocimiento de la fermentación permitirá la manipulación más efectiva de los factores que intervienen en el proceso para aumentar la calidad del cacao, contribuyendo de esta manera a la revalorización del producto y consiguiente creación de riqueza para su distribución en el sector cacaotero.

Al inicio del proceso de la fermentación la pulpa que rodea las almendras frescas de cacao se degrada gradualmente por acción de enzimas y microorganismos. Durante la degradación el azúcar de la pulpa se transforma en etanol y éste último en ácido acético, el cual ingresa al interior de las almendras. Allí además de contribuir a la muerte del embrión, participa en fenómenos bioquímicos que son necesarios para iniciar el desarrollo de los compuestos precursores del sabor a cacao y de otras notas sensoriales.

Se especula que la presencia de un exceso de pulpa puede alargar el tiempo de fermentación produciendo además exceso de acidez, entre otros inconvenientes que influyen en el desarrollo de la expresión organoléptica del cacao. Por el contrario, el acortamiento del periodo de fermentación podría traer consigo disminución de la acidez, induciendo cambios favorables en la expresión del perfil organoléptico y transformándolo en un perfil mas balanceado.

A la luz de estos antecedentes y como parte de un esfuerzo interinstitucional, es que se viene considerando la incorporación del presecado como práctica postcosecha para reducir el contenido de pulpa y contribuir a mejorar la calidad sensorial del cacao. La investigación cuyos resultados se reportan en este informe, se diseñó precisamente para producir respuestas a las inquietudes planteadas dentro de la presente temática en relación a las variedades CCN 51 y Nacional.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Observaciones realizadas por varios productores innovadores sugieren que el presecado de la masa fresca de almendras de cacao antes de iniciar el proceso “formal” de fermentación, produce cambios importantes en mas de una dimensión sensorial del perfil organoléptico de las variedades CCN-51 y Nacional. De acuerdo a estas observaciones, la disminución de la acidez y astringencia en el cacao CCN-51 y el incremento de la intensidad del sabor “Arriba” en el cacao Nacional, son desde el punto de vista de la calidad, respuestas favorables a la incorporación del presecado en el protocolo de fermentación. Tal situación alienta la posibilidad para la revalorización de ambos tipos de cacao en el mercado internacional. Aunque sin suficiente sistematización y documentación, estas observaciones son las que han permitido la construcción de una hipótesis que vincula el presecado con cambios significativos y favorables en la expresión organoléptica de ambas variedades de cacao. Sin embargo, la hipótesis requiere ser confirmada para sustentar científicamente los cambios observados y justificar cualquier esfuerzo de diseminación de esta tecnología para beneficio del sector cacaotero del Ecuador. La falta de acciones dirigidas a producir el conocimiento que se necesita para respaldar estas observaciones, podría conducir al desaprovechamiento de una posible alternativa para impulsar el desarrollo de la calidad integral y revalorización de los principales tipos de cacao que el país produce y exporta.

En el marco de estos antecedentes el INIAP y APROCAFA formularon un proyecto de investigación con el propósito de comprobar la hipótesis mencionada. Los fundamentos y propósito del proyecto se discutieron y acordaron en una reunión que mantuvo Freddy Amores (Líder Nacional del Programa de investigación en cacao del INIAP) con varios productores de CCN-51, reunión que se llevó a cabo en la sede de APROCAFA en Guayaquil. El proyecto obtuvo fondos de CORPEI para financiar su ejecución. En este

marco se firmó un Convenio de cooperación técnica y financiera entre INIAP / APROCAFA / CORPEI el pasado 24 de Junio del 2005. Dificultades administrativas hicieron que recién el 22 de Agosto del mismo año, la CORPEI transfiriera la primera alícuota para la ejecución del proyecto en cuestión. No obstante, el Programa de Cacao del INIAP ya había iniciado el 21 de Julio algunos trabajos exploratorios para empezar el ajuste de la metodología, particularmente en cuanto tiene que ver con el número de horas de presecado.

## **OBJETIVO DE DESARROLLO**

Determinar la respuesta del perfil organoléptico de las variedades CCN-51 y Nacional a la incorporación del presecado de las almendras como parte del protocolo de fermentación, con el propósito de usar este conocimiento para decidir la formulación de recomendaciones que una vez difundidas y adaptadas contribuyan al incremento de la calidad del cacao de exportación.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar si el presecado acelera el aumento de temperatura de la masa fresca del cacao, acortando el periodo de fermentación y reduciendo el tiempo necesario para la obtención de un alto porcentaje de almendras fermentadas.
2. Establecer de que manera varían los contenidos de acidez volátil, polifenoles y alcaloides, parámetros importantes en la expresión organoléptica del cacao, en función del cambio (presecado) introducido en el protocolo de fermentación.
3. Conocer de que manera el presecado y la disminución del periodo de fermentación influyen sobre las diferentes dimensiones del comportamiento organoléptico en ambos tipos de cacao

## **JUSTIFICACIÓN**

El conocimiento producido al final del presente estudio permitirá responder a la pregunta planteada por el problema de investigación tal como se definió en la sección correspondiente. Si la hipótesis finalmente es confirmada, dicho conocimiento permitirá la formulación de recomendaciones para diseminar la nueva tecnología entre el sector productor. Su adopción contribuirá además al impulso de los esfuerzos locales para desarrollar la calidad integral del cacao ecuatoriano y su revalorización. Paralelamente los resultados de esta investigación pueden crear nuevas oportunidades comerciales para reforzar y ampliar los nichos de mercado internacional a los cuales se dirigen actualmente ambos productos por estar dotados de atributos particulares.

## **METODOLOGÍA**

La fase de campo de la presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. El estudio se inicio en el mes de Julio / 2005 con algunas pruebas exploratorias para ajustar la metodología, particularmente en relación con el tiempo de presecado a que debía ser sometida la masa fresca de cacao.

La determinación de parámetros físicos y sensoriales se cumplió en el Laboratorio de Calidad de integral de cacao de la misma Estación. La Unidad de Agrometereología del

INAMHI en dicho Centro de investigaciones, se constituyó en una valiosa fuente de información con relación a los parámetros de temperatura, precipitación y otras variables ambientales relevantes para apoyar el proceso de interpretación de los datos que generó el experimento. La determinación de los parámetros químicos se realizó en el laboratorio de Nutrición y Calidad Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, particularmente en relación con el contenido de polifenoles, alcaloides y acidez volátil. Muestras de algunos tratamientos seleccionados se enviaron también al laboratorio de aseguramiento de la calidad de Guittard Chocolate Co en Estados Unidos para la medición y reporte de resultados sensoriales.

El experimento fue diseñado para producir muestras representativas aleatorias de los datos para cada una de las variables seleccionadas con el fin de estimar la respuesta al cambio (presecado) introducido en el proceso tradicional de fermentación. Dichas variables fueron seleccionadas por su capacidad para evaluar y monitorear la evolución de la fermentación y expresión del perfil organoléptico de las variedades de cacao CCN-51 y cacao Nacional. Las muestras así obtenidas permitieron la estimación de medias para cada uno de los tratamientos aplicados. La comparación entre las medias de tratamientos permitió detectar diferencias producidas por efecto de los días de fermentación, épocas climáticas (lluviosa y seca), métodos de fermentación e introducción del presecado. Se utilizaron las pruebas de Friedman y Diferencia Mínima Significativa para proveer información sobre la significación estadística de los efectos provenientes de los factores involucrados en el estudio.

En el Cuadro 1 se describen los tratamientos formulados como producto de una reunión y decisiones compartidas entre personal INIAP y un grupo de productores de cacao miembros de APROCAFA. En dicha reunión realizada en el mes de Abril 2005, se discutieron los fundamentos y acordaron los tratamientos que serían parte del experimento para contestar las preguntas relativas a la influencia del presecado en la calidad física, química y sensorial de los cacaos CCN-51 y Nacional

La masa de cacao Nacional se obtuvo de la finca Playa de Lima (ubicada a unos 10 Km. de la E. Pichilingue) en el recinto Los Naranjos perteneciente al cantón Mocache. La masa de cacao CCN 51 se obtuvo de la finca Río Lindo ubicada en el Km. 12 de la vía Quevedo - El Empalme. La cosecha, apertura de las mazorcas y extracción de las almendras, se realizó a nivel de finca. Inmediatamente de extraída la masa fue transportada hasta la planta de beneficio de cacao de la E. Pichilingue para instalar las respectivas pruebas de fermentación.

En cada evento de fermentación la masa fresca utilizada fue de 180 Kg. Para obtener las muestras sujetas a diferentes tiempos de fermentación, se utilizó la tecnología de microfermentaciones. Esta consiste en introducir dentro de la masa principal pequeñas fundas de nylon tipo net, conteniendo entre 1 y 2 Kg. de masa fresca de cacao; dicha masa debe tener el mismo origen que la masa principal. Cabe indicar que la técnica de micro fermentación solo fue utilizada cuando la fermentación se realizó mediante el método de cajones tanto en cacao nacional como CCN-51. Para cualquier otro método las muestras correspondientes a los diferentes tiempos de fermentación, se tomaron directamente (de la parte media) de la masa "madre" en proceso de fermentación.



Cuadro 1. Tratamientos para comparar el efecto del presecado sobre la expresión del perfil sensorial del cacao CCN-51 y Nacional.

Factores	TRATAMIENTOS						
	CCN-51					Nacional	
	Modalidad 1	Modalidad 2	Modalidad 3	Clásico 1	Clásico 2	Modificado	Clásico
Presecado	8 horas	8 horas	8 horas	0	0	8 horas	0
Fermentación	Sacos	Mesas	Cajón	Cajón	Montón	Cajón	Cajón
Duración fermentación	3 días	3 días	3 días	6 días	6 días	2 días	4 días
Secado	Sol	Sol	Sol	Sol/secador	Sol	Sol	Sol

La masa de cacao Nacional se removió a las 48 horas de iniciado el proceso de fermentación. Durante este proceso se produjeron muestras con 0, 1, 2, 3, 4 y 5 días de fermentación. La masa del cacao CCN-51 se removió a las 48, 96 y 144 horas de iniciado el proceso de fermentación; en este caso se obtuvieron muestras con 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 días de fermentación; en algunos casos se colectaron muestras hasta con 7 días de fermentación. Para mantener la temperatura la masa se cubrió con sacos de yute y encima se colocaron hojas de plátano.

Durante la fase de fermentación se registraron datos de las siguientes variables: peso de la masa (antes de presecado, después de presecado, al final de la fermentación y al final del secado), temperatura diaria de la masa en fermentación, pH (potencial de hidrógeno) de las almendras (antes de presecar, al inicio de la fermentación, al momento de la remoción, al terminar la fermentación y al completar el secado). El secamiento de las almendras se realizó de forma natural exponiendo las almendras al sol en tendales de madera durante un lapso de tiempo que varió entre 6 y 10 días. Debe mencionarse en este punto que las muestras sin fermentación o con poca fermentación tardaron más tiempo en alcanzar el nivel del 7% de humedad.

Luego de ingresadas las muestras en el laboratorio de calidad integral se realizó la determinación de las siguientes variables: porcentaje de fermentación, peso de 100 semillas, número de almendras en 100 gr y porcentaje de cascarilla.

Un duplicado de muestras seleccionadas se envió al Laboratorio de Nutrición y Calidad Vegetal de la E. Sta. Catalina para la generación de datos en las siguientes variables: Porcentaje de polifenoles totales, contenido de acidez volátil, contenido de teobromina y contenido de cafeína. Con el cociente de los datos de las dos últimas variables, se generó la relación Teobromina / Cafeína como una variable adicional.

El análisis sensorial (tanto en la E. Pichilingue como en el laboratorio de aseguramiento de la calidad de Guittard Chocolate Co) produjo datos para las siguientes variables organolépticas: cacao, astringencia, acidez, amargor, floral, frutal y nuez.

## **RESULTADOS ANALISIS FISICOS**

### **Evolución de la temperatura en la masa de fermentación**

#### Cacao Nacional

La Figura 1 presenta la evolución de la temperatura en la masa de cacao Nacional fermentándose por 5 días mediante el método de cajón durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006. Los resultados muestran la influencia de las condiciones climáticas sobre el comportamiento de este parámetro, particularmente durante los últimos 3 días del proceso fermentativo cuando la temperatura de la masa es significativamente superior durante la época lluviosa.

Durante la época de lluvias la temperatura acumulada que alcanza la masa durante todo el periodo de fermentación (5 días) en almendras sin presecar fue superior en aproximadamente un 10% con relación a la época seca; sorprendentemente tal diferencia no tuvo lugar para las almendras presecadas. En la época seca la temperatura comienza a descender más temprano (a partir del tercer día) durante el proceso

fermentativo; tal circunstancia puede explicar el descenso en los porcentajes de fermentación que usualmente se consiguen en esta parte del año. La temperatura acumulada de la masa sin presecar fue superior a la masa presecada en aproximadamente 13% durante la época lluviosa. Sin embargo, en la época seca los valores para la temperatura acumulada al comparar las almendras sin presecar y presecadas fueron prácticamente similares. Ver Cuadro 2 para mayor información.

Cuadro 2. Influencia de la época climática y el presecado sobre la temperatura acumulada durante el proceso fermentativo del cacao Nacional.

Modalidad	Días de fermentación	Temp. acumulada en °C. Época seca 2005	Temp. Acumulada en °C. Época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 5	674	747
Presecado	0 - 5	672	659

Durante la época lluviosa la temperatura alcanzó un pico al tercer día y en adelante se estabilizó (incluso hasta el quinto día) sugiriendo mejores condiciones para la fermentación, aunque siempre existe el riesgo de que se produzca algo de sobre fermentación en algunas almendras. En cualquier caso la experiencia local y trabajos anteriores ya han demostrado para el cacao Nacional que luego del cuarto día de fermentación, invariablemente la temperatura comienza su descenso, un claro indicador de que el proceso fermentativo se ha completado.

La temperatura de la masa de almendras presecadas alcanzó una mayor tasa de crecimiento en el primer día de la fermentación en ambas épocas. Sin embargo, luego y a medida que el proceso fermentativo progresaba evolucionó de manera similar a los otros tratamientos. Será interesante averiguar si dicha particularidad del rápido ascenso inicial de la temperatura, llega a reflejarse al final en mayores niveles de fermentación y perfiles organolépticos más deseables.

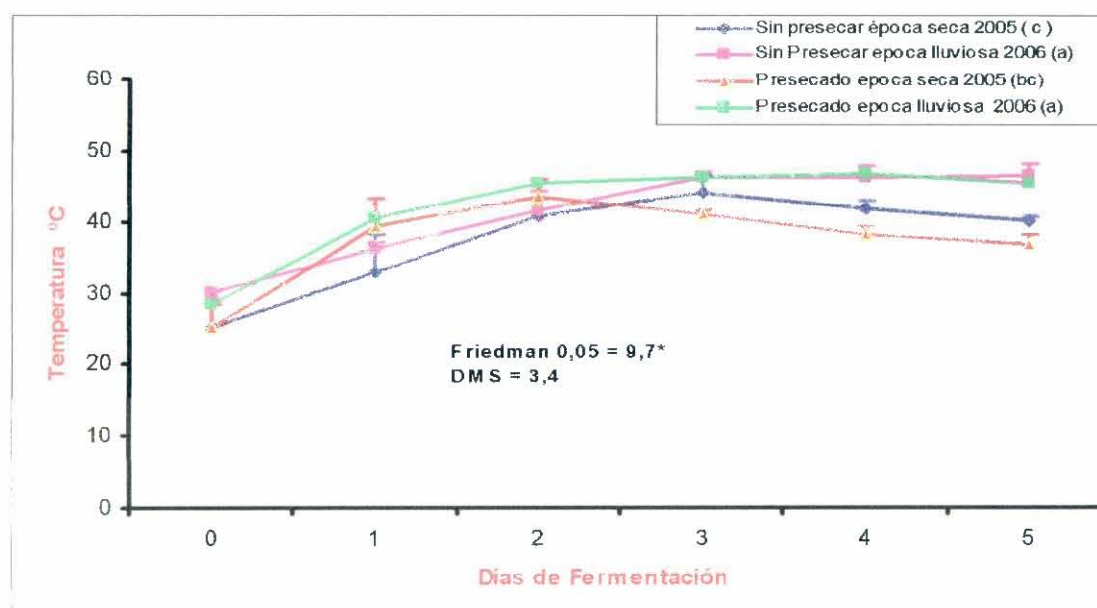


Figura 1. Influencia de la época seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la evolución de la temperatura de fermentación de la masa de cacao Nacional sin presecar y presecada utilizando el método de cajón.

## Cacao CCN-51

En la Figura 2 se presenta la evolución de la temperatura de la masa de cacao CCN 51 fermentado por seis días mediante el método de cajón. Los eventos de fermentación se realizaron durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006, con almendras presecadas y sin presecar. La masa alcanzó su valor máximo de temperatura a los 5 días de fermentación para cualquier época, tanto en almendras presecadas como sin presecar; a partir de ese momento la temperatura comenzó a descender. Llevar la fermentación mas allá de este punto podría aumentar los riesgos de sobre fermentación en un apreciable número de almendras, mas aun si se considera la relativa uniformidad del tamaño de las almendras de la variedad CCN-51.

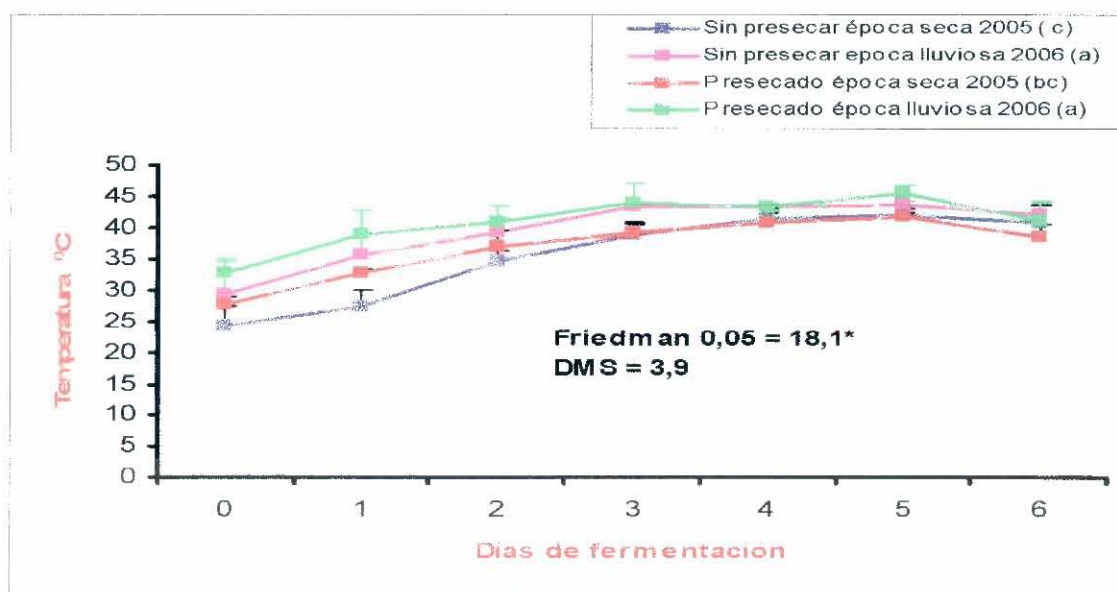


Figura 2. Influencia de la época seca del 2005 y la lluviosa 2006 sobre la evolución de la temperatura de la fermentación del cacao CCN 51 sin presecar y presecado usando el método de cajón.

Sorprendentemente, los picos máximos de temperatura en el mejor de los casos se acercaron a 45 °C. Las curvas muestran claramente que la temperatura de la masa tanto diaria como acumulada fue superior en la época lluviosa como era de esperarse y es concordante con lo que ya se describió para el caso del cacao Nacional, coherente incluso con relación a la magnitud de las diferencias encontradas.

Por otro lado, la masa de almendras presecadas siempre alcanzaron niveles mas altos de temperatura en cualquier época durante los primeros días de fermentación; después su comportamiento fue prácticamente similar. Complementariamente, la temperatura acumulada durante todo el proceso fermentativo también fue superior para las almendras con presecado y esta diferencia fue definitivamente mas amplia (10%) para la época seca (Ver Cuadro 3 para mayor información). Cabe mencionar que estos resultados contrastan con aquellos observados para el cacao Nacional en el cual las temperaturas acumuladas no fueron influenciadas positivamente por la práctica de presecado.

Cuadro 3. Influencia de la época climática y el presecado sobre la temperatura acumulada durante el proceso fermentativo del cacao CCN-51.

Modalidad	Días de fermentación	Temp. acumulada °C. Época seca 2005	Temp. acumulada °C. Época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 6	752	832
Presecado	0 - 6	825	861

La Figura 3 ilustra la evolución de la temperatura de la masa del cacao CCN 51 fermentado por siete días durante las épocas seca 2005 y lluviosa del 2006, utilizando únicamente almendras sin presecar; se compara la fermentación por los métodos de cajón y montón. Es notoria la influencia de la época lluviosa sobre la velocidad del incremento y magnitud de las temperaturas alcanzadas por la masa de fermentación con cualquier método de fermentación, confirmando las mejores condiciones que existen para el proceso fermentativo en esta época.

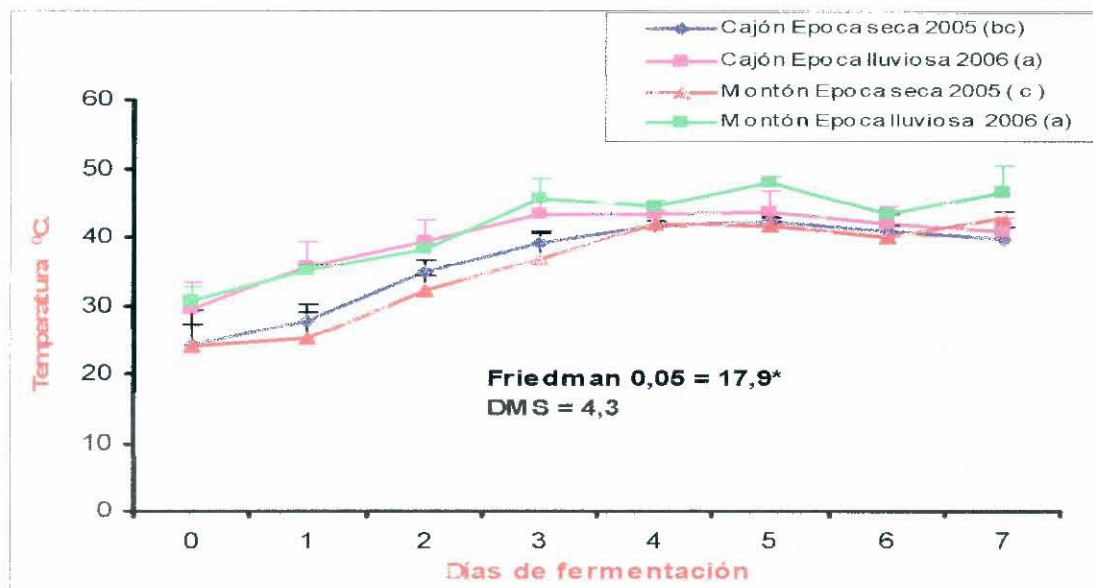


Figura 3. Comparación de los métodos de fermentación cajón y montón con cacao CCN 51 sin presecar sobre la evolución de la temperatura durante la época seca del 2005 y la lluviosa del 2006.

Definitivamente, durante la época lluviosa la temperatura de la masa de fermentación se eleva más rápido, alcanza magnitudes superiores y se produce una mayor acumulación de grados térmicos al completarse la fermentación. Al compararse con la temperatura de la masa registrada durante los eventos de fermentación realizados en la época seca, surgen diferencias significativas entre ambas épocas, corroborándose la evidencia hasta ahora disponible acerca de que una de las razones para obtener cacao mejor fermentado durante la época lluviosa es la mayor temperatura disponible. Las diferencias de temperatura son más amplias durante los primeros días de la fermentación; posteriormente los valores tienden a estabilizarse e igualarse aunque no completamente.

Los resultados también muestran que al menos con relación a la variable temperatura, no surgieron diferencias entre los métodos de fermentación por cajón y montón. Tal resultado estaría sugiriendo en principio que se puede utilizar ambos métodos con

resultados similares en términos de alcanzar buenos niveles porcentuales de almendras fermentadas. De hecho algunos estudios previos realizados con el cacao Nacional ya han producido este resultado que ahora se estaría confirmando en el clon CCN-51.

En la Figura 4 se compara el comportamiento evolutivo de la temperatura durante la fermentación de masas presecadas de cacao CCN-51, usando distintos métodos de fermentación (cajón, sacos, mesas) y en distintas épocas climáticas. El mejor comportamiento de esta variable en términos de su contribución favorable al proceso fermentativo provino del uso de los métodos de cajón y mesa durante la época lluviosa. El segundo mejor comportamiento de la temperatura correspondió al método de saco durante la época lluviosa. Sin embargo es notorio que el régimen de temperatura producido por este método resultó ser el peor durante la época seca.

Mirando estos últimos resultados a la luz de lo que ya se describió e interpretó para la Figura 3, podemos ir delineando la siguiente conclusión: existe poca diferencia, al menos en cuanto al comportamiento evolutivo de la temperatura de la masa de fermentación se refiere, entre la fermentación en cajón, montón y mesa durante la época lluviosa. Diferencias en la evolución de la temperatura si pueden surgir durante la época seca cuando definitivamente el peor método en la expresión de este parámetro resulta ser la fermentación en sacos.

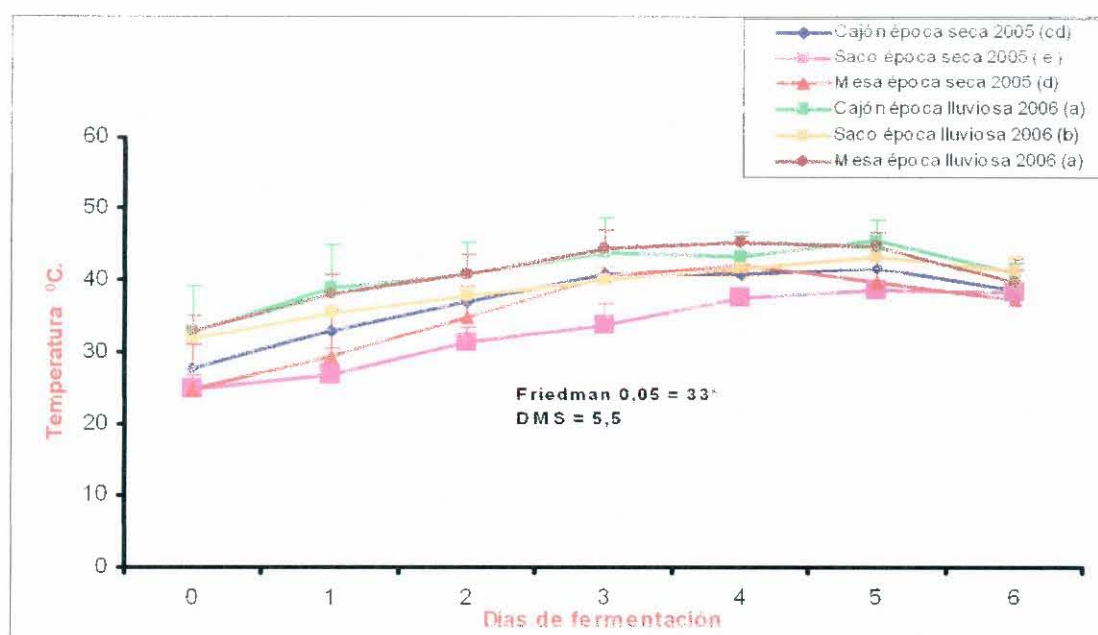


Figura 4. Resultados de la evolución de la temperatura de la masa de cacao CCN 51 presecado y fermentada por seis días usando los métodos de cajón, saco y mesa durante la época seca 2005 y lluviosa 2006

### Evolución del peso de la masa de cacao durante el proceso de presecado, fermentación y secamiento de las almendras

La evolución del peso de la masa de cacao, comenzando por la masa fresca y pasando por las diferentes fases del beneficio fue otra de las variables monitoreadas estrechamente en el presente estudio. Se midieron y registraron los pesos de la masa de cacao inmediatamente antes de iniciar el presecado de 8 horas, al final del periodo de

presecado, al final del proceso fermentativo (en muestras con 0, 1, 2, 3, 4 o más días de fermentación, según sea el caso), y al final del secamiento en tendal (con 7% de humedad en las almendras).

### Cacao Nacional

Según la Figura 5 la masa de cacao Nacional sin presecar termina con menor peso al final del proceso de beneficio, incluyendo el secado, durante la época lluviosa al compararse con la época seca (fermentación en cajón). La mayor cantidad de pulpa disponible en las almendras cosechadas en los meses con lluvia podría ser la explicación para este resultado al producirse una mayor pérdida de agua durante la fermentación y secado. En efecto el mayor peso obtenido al final de la fase de fermentación tal como se observa en la misma Figura respalda este argumento. Esa es la razón por la que el factor de conversión de cacao fresco a cacao seco que aplican las organizaciones que compran cacao en “baba” para tener control sobre la fermentación, es siempre más alto cuando se compra masa fresca de cacao en la época seca.

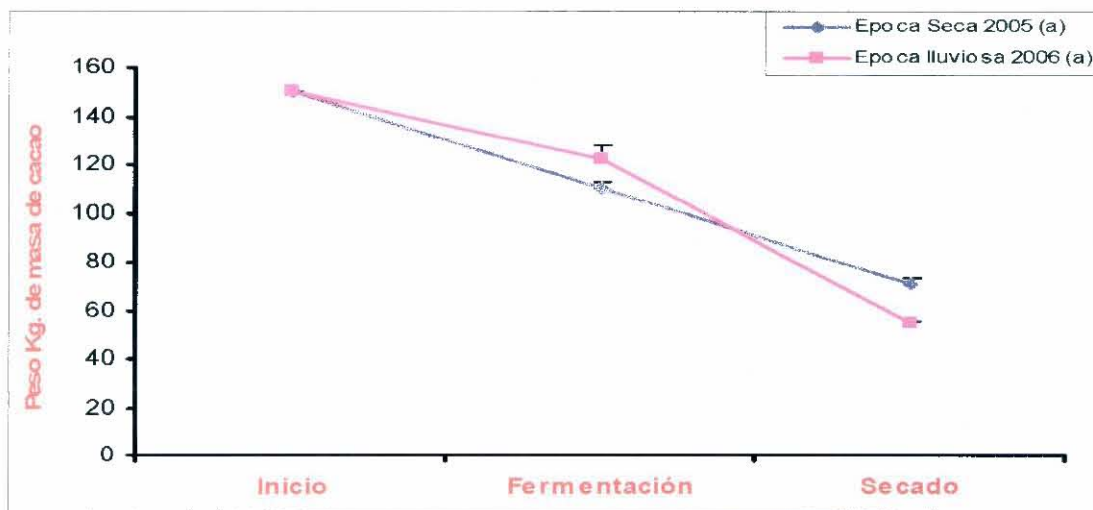


Figura 5. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la evolución del peso del cacao Nacional sin presecar, pasando por las fases de masa fresca, masa fermentada por el método de cajón y secado en tendal hasta alcanzar el 7% de humedad.

La Figura 6 muestra la evolución del peso de la masa de cacao Nacional al incluirse el presecado como un componente más del beneficio postcosecha. Durante la época lluviosa el cacao presecado perdió una parte importante de su peso, pérdida que influyó sobre el comportamiento de esta variable hasta el final del secamiento, terminando con un peso inferior al cacao presecado y beneficiado durante la época seca. Las diferencias para el peso entre las diferentes fases del beneficio al comparar las épocas lluviosa y seca son estadísticamente significativas, aunque tal diferencia no se mantiene al comparar el promedio global entre épocas climáticas. Al comparar las Figuras 4 y 5 se concluye que las masas de cacao presecado terminaron con menor peso en cualquier época de fermentación.

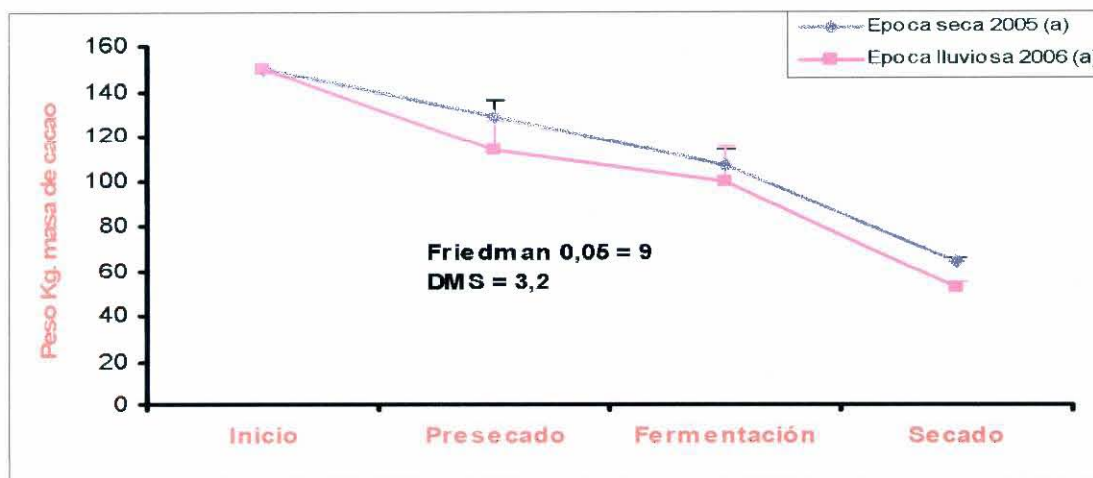


Figura 6. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la evolución del peso del cacao Nacional, pasando por las fases de masa fresca, presecado, masa fermentada por el método de cajón y secamiento en tendal hasta alcanzar el 7% de humedad.

### Cacao CCN-51

La Figura 7 presenta la evolución del peso del cacao CCN 51 sin presecar y fermentado por 7 días en cajón y montón durante la época seca 2005 y lluviosa 2006. Se detectaron diferencias al comparar entre ambas épocas la evolución del peso de la masa de cacao fermentada por el método de cajón pero éstas no llegaron a ser significativas. Tampoco surgieron diferencias significativas al comparar los resultados del método de montón para ambas épocas pero el peso mas bajo al final del secado en tendal (7% de humedad) correspondió a la masa fermentada en la época lluviosa. Este último resultado es coincidente en cierta medida con lo que ya se reportó para el cacao Nacional.

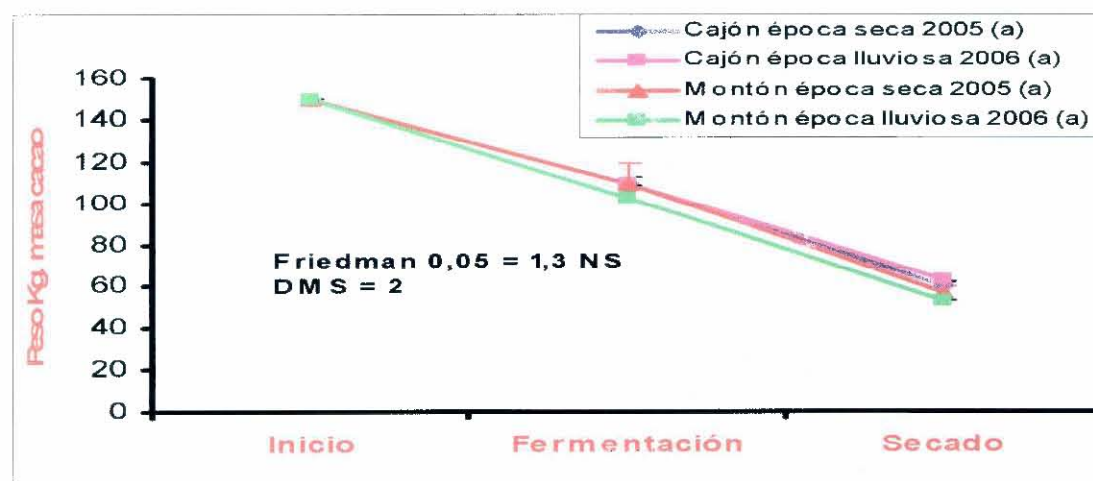


Figura 7. Influencia de la época seca 2005 y época lluviosa 2006 sobre la evolución del peso del cacao CCN 51 sin presecar, pasando por las fases de masa fresca, masa fermentada por los métodos de cajón y montón y secado en tendal hasta alcanzar el 7% de humedad.



Las Figuras 8 y 9 permiten comparar la evolución del peso del cacao CCN-51 a lo largo del proceso de beneficio cuando se incluye la fase de presecado. El comportamiento de la evolución de esta variable es bastante similar tanto en la época seca como en la lluviosa, dificultando la observación de diferencias entre fases dentro del proceso de beneficio o aun entre épocas climáticas. Solamente con el método de fermentación en cajón durante la época seca se produce un descenso importante del peso de la masa de cacao al momento del presecado, aunque este resultado es irrelevante puesto que se produce antes de que la masa comience a fermentarse. Similar fenómeno debió ocurrir con las otras masas destinadas a manejarse con los métodos de fermentación en sacos y mesas; sin embargo, no fue lo que pasó. Es posible que factores fuera del control experimental impidieran la expresión de cualquier diferencia real, si es que éstas existieron.

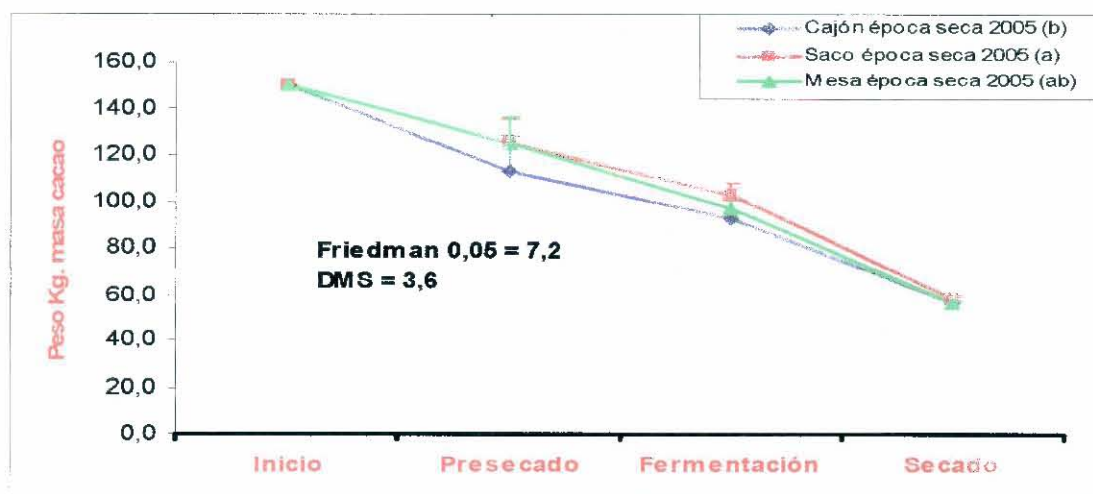


Figura 8. Influencia de la época seca del 2005, sobre la evolución del peso del cacao CCN 51, pasando por las fases de masa fresca, presecada, fermentada (métodos de cajón, saco y mesa) y secamiento en tendal.

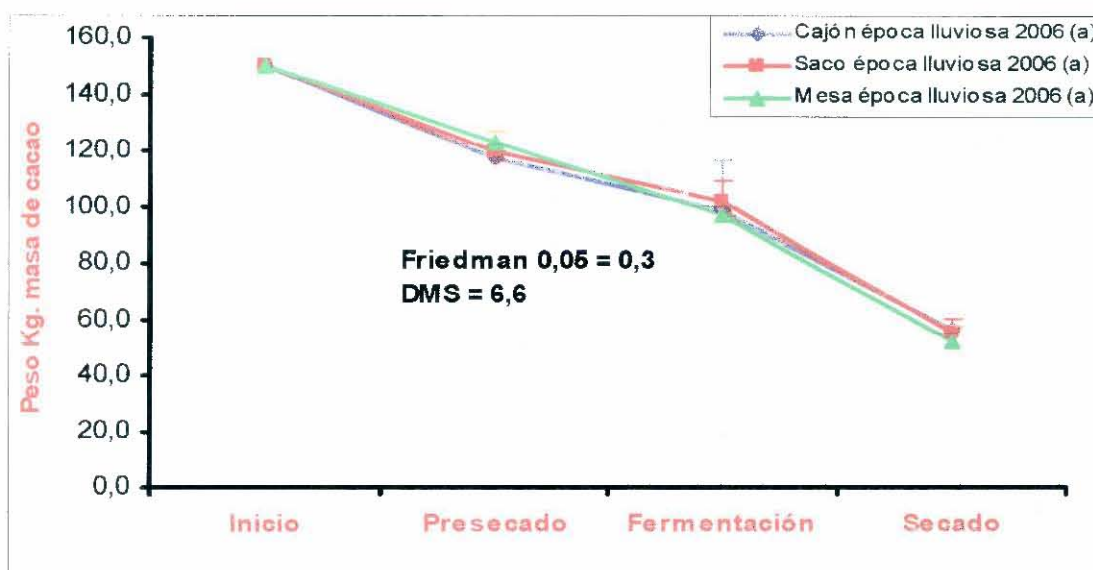
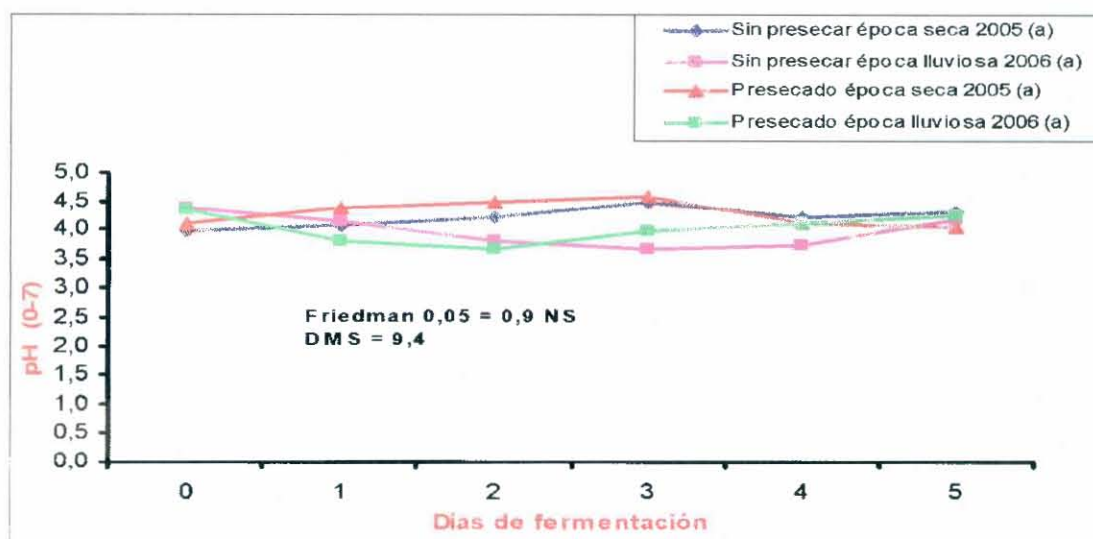


Figura 9. Influencia de la época lluviosa del 2006 sobre la evolución del peso del cacao CCN 51, pasando por las fases de masa fresca, presecada, fermentada (cajón, saco y mesa) y secado en tendal hasta alcanzar el 7% de humedad.

## Acidez física (pH) de la testa (cascarilla) y cotiledón

### Cacao Nacional

La Figura 10 presenta los resultados del pH para la testa (cascarilla) de las almendras de cacao Nacional sin presecado y con presecado, fermentado por 5 días mediante el método de cajón, durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006. Aunque no se detectaron diferencias significativas, sí vale la pena anotar la tendencia numérica que refleja un aumento del pH para la testa durante los días 2, 3 y 4 del proceso fermentativo en la época seca, tanto para las almendras sin presecar como presecadas. Sin embargo, la ausencia de una clara tendencia al alza del pH a medida que el proceso fermentativo avanza (de acuerdo al marco teórico tradicional para explicar el fenómeno de la fermentación) arroja dudas sobre la calidad de los datos colectados para este caso en particular, sugiriendo la influencia de factores fuera de control en la medición de dicha variable.



**Figura 10.** Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006, sobre la evolución del pH en la testa (cascarilla) de cacao Nacional sin presecar y presecado por efecto de la fermentación usando el método de cajones.

Por otro lado la Figura 11 muestra los resultados del pH medido en el cotiledón de las almendras de cacao Nacional tanto sin presecar como presecadas, fermentados por el método de cajón durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006. Se encontró que los cotiledones de las almendras ya sea sin presecar o presecadas terminan con un pH mas alto cuando son fermentadas en la época seca al compararse con le fermentación durante el periodo de lluvias, aunque las diferencias no son significativas. Dicho resultado sugiere entonces que existe mayor concentración de acidez en las almendras fermentadas durante la época lluviosa. Tal comentario se confirma porque la época de fermentación si influyó significativamente sobre el nivel de pH de las almendras fermentadas ya sea que hayan sido presecadas o nó.

Por otro lado es notorio que los valores mas altos de acidez (pH mas bajo) aparecen entre el tercer y quinto día para las almendras sin presecar en la época lluviosa. Aunque el pH en las almendras del tratamiento sin presecar en la época seca se encuentra entre

los mas altos, el hecho de que en los tratamientos con presecado en ambas épocas el pH de las almendras se encuentren tambien entre los mas altos, sugiere que esta práctica realmente esta haciendo una contribución a la disminuci3n de la acidez de los cotiledones. Tal opini3n es coherente con las observaciones que dieron origen al presente estudio.

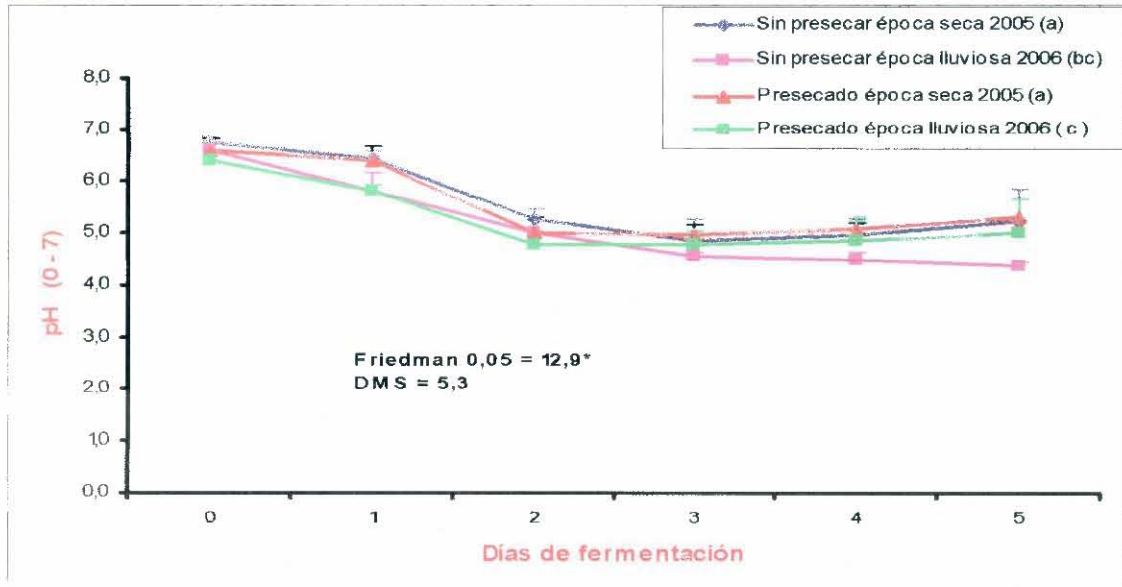


Figura 11. Influencia de la época seca 2005 y la lluviosa 2006 sobre la evoluci3n del pH en el cotiled3n de almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas, fermentadas por el método de caj3n.

### Cacao CCN-51

En la Figura 12 se ilustran los resultados del pH medido en la testa (cascarilla) de las almendras del cacao CCN 51 tanto sometido al presecado sin presecar como presecadas, fermentado por 6 días y utilizando el método de caj3n, durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006. Los tratamientos que incluyeron el presecado en ambas épocas terminaron con los niveles de pH más altos y aquellos sin presecar con los niveles más bajos. Aunque las diferencias no alcanzaron el nivel de significaci3n estadística, las tendencias numéricas si apuntan hacia una influencia favorable de la práctica del presecado en la reducci3n de la acidez de la testa del cacao. Un menor nivel de acidez en la testa posiblemente esta reflejando tambien en un menor nivel de acidez en los cotiledones. Después de todo la capacidad de la testa del cacao CCN-51 para la difusi3n de compuestos provenientes del cotiled3n durante la fermentaci3n es solo moderada.

Complementariamente, la Figura 13 describe como evolucionó el pH en el cotiled3n a medida que se incrementa el tiempo de fermentaci3n, utilizando el método de caj3n durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 para almendras del cacao CCN-51 sin presecar y presecadas. Se detectó una clara influencia de la época de fermentaci3n sobre la evoluci3n del pH, particularmente en los primeros días de fermentaci3n aunque hacia el final esta característica tendió a igualarse. Los tratamientos que incluyeron la práctica de presecado, particularmente en la época lluviosa, terminaron con valores de pH más altos y por tanto con menor acidez. Este resultado guarda coincidencia con aquel ya

reportado con relación al cacao Nacional. Los resultados hasta ahora obtenidos sugieren que ciertamente el presecado contribuye en forma positiva a una reducción de la acidez de las almendras al final de la fermentación. Sin embargo, un mejor control en el proceso de medición de esta variable puede contribuir a lograr mayor precisión y claridad en las tendencias descritas.

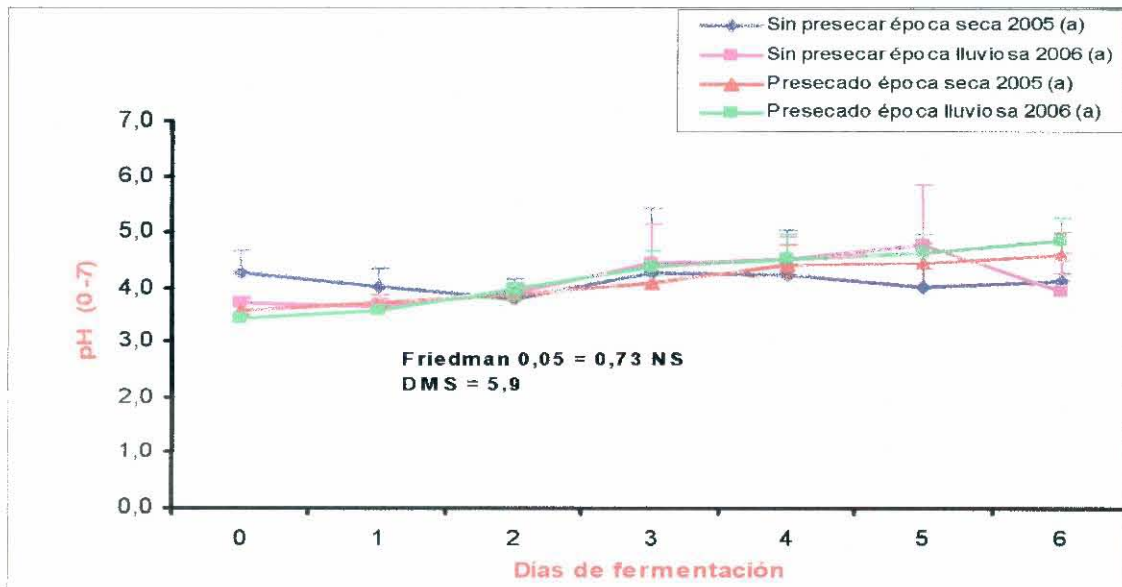


Figura 12. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la evolución del pH en la testa (cascarilla) por efecto de la fermentación en cajones del cacao CCN 51 sin presecar y presecado.

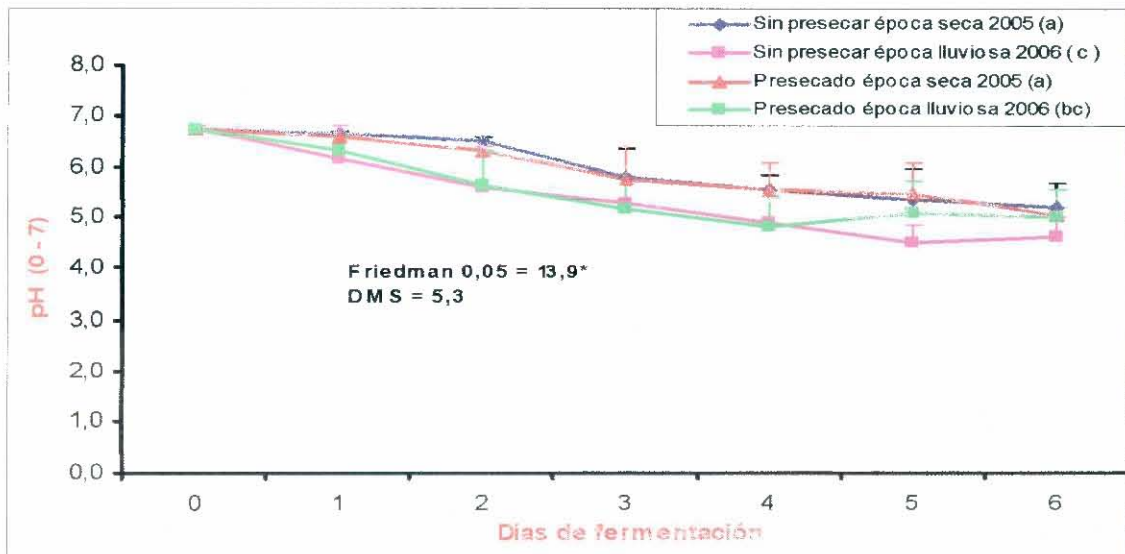


Figura 13. Influencia de la época seca del 2005 y época lluviosa 2006 sobre la evolución del pH en el cotiledón por efecto de la fermentación usando el método de cajones en cacao CCN 51 sin presecar y presecado.

## Porcentaje de Fermentación

### Cacao Nacional

La evolución de la fermentación durante la época seca 2005 mediante el método de cajón en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas se muestra en la Figura 14. El porcentaje total de almendras fermentadas, almendras violetas y almendras pizarras no fue afectado por la aplicación del presecado previo al inicio del proceso fermentativo. Inicialmente el presecado tendió a producir mas almendras fermentadas pero a medida que el tiempo de fermentación aumentaba, el comportamiento de porcentaje total de almendras fermentadas se igualó tanto en la masa de almendras presecadas como sin presecar. El mayor porcentaje de almendras violeta se detectó al segundo y tercer día de fermentación mientras que el porcentaje de almendras pizarras se redujo a cero al segundo día de la fermentación.

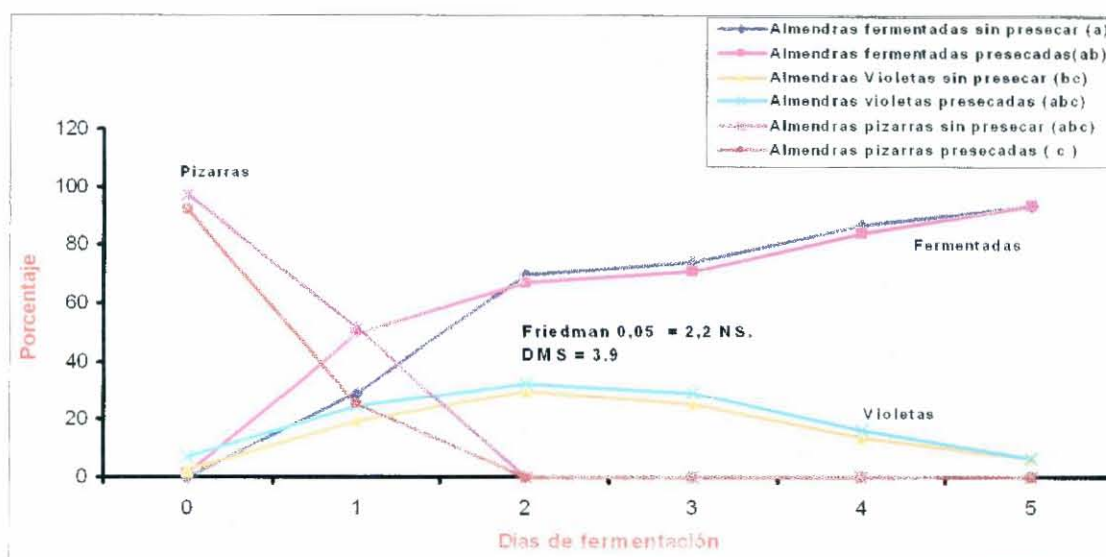


Figura 14. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas, siguiendo el método de cajones, sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas violetas y pizarras, durante la época seca 2005.

La Figura 15 ilustra los resultados obtenidos con relación al porcentaje total de fermentación, almendras violetas y almendras pizarras de cacao Nacional presecado y sin presecar, fermentado en cajones durante la época lluviosa 2006. El porcentaje de almendras fermentadas fue numéricamente superior y el porcentaje de almendras violeta inferior hacia el final de la fermentación en las almendras presecadas sometidas a fermentación. Aumentando la precisión del experimento podrían alcanzarse diferencias estadísticas para estas comparaciones. Las almendras pizarra también tendieron a desaparecer más rápidamente en las almendras presecadas y fermentadas.

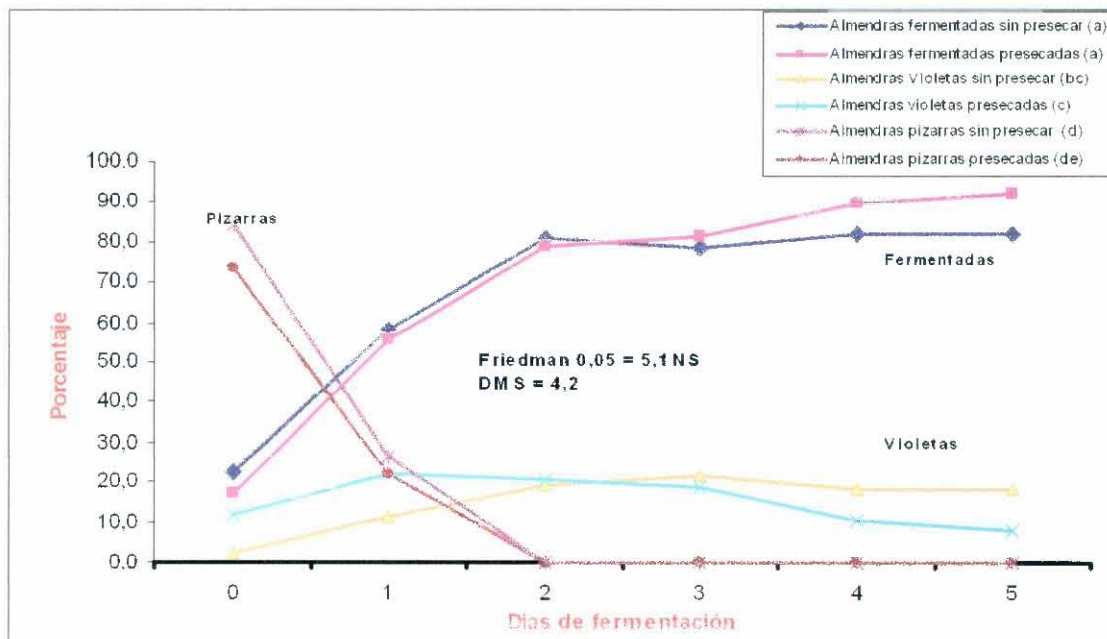


Figura 15. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas siguiendo el método de cajones, sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas, violetas y pizarras durante la época lluviosa del 2006.

Las Figuras 16 y 17 descomponen el total de almendras fermentadas en almendras con fermentación completa y almendras con fermentación parcial. Era lógico esperar diferencias estadísticas entre las curvas con almendras en distinto nivel de fermentación. Sin embargo, fue notoria la ausencia de diferencias al comparar la evolución de tales curvas con relación al presecado. Dicha práctica no modificó por ejemplo el número de almendras medianamente fermentadas que fue la inquietud que nos animó a construir y presentar estas Figuras que corresponden a la época seca 2005 y lluviosa 2006.

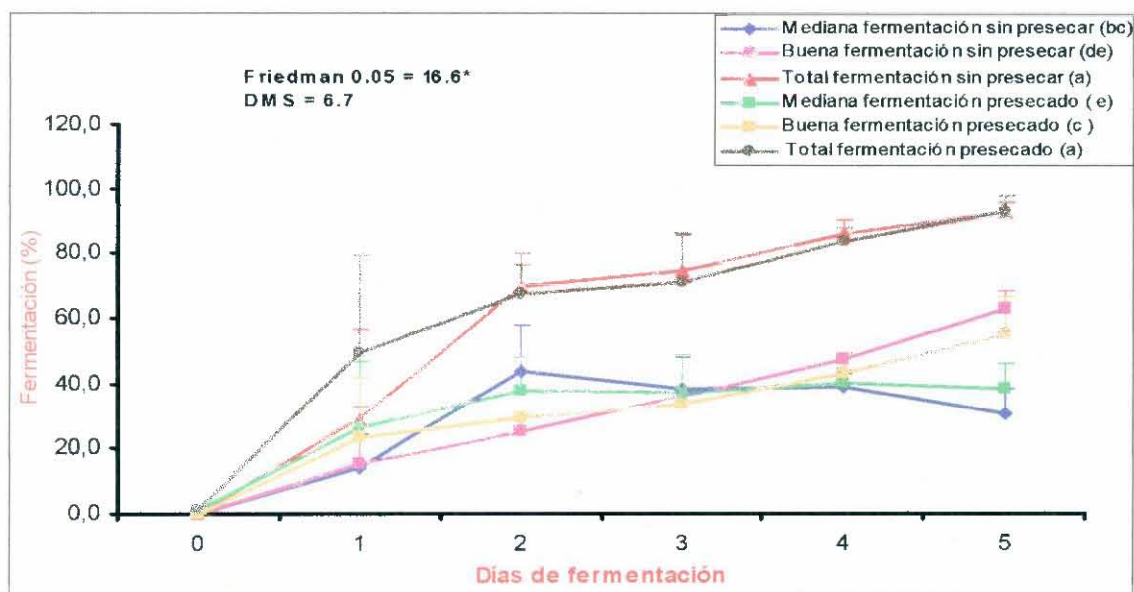


Figura 16. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas, siguiendo el método de cajones, sobre la evolución de mediana fermentación, buena fermentación y el total de almendras fermentadas durante la época seca 2005.

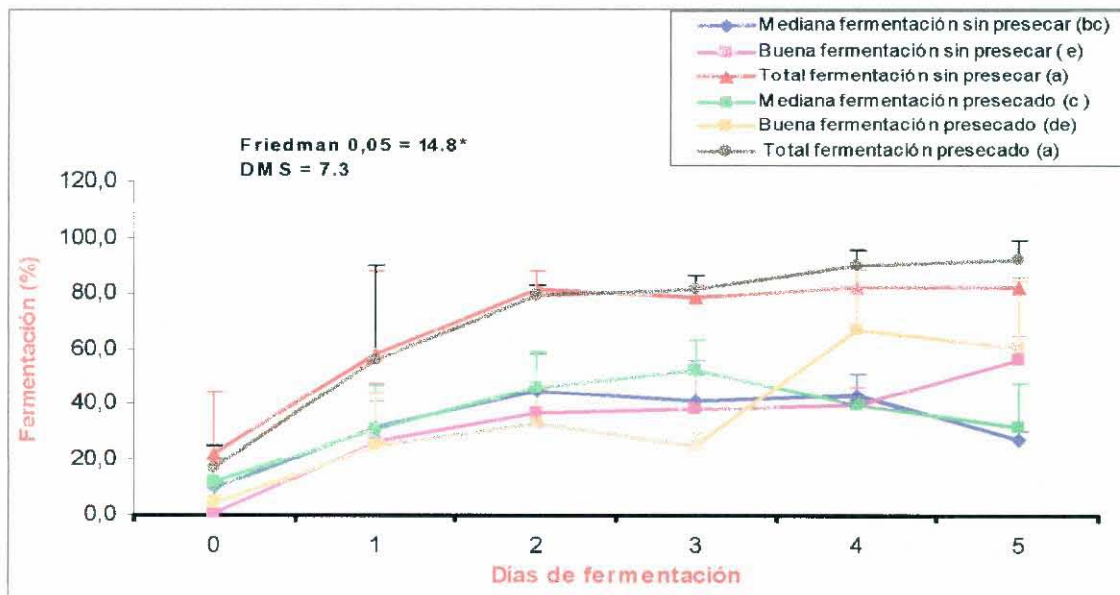


Figura 17. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas, siguiendo el método de cajones, sobre la evolución de mediana, buena y el total de almendras fermentadas, durante la época lluviosa 2006.

### Cacao CCN-51

En la Figura 18 se ilustra la influencia de la fermentación en cajón del cacao CCN-51 sin presecar y presecado durante la época seca 2005, sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas, violetas y pizarras. El comportamiento de cualquiera de las variables mencionadas fue similar al no detectarse diferencias estadísticas significativas debido al presecado.

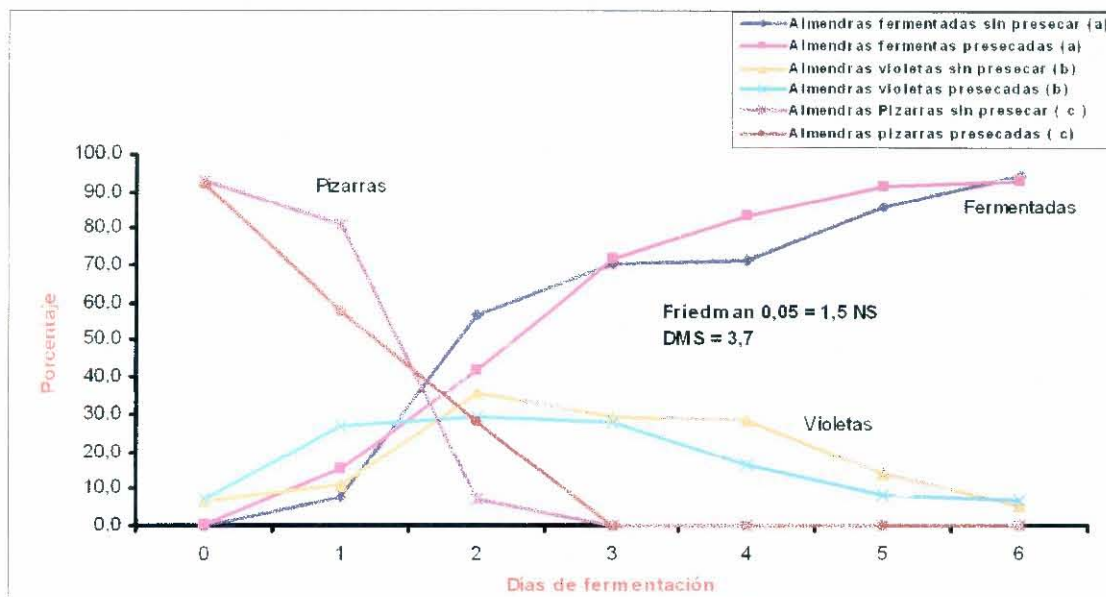


Figura 18. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado, siguiendo el método de cajones, sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas, violetas y pizarras, durante la época seca del 2005.

La Figura 19 ilustra el comportamiento de las mismas variables para la época lluviosa 2006. Al comparar las almendras sin presecar y presecadas, el comportamiento fue similar al observado en la época seca 2005, es decir no se produjeron diferencias por efecto de esta práctica. Sin embargo, nivel de almendras fermentadas alcanzado fue superior en la época lluviosa al menos con 10 puntos de diferencia en relación a la época seca. Para el cacao Nacional sorprendentemente no se observó tal diferencia como se hubiera esperado en función de las mejores condiciones de fermentación en ese periodo del año.

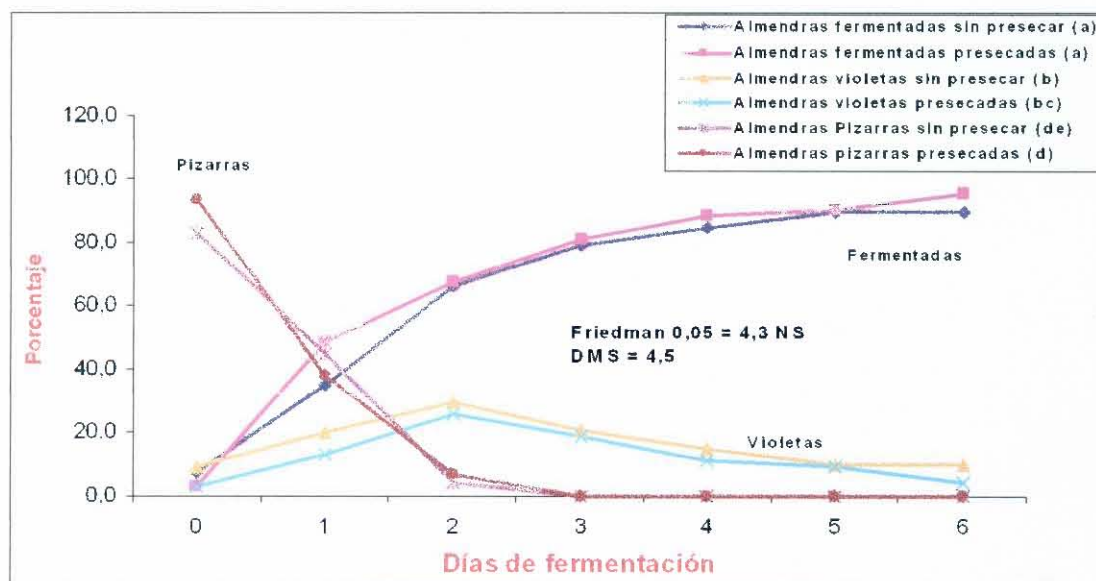


Figura 19. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado siguiendo el método de cajones, sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas, violetas y pizarras, durante la época lluviosa del 2006.

Las Figuras 20 y 21 presentan un desdoblamiento del parámetro total de almendras fermentadas en las categorías de almendras con mediana fermentación y almendras con buena fermentación, tanto para la época seca 2005 como lluviosa 2006. Se hizo esta desagregación por la misma razón que ya fue mencionada para el cacao Nacional, es decir determinar si el presecado influye de alguna manera en la proporción de almendras con distinto grado de fermentación y que sumadas dan lugar al porcentaje del total de almendras fermentadas. Se encontró que esta influencia no existe, o al menos no fue detectada en el presente estudio. Este resultado quiere decir que no importa que las almendras sean presecadas o no, la calidad de la fermentación física en las categorías de almendras con mediana fermentación y almendras con buena fermentación no depende del presecado.



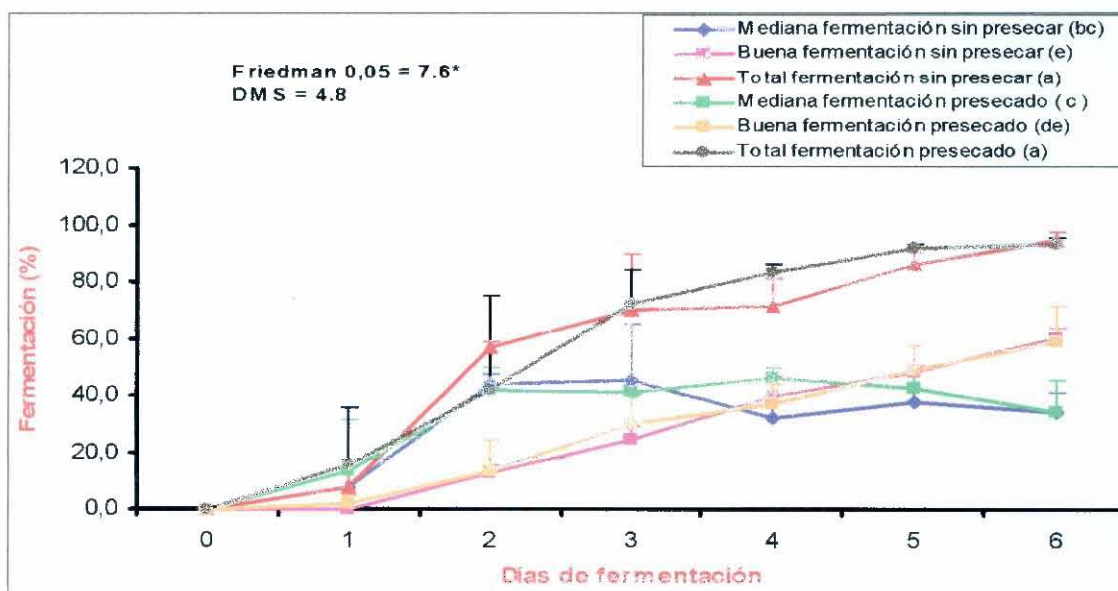


Figura 20. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado siguiendo el método de cajones, sobre la evolución del porcentaje de mediana, buena y el total de almendras fermentadas, durante la época seca 2005.

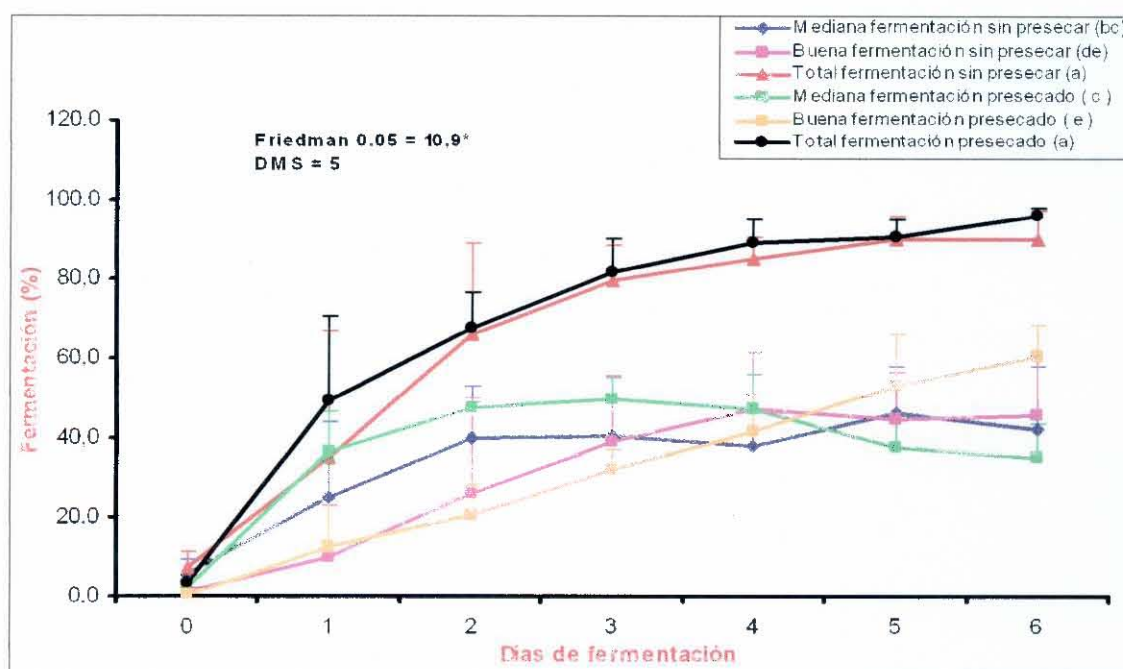


Figura 21. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado siguiendo el método de cajones, sobre la evolución del porcentaje de mediana, buena y el total de almendras fermentadas, durante la época lluviosa 2006.

Las Figura 22 muestra los resultados de la influencia de la fermentación de almendras sin presecar, siguiendo los métodos de cajón y montón, sobre el total de almendras fermentadas, violetas y pizarras durante la época seca 2005. La Figura 23 ilustra el mismo tipo de resultados pero para la época lluviosa 2006. El comportamiento de las variables mencionadas es igual con cualquier método de fermentación en ambas épocas. Inclusive la magnitud de los máximos niveles de fermentación alcanzados cualquier época fue similar hacia el final de la fermentación. Se esperaba que dichos niveles

fueran más altos en la época lluviosa comparada con los obtenidos en la época seca, debido a la mayor temperatura pero no fue lo que ocurrió.

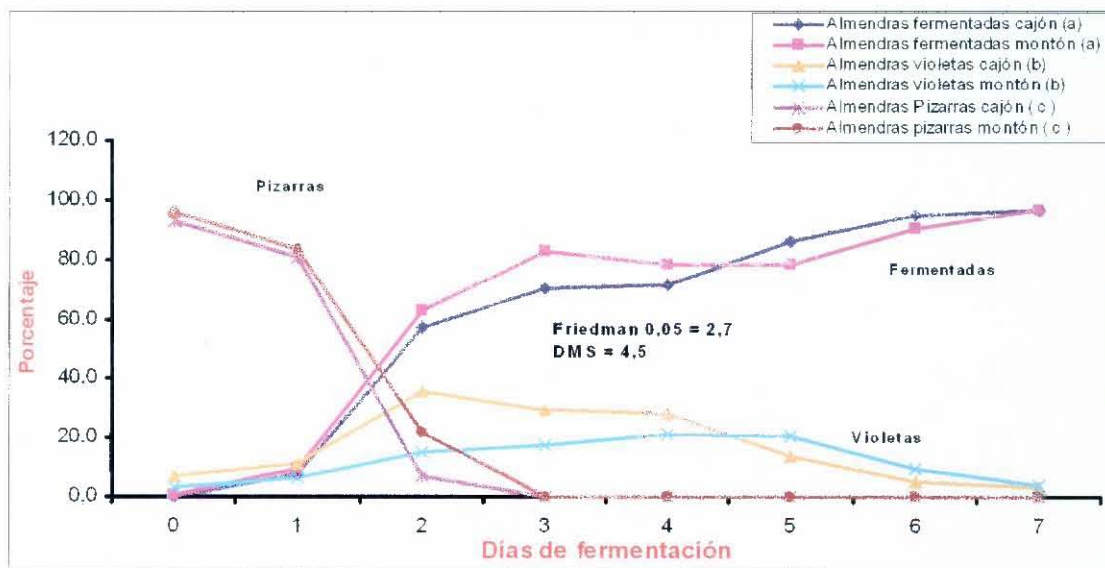


Figura 22. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 sin presecar, siguiendo los métodos de cajón y montón sobre la evolución del total de almendras fermentadas, violetas y pizarras, durante la época seca del 2005.

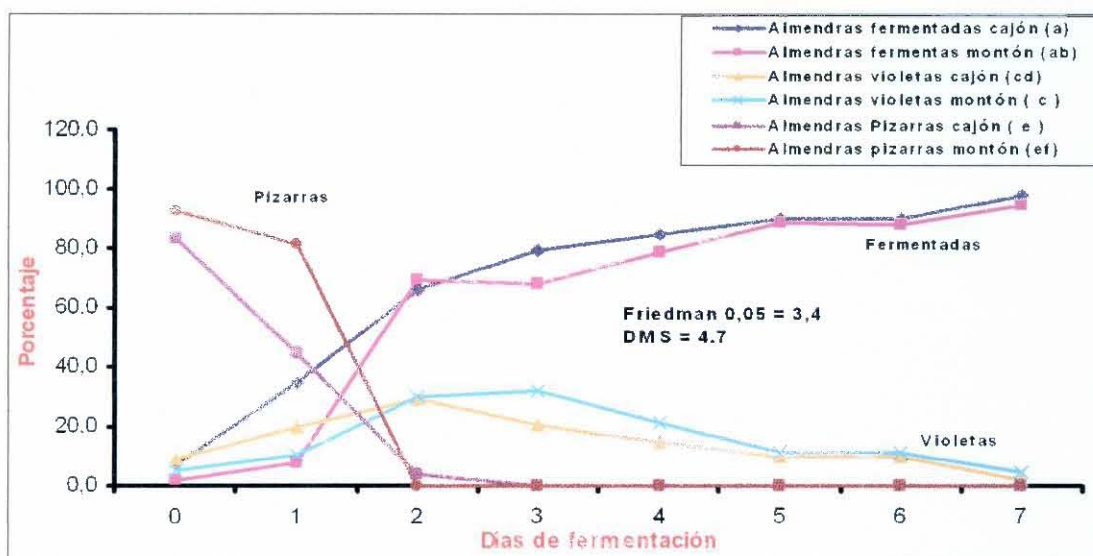


Figura 23. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 sin presecar, siguiendo el método cajón y montón sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas, violetas y pizarras, durante la época lluviosa 2006.

Complementariamente las Figuras 24 y 25, describen los resultados de los porcentajes de fermentación de cacao CCN-51 presecado y fermentado en cajón, saco y mesa durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006. En la época seca las almendras fermentadas en sacos y mesas al parecer tuvieron una fermentación más rápida que aquellas fermentadas en cajón, al menos durante los primeros días del proceso fermentativo. Esto se deduce de la comparación de las curvas que reflejan la evolución

del total de almendras fermentadas. La presencia de un mayor porcentaje de almendras violetas registradas en los primeros días de la fermentación confirma esta deducción.

Sin embargo, hacia el final del proceso fermentativo, los tres métodos utilizados produjeron porcentajes aproximadamente similares para el total de almendras fermentadas y violetas, sin diferencias estadísticas entre ellos. No obstante es preocupante notar el elevado nivel de almendras pizarras al segundo día de la fermentación por el método de cajón lo que implicaría un riesgo si se tomara la decisión de acortar el tiempo de fermentación normalmente utilizado. Recién al cuarto día los niveles de fermentación total superan la barrera del 80%.

Durante la época lluviosa el comportamiento de todos los parámetros relacionados con la fermentación fue mucho mas uniforme que en la época seca. La evolución de la curva para el total de almendras fermentadas fue similar estadísticamente para cualquier método de fermentación en las fases inicial, intermedia y final. Sin embargo, en el último día de fermentación, el método de cajón superó en algunos puntos porcentuales en relación a la fermentación total, a los otros métodos comparados; este resultado se complementa con el menor nivel de almendras violetas en el mismo día. Es preocupante observar que a los dos días de fermentación aun existe un 5% de almendras pizarra aunque del tercer día en adelante desaparecen. Normalmente se espera que al segundo día de la fermentación ya no se observe la presencia de almendras pizarras.

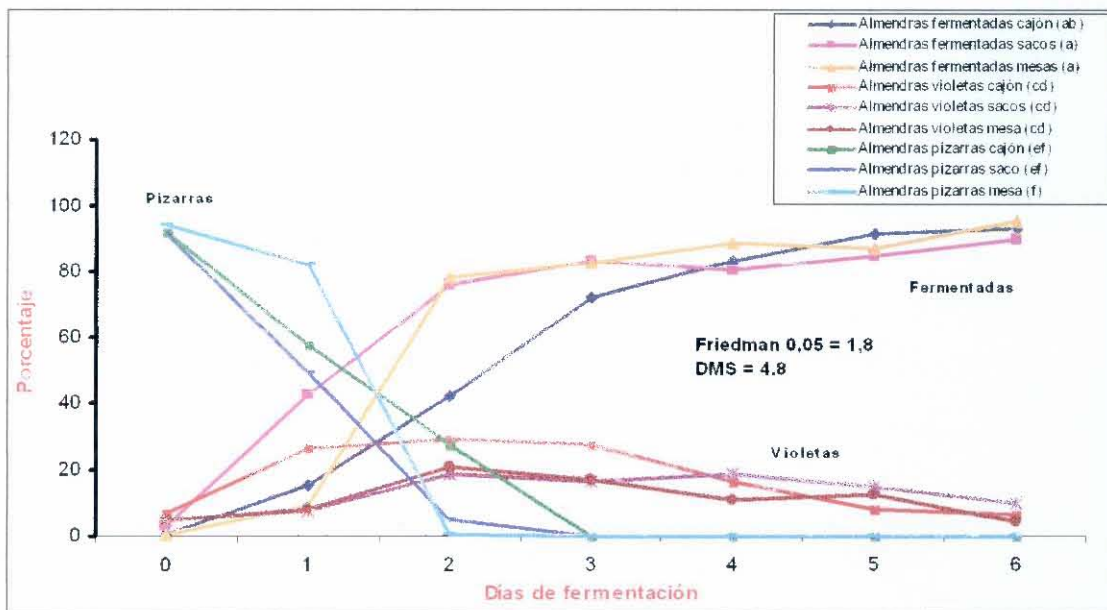


Figura 24. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 con presecado, siguiendo los métodos cajones, sacos y mesas, sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas, violetas y pizarras, durante la época seca 2005.

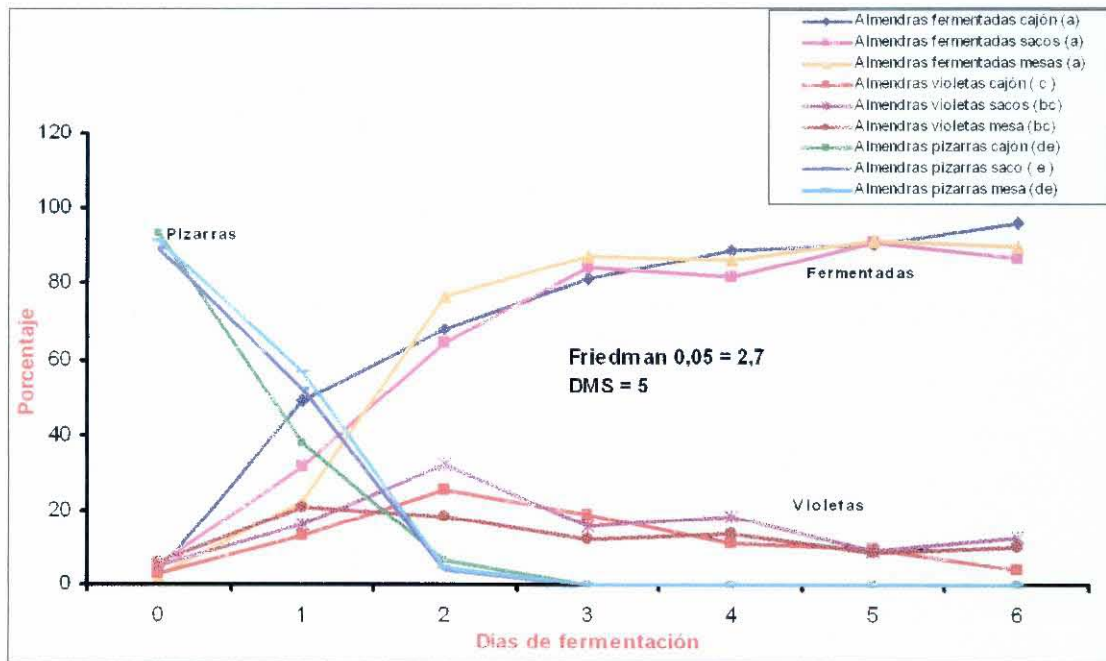


Figura 25. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 con presecado, siguiendo los métodos cajones, sacos y mesas, sobre la evolución del porcentaje total de almendras fermentadas, violetas y pizarras, durante la época lluviosa del 2006.

## Peso de 100 almendras

### Cacao Nacional

Según los resultados que se describen en la Figura 26 la época de fermentación no tuvo influencia sobre el peso de 100 almendras, aunque se esperaba un menor peso en la época seca por la reducida disponibilidad de humedad en el suelo como factor limitante del desarrollo de las mazorcas. Puesto que la fermentación se realizó a mitad de la época seca (julio y Agosto), es posible que las mazorcas cosechadas para obtener la masa aun no fueran afectadas críticamente por la falta de agua, al contar todavía con aceptable remanente de humedad del periodo lluvioso anterior.

Cabe mencionar que el peso de 100 almendras tampoco fue afectado por la práctica del presecado. Por otro lado, la amplia variabilidad observada dentro de los tratamientos (época x presecado) sugiere una dilución de cualquier diferenciación que los factores en estudio pudieran haber causado sobre esta variable. El amplio rango para el peso de almendras individuales, una característica común en las muestras provenientes de fincas tradicionales de cacao Nacional, sin duda sirvió también para contribuir también a la excesiva variabilidad observada. A pesar de la ausencia de diferencias estadísticas se detectó un tendencia hacia un reducción del peso de 100 almendras hacia final del periodo de fermentación; podría especularse que se producen posibles pérdidas marginales de la masa del cotiledón por efecto del proceso de fermentación (exudados de polifenoles, teobromina, etc).

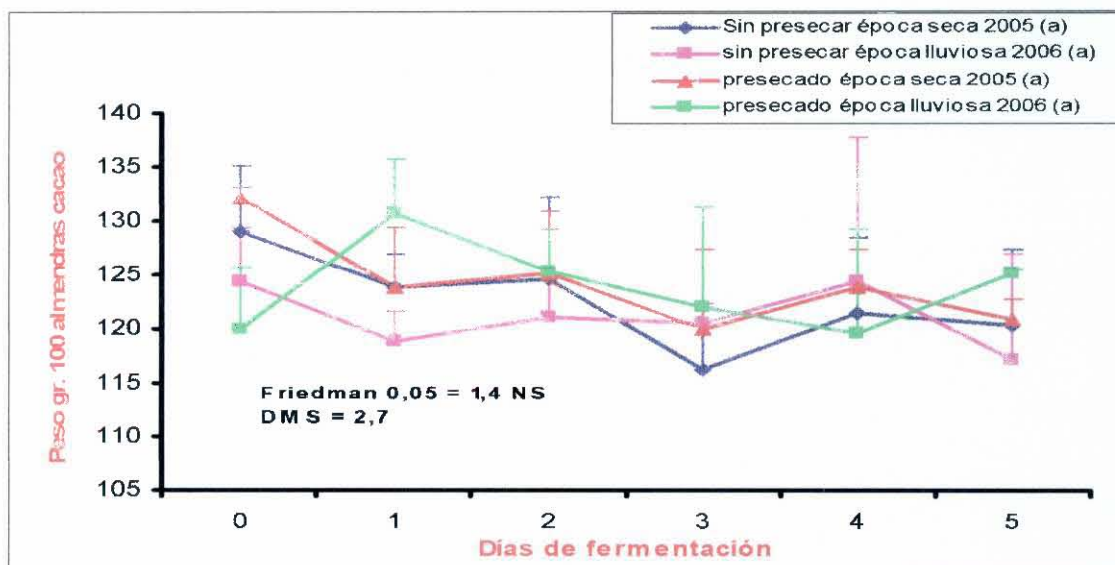


Figura 26. Influencia de la época seca 2005 y la época lluviosa 2006, sobre el peso (gr.) de 100 de almendras de cacao Nacional, siguiendo el método de fermentación en cajón.

#### Cacao CCN-51

La Figura 27 muestra la comparación del comportamiento del peso de almendras sin presecar y presecadas en respuesta a la influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006, fermentadas mediante el método de cajón. La época climática ni el presecado produjeron diferencias para este parámetro. Aquí también uno hubiera esperado un menor peso de 100 almendras para la época seca. Sin embargo, la masa de cacao CCN-51 para estas pruebas siempre provino de una finca con suficiente humedad durante la época seca pues esta provista de un sistema de riego artificial muy tecnificado.

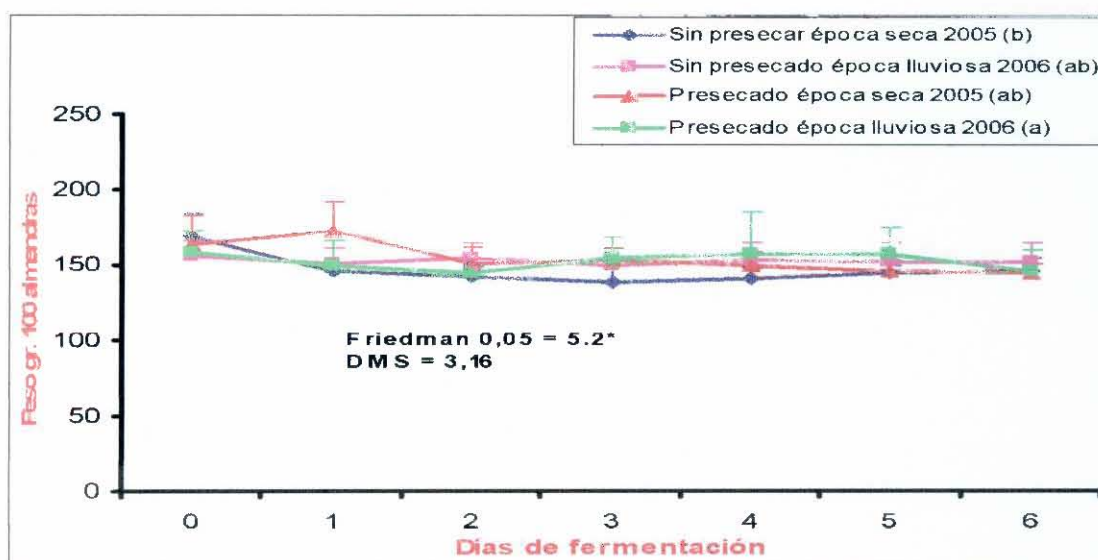


Figura 27. Influencia de la época seca 2005 y la época lluviosa 2006, sobre el peso (gr.) de 100 de almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado siguiendo el método de fermentación en cajón.

Finalmente, en la Figura 28 se presenta el comportamiento de la curva correspondiente al peso de 100 almendras sin presecado en función de épocas climáticas y varios métodos y tiempos de fermentación. En general no se detectaron diferencias significativas entre épocas; este es un resultado esperado por la explicación ya expuesta en el párrafo anterior. Tampoco se encontraron diferencias entre métodos. Con estos resultados quedaría claro que no es cierta la frecuente afirmación acerca de que la fermentación provoca pérdidas importantes de peso de las almendras, aunque si se produce la exudación de ciertos compuestos a través de la testa (cascarilla) particularmente durante los tres primeros días del proceso fermentativo.

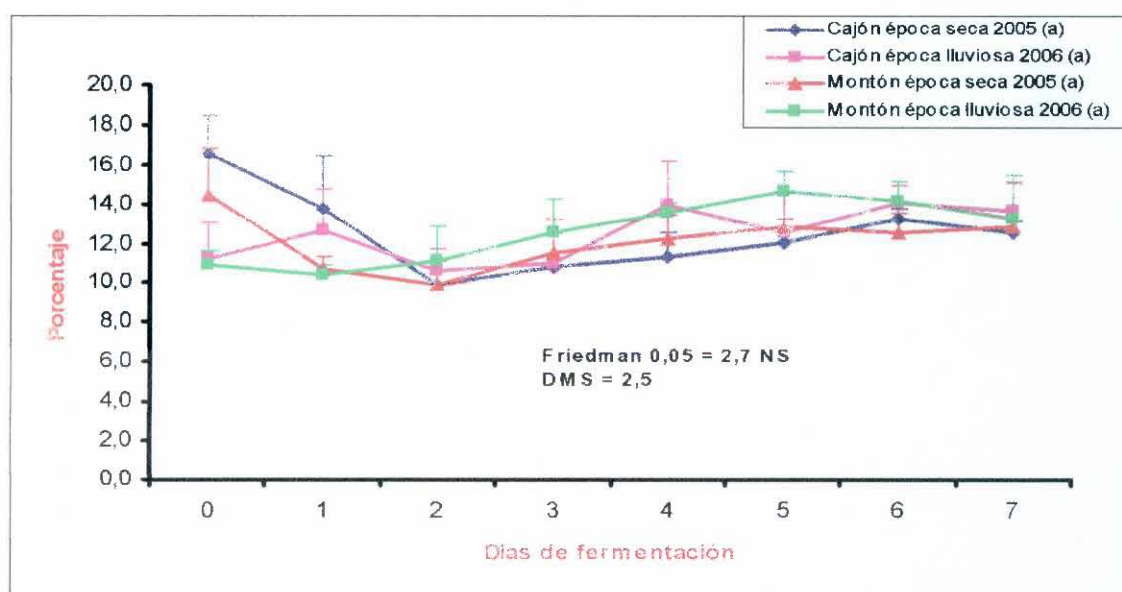


Figura 28. Influencia de la época seca 2005 y la época lluviosa 2006, sobre el peso (gr.) de 100 de almendras de cacao CCN 51 sin presecar y fermentadas por los métodos de cajón y montón.

## Porcentaje de cascarilla

### Cacao Nacional

Según los resultados que se ilustran en la Figura 29 el hecho de que la fermentación se realice en el periodo seco o lluvioso no causó diferencias significativas en el porcentaje de cascarilla presente en el cacao Nacional. Sin embargo, la comparación entre almendras sin presecar y presecadas si produce diferencias significativas para este parámetro dentro de cualquiera de los periodos climáticos considerados. Tales diferencias son mas amplias en los primeros días del proceso fermentativo, aunque hacia el final de dicho proceso éstas se acortan substancialmente. El brusco incremento del porcentaje de cascarilla en el cuarto y quinto día de fermentación en la época lluviosa en almendras sin presecar llama la atención y podría tener su origen en mediciones o registros erróneos.

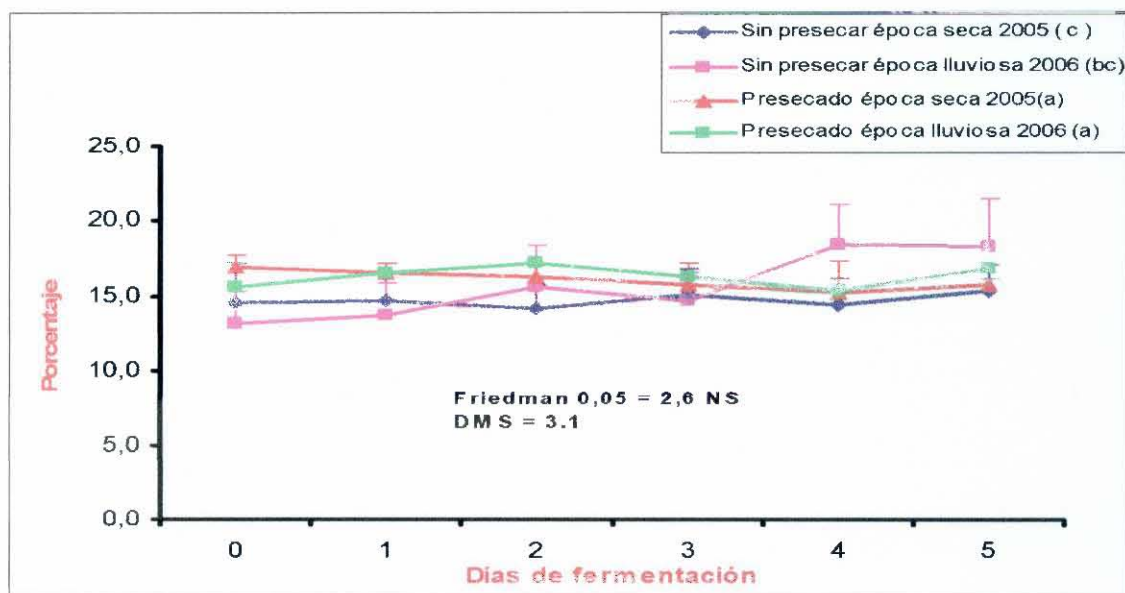


Figura 29. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre el porcentaje de cascarilla en almendras de cacao Nacional presecado y sin presecar, fermentadas en cajón.

#### Cacao CCN-51

Las Figuras 30 y 31 muestran el comportamiento del porcentaje de cascarilla en almendras sin presecar y presecadas, fermentadas durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006. Las diferencias observadas no son estadísticamente significativas; el comentario es igualmente válido para la comparación de almendras con presecado y fermentadas en ambas épocas y cuyos resultados se ilustran en las Figuras mencionadas. El mayor porcentaje de cascarilla observado para el día 0 de la fermentación posiblemente tenga explicación en la mayor cantidad de mucilago seco y adherido a la testa (cubierta del cotiledón) al momento de hacer el descascarillado para la medición de este parámetro en almendras con 7% de humedad.

La fermentación de almendras presecadas en la época seca 2005 y lluviosa 2006 por medio de los métodos de cajón, sacos y mesas tampoco produjo diferencias significativas estadísticamente hablando. El rango del porcentaje de cascarilla se mantiene similar en todas las Figuras lo cual confirma la ausencia de diferencias para este parámetro. Sin embargo, es notable el hecho de que en cualquier caso el porcentaje de cascarilla siempre fue el mas alto al día 0 del proceso fermentativo, posiblemente porque al secarse la muestra siempre queda mas material adherido a la testa (la fermentación no ha comenzado) lo que contribuye a su peso y porcentaje final.

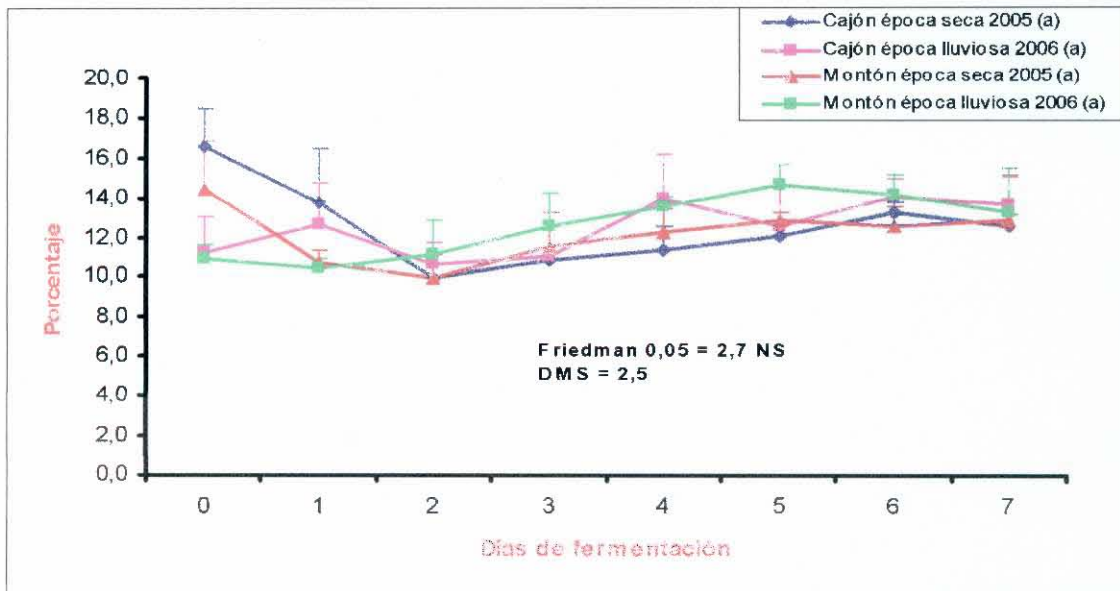


Figura 30. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 presecado usando los métodos de cajón, saco, mesa sobre el porcentaje de casquilla, durante la época seca del 2005.

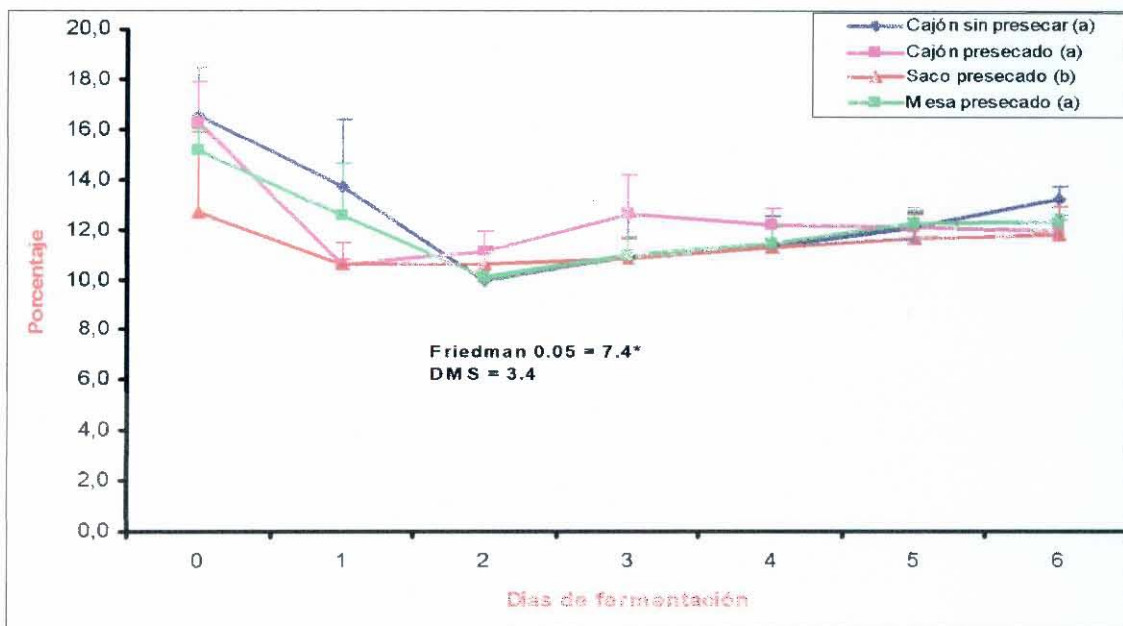


Figura 31. Influencia del número de días de fermentación en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecadas usando los métodos de cajón, saco, mesa sobre el porcentaje de casquilla, durante la época lluviosa del 2006.



## RESULTADOS ANALISIS QUIMICOS

### Contenido de acidez volátil

#### Cacao Nacional

La Figura 32 muestra los resultados de la influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre el comportamiento de la acidez volátil muestras de almendras de cacao Nacional sin presecado y presecado respectivamente, ambas sometidas al método de fermentación en cajón.

La acidez volátil constituida mayormente por el ácido acético, se incrementó claramente hasta el tercer día de la fermentación y luego decreció como se esperaba. Mientras que la época de fermentación (seca o lluviosa) no influyó significativamente sobre el comportamiento de esta característica en las almendras sin presecado y fermentadas, en cambio su efecto sobre el decrecimiento de la acidez volátil fue estadísticamente significativo en las almendras presecadas y fermentadas. Es necesario hacer notar que los tratamientos con presecado alcanzaron siempre el menor nivel de acidez volátil en ambas épocas; el efecto sobre la disminución de este parámetro fue particularmente acentuado durante la época lluviosa.

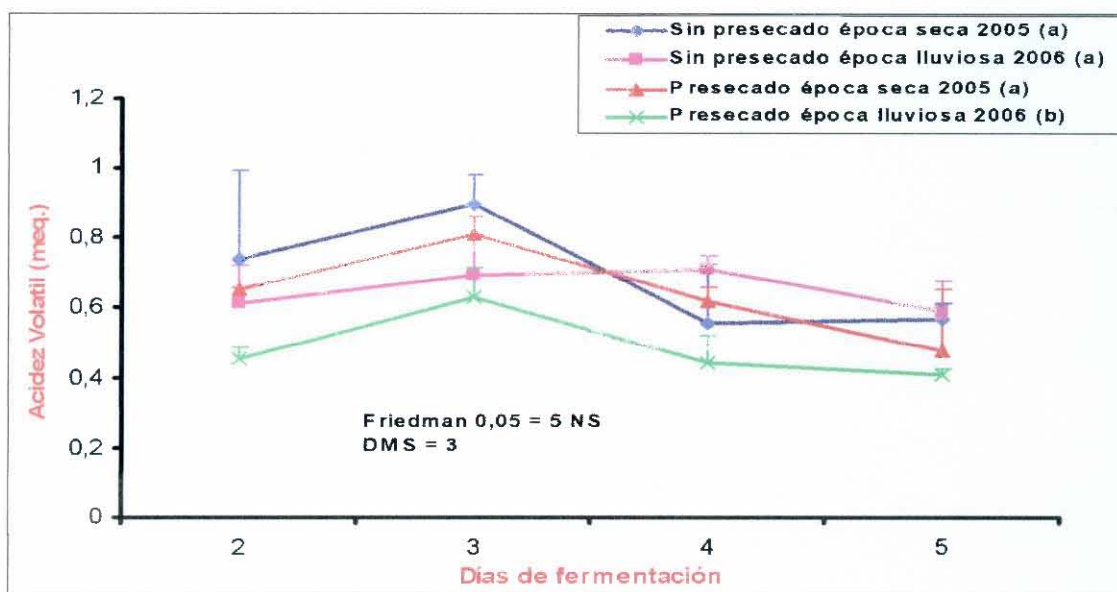


Figura 32. Influencia de la época seca del 2005 y la época lluviosa del 2006, sobre la evolución de la acidez volátil del cacao Nacional sin presecar y presecado, usando el método de fermentación por cajón.

#### Cacao CCN-51

Según la Figura 33 en cualquier época los niveles de acidez volátil en las almendras de CCN-51 tanto sin presecar como presecadas alcanzaron su máxima expresión al quinto día de fermentación y luego decrecieron. El nivel de expresión de la acidez volátil en las almendras sin presecar dependió de la época climática, dependencia que originó diferencias estadísticamente significativas para este parámetro. Por el contrario, la fermentación realizada durante la época lluviosa o seca no produjo diferencias significativas sobre la acidez volátil en las almendras que recibieron el presecado. Sin

embargo, el hecho de que las almendras hubieran sido presecadas si causó diferencias importantes en la acidez volátil dentro de cada época, particularmente en la época seca cuando las almendras presecadas y fermentadas terminaron con menos acidez volátil que las almendras no presecadas y fermentadas.

Cabe anotar que los tratamiento de almendras presecadas en cualquier época alcanzaron niveles intermedios de acidez volátil al final de la fermentación. El nivel de acidez volátil mas bajo al final del periodo de fermentación se registró en el tratamiento de almendras sin presecar y fermentadas en la época lluviosa. Se introdujo así un elemento de inconsistencia (posiblemente debido a un error de muestreo o medición) en la interpretación del comportamiento de esta característica, la misma que de otro modo hubiera producido resultados coincidentes con la tendencia observada para las almendras de cacao Nacional. Es decir menores niveles de acidez volátil en las almendras presecadas y fermentadas ya sea en el periodo seco o lluvioso.

Pero de manera general la tendencia esta allí, sugiriendo que el presecado efectivamente es una práctica que favorece una reducción de la acidez volátil hacia el final del proceso de fermentación, aunque dicha práctica no disminuye necesariamente el tiempo necesario para la normal culminación de este proceso. La longitud del tiempo de fermentación parece depender más del genotipo de cacao y menos de las prácticas de manejo postcosecha, en este caso de la práctica del presecado. Un esquema de muestreo mejor controlado así como mediciones mas precisas, sin duda producirá evidencia adicional para reforzar esta afirmación acerca de la naturaleza de la relación entre la práctica de presecado y la dinámica de la acidez volátil.

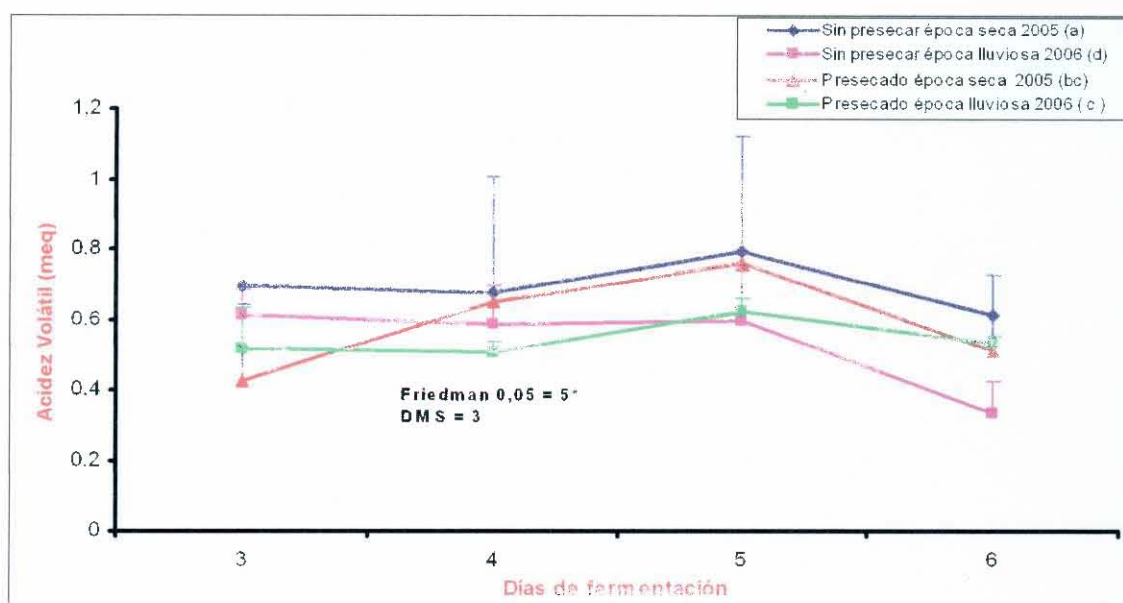


Figura 33. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la evolución de la acidez volátil de almendras de cacao CCN 51 con presecado y sin presecado fermentado en cajón.

La comparación de las almendras sin presecar y fermentadas en cajón comparadas con almendras presecadas y fermentadas mediante otros métodos de fermentación durante la época seca 2005 se ilustra en la Figura 34. Aun a pesar de la ausencia de diferencias significativas, las almendras presecadas en cajón llegaron al final de la fermentación con el nivel mas bajo de acidez volátil lo cual es una buena señal. Según la Figura 35

durante la época lluviosa 2006, el comportamiento del parámetro analizado estuvo influenciado por una excesiva variabilidad y un comportamiento errático dentro de cada tiempo de fermentación, impidiendo la detección de tendencia alguna que contribuyera a construir una interpretación aceptable.

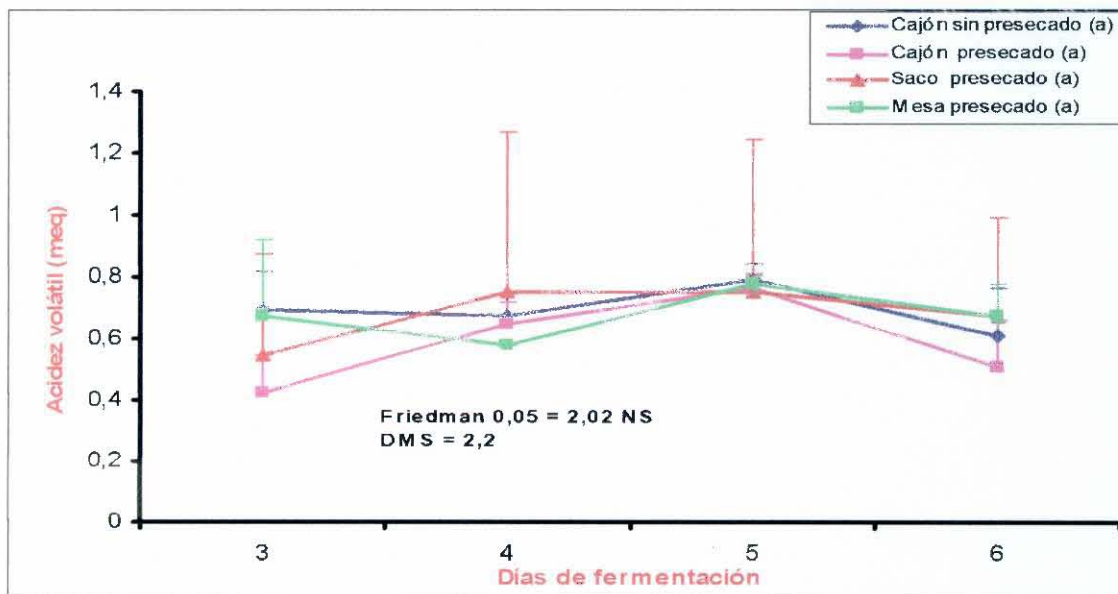


Figura 34. Influencia de la época seca del 2005, sobre la evolución de la acidez volátil en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado, siguiendo los métodos de fermentación en cajón, saco y mesa.

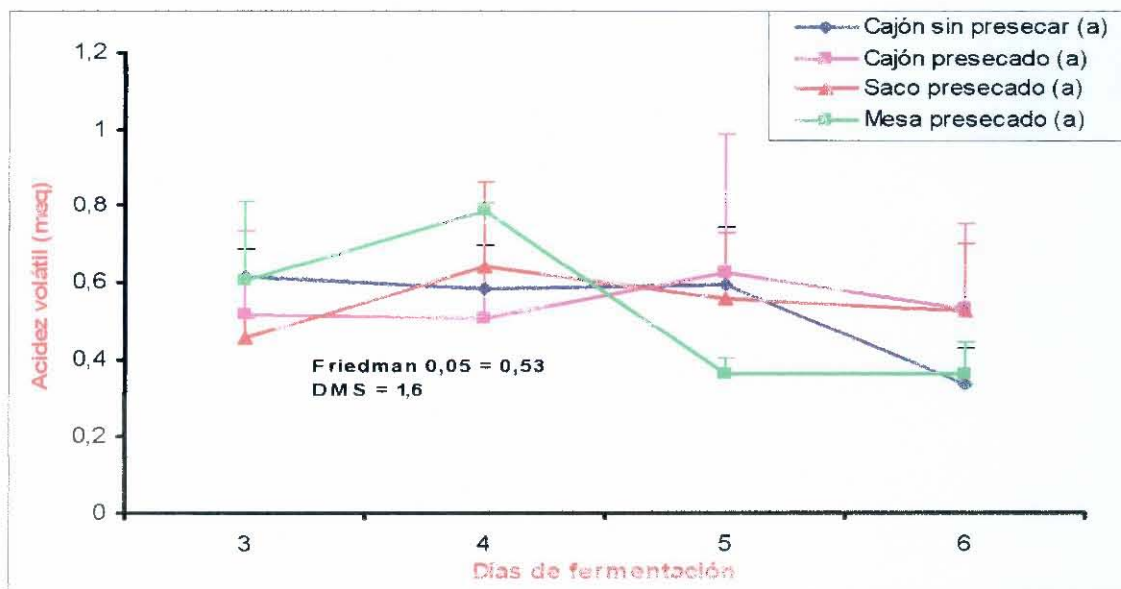


Figura 35. Influencia de la época lluviosa del 2006, sobre la evolución de la acidez volátil en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado, usando los métodos de cajón, saco y mesa

Finalmente, la Figura 36 ilustra la influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre el comportamiento de la acidez volátil en almendras sin presecar y fermentadas por el método de cajón y montón. Los valores mas bajos se registraron hacia el final de la fermentación, coincidentalmente durante la época lluviosa para ambos métodos de fermentación. Además, dichos valores son estadísticamente diferentes dentro de la época lluviosa contrastando con la falta de influencia sobre el nivel de acidez volátil producida por uno u otro método en la época seca.

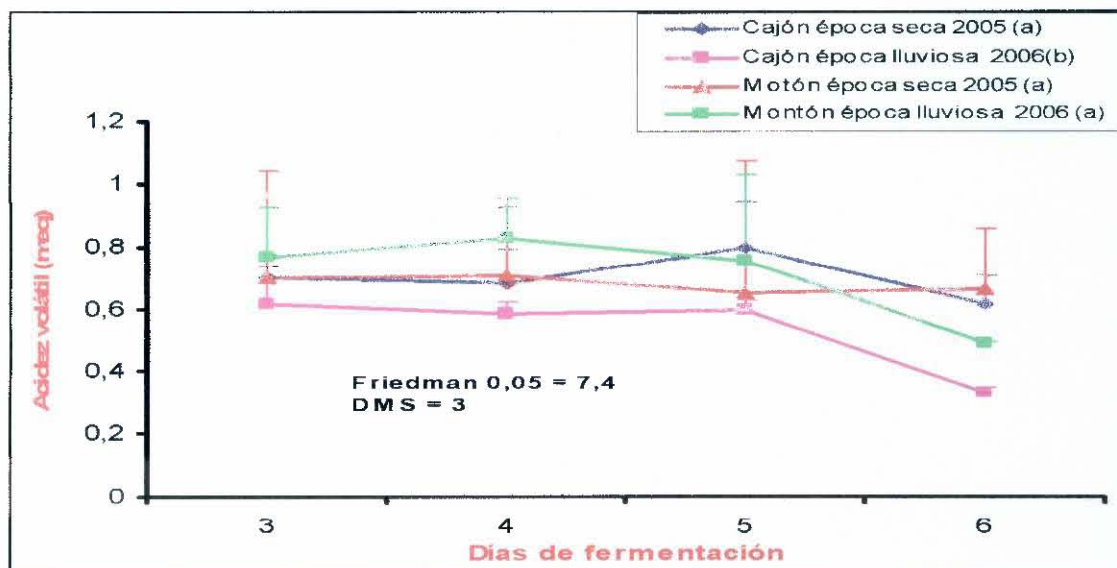


Figura 36. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la evolución de la acidez volátil en almendras de cacao CCN 51 sin presecado, usando los métodos de fermentación de cajón y montón.

## Contenido de Polifenoles Totales

### Cacao Nacional

La Figura 37 ilustra el comportamiento para el contenido de polifenoles totales en cacao Nacional presecado y sin presecar, sometido a diferentes tiempos de fermentación por el método de cajón. La época climática en que se realizó la fermentación produjo diferencias significativas para el cacao presecado pero las diferencias estuvieron ausentes para el cacao sin presecar. De cualquier manera el comportamiento descrito se mantuvo a lo largo del periodo de fermentación estudiado.

Por otro lado, el contenido de polifenoles totales sí fue modificado sustancialmente por acción del presecado. Esta práctica aumentó en forma importante el nivel de dicha variable durante la época seca; al contrario éste sufrió una disminución importante cuando la fermentación se cumplió en la época lluviosa. Los menores contenidos de polifenoles totales pueden significar además disminución de la astringencia el cual es un cambio ciertamente bienvenido por su contribución favorable al perfil sensorial del cacao. La necesidad de un mayor contenido de polifenoles para satisfacer nichos de mercado donde el chocolate es consumido por sus publicitados beneficios para la salud, claramente marcha en la dirección opuesta a la disminución de estos compuestos debido a la fermentación.

Por otro lado, es notorio observar la disminución drástica de este parámetro durante el primer día de fermentación para cualquier tratamiento. El decrecimiento del contenido de polifenoles totales prácticamente desaparece en los siguientes días del proceso fermentativo en vez de continuar con una disminución gradual. Aunque contrario a lo esperado este es aparentemente un comportamiento muy particular para el caso del cacao Nacional.

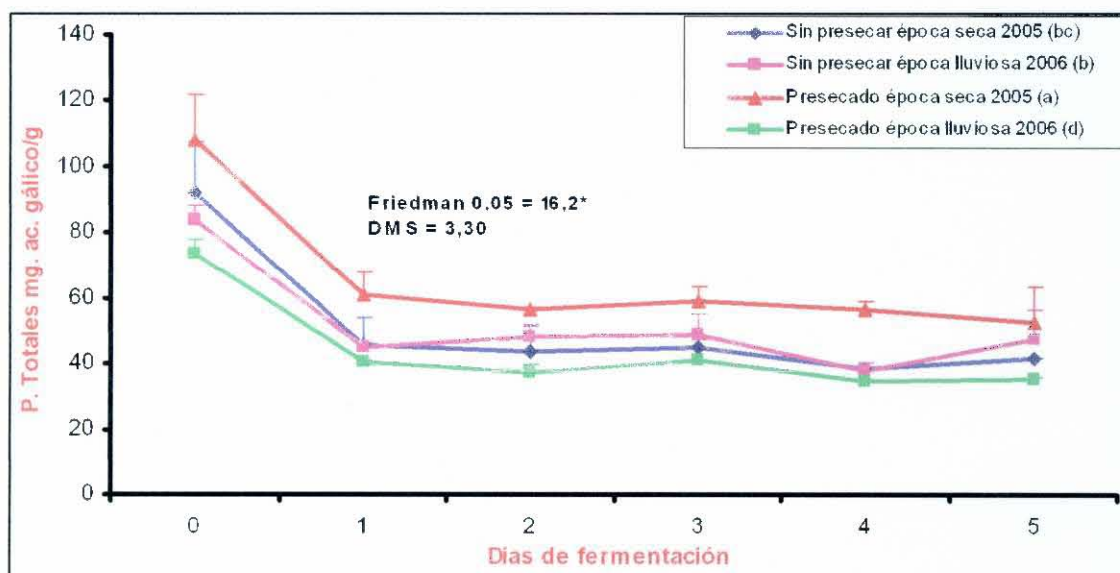


Figura 37. Influencia de la época seca del 2005 y la época lluviosa del 2006, sobre el contenido de Polifenoles totales en almendras de cacao Nacional, presecado y sin presecado, usando el método de fermentación en cajón.

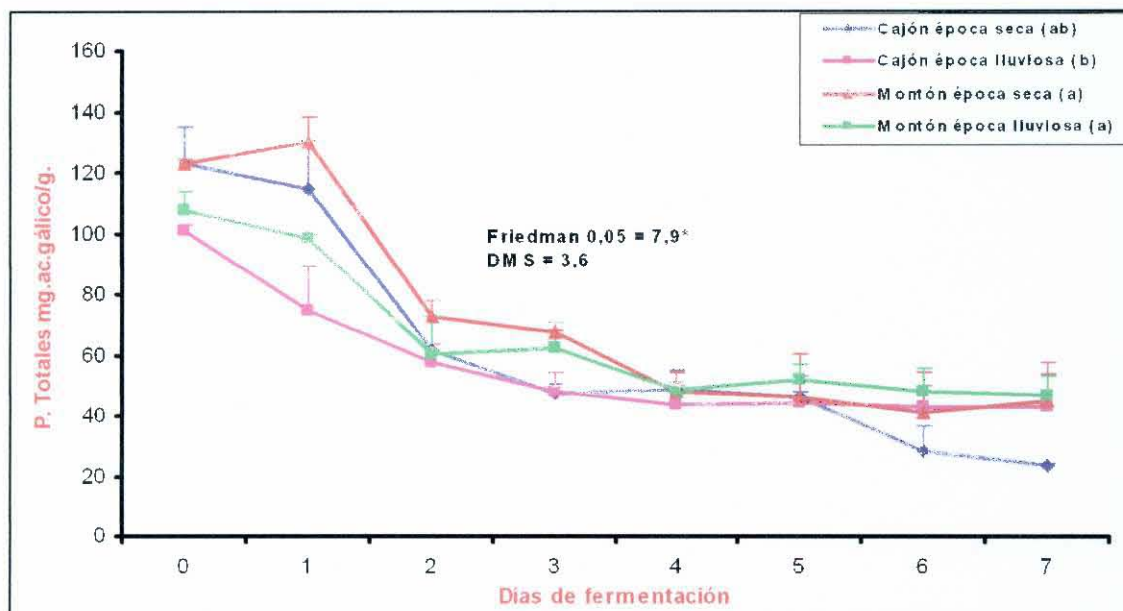
### Cacao CCN-51

La Figura 38 describe los resultados relacionados con el nivel de polifenoles totales en almendras sin presecar para comparar el efecto de dos métodos de fermentación durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006. La época en que se realizó la fermentación no tuvo influencia sobre el comportamiento del nivel de polifenoles totales, ya sea que esta se hubiera realizado mediante el método de cajón o montón.

Sin embargo, el uso de métodos de fermentación diferentes en épocas climáticas distintas, si originó cambios vigorosos y significativos en el nivel de polifenoles totales a lo largo de todo el proceso de fermentación, aunque las diferencias se mostraron claramente más amplios en los primeros días del proceso fermentativo. El resultado que se describe surgió de la comparación de los cambios producidos por el método de cajón en la época lluviosa versus el método de montón en la época seca.

Por otro lado, a diferencia de lo que sucedió con el cacao Nacional, el contenido de polifenoles totales experimentó una rápida disminución en los tres primeros días del proceso fermentativo. Posteriormente, la disminución fue de menor intensidad prácticamente estabilizándose a partir de quinto día. Sin embargo, al compararse con el cacao Nacional sin presecar, la variedad CCN-51 mostró definitivamente un contenido superior de polifenoles totales desde el inicio hasta el final del proceso de fermentación;

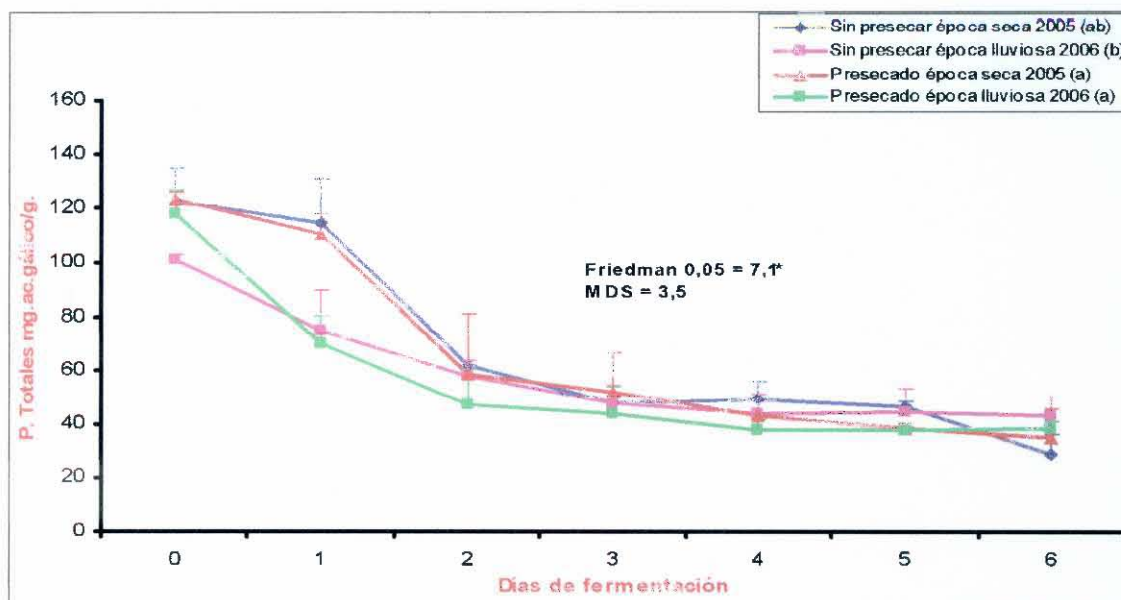
esto podría explicar al menos en parte la moderada astringencia que se le atribuye a esta variedad.



**Figura 38. Influencia de la época seca del 2005 y la época lluviosa del 2006, sobre el contenido de Polifenoles totales en almendras de cacao CCN 51 sin presecado usando los métodos de fermentación en cajón y montón.**

El mayor contenido de los polifenoles totales en el cacao CCN-51 podría desarrollarse como un interesante concepto de mercadeo dirigido a segmentos (estratos de la población con mayor edad) donde el desarrollo de la venta de chocolates negros viene vinculado de manera creciente a las percepciones benéficas de su consumo en la salud humana. Naturalmente, tal concepto podría integrarse a otros como la mayor intensidad de su sabor a cacao y contenido de manteca en una estrategia global de mercadeo.

El contenido de polifenoles totales reaccionó con similar comportamiento en las almendras presecadas y fermentadas en la época seca y lluviosa, según se puede apreciar en la Figura 39. Es notorio que la magnitud de los contenidos detectados tanto al inicio como al final de los procesos fermentativos con cualquier método de fermentación, es prácticamente igual en las almendras presecadas o no. Estos resultados nos permiten concluir que el presecado ni la época en que se realice esta práctica, influyeron sobre la dinámica del parámetro en cuestión. Por el contrario, el progreso del proceso fermentativo sí causa una reducción importante en la magnitud de dicho parámetro, conclusión válida no solo para esta variedad sino también para cualquier otro grupo genético de cacao.



**Figura 39.** Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre el contenido de Polifenoles totales en almendras de cacao CCN 51 presecado, usando el método de fermentación en cajón.

Los resultados sobre el contenido de polifenoles totales presentados en las Figuras 40 y 41 confirman los resultados descritos hasta este momento respecto a esta variable. En ellas se compara la dinámica del contenido de polifenoles totales en almendras presecadas y fermentadas, utilizando diferentes métodos de fermentación en ambas épocas climáticas. Los resultados encontrados también sugieren que el contenido de polifenoles totales también puede depender del método de fermentación,

Pero tal vez la novedad que surge del análisis de las Figuras mencionadas es el hecho de que las almendras presecadas en la época seca empiezan el proceso fermentativo con el nivel más alto de polifenoles totales. Una visión retrospectiva de las Figuras 38 y 39 nos hace caer en cuenta que en efecto el fenómeno mencionado en el párrafo anterior ya era perceptible en la época seca y no solo en almendras presecadas sino también sin presecar. El análisis conduce a la conclusión de que en la época seca el contenido de polifenoles de las almendras es estimulado por alguna razón, tal vez en respuesta a factores de stress como por ejemplo menor temperatura, disponibilidad de agua, problemas sanitarios, etc. Este es un fenómeno conocido en cacao, donde una mayor concentración de polifenoles disminuye el índice de enfermedades.

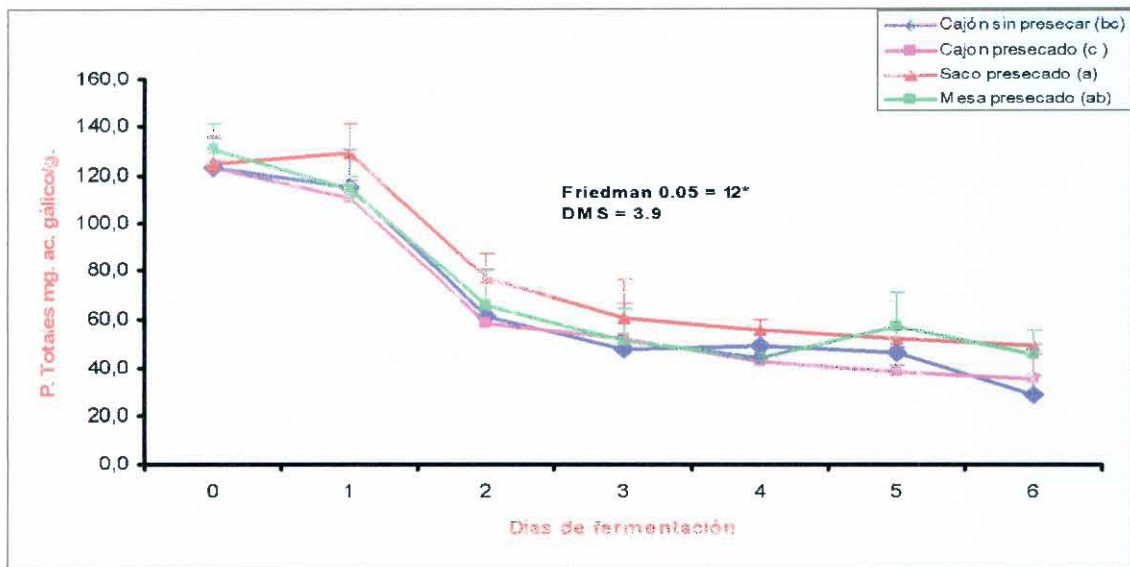


Figura 40. Influencia de la época seca del 2005, sobre el contenido de Polifenoles totales en almendras de cacao CCN 51 presecado, usando los métodos de fermentación en cajón, saco y mesa.

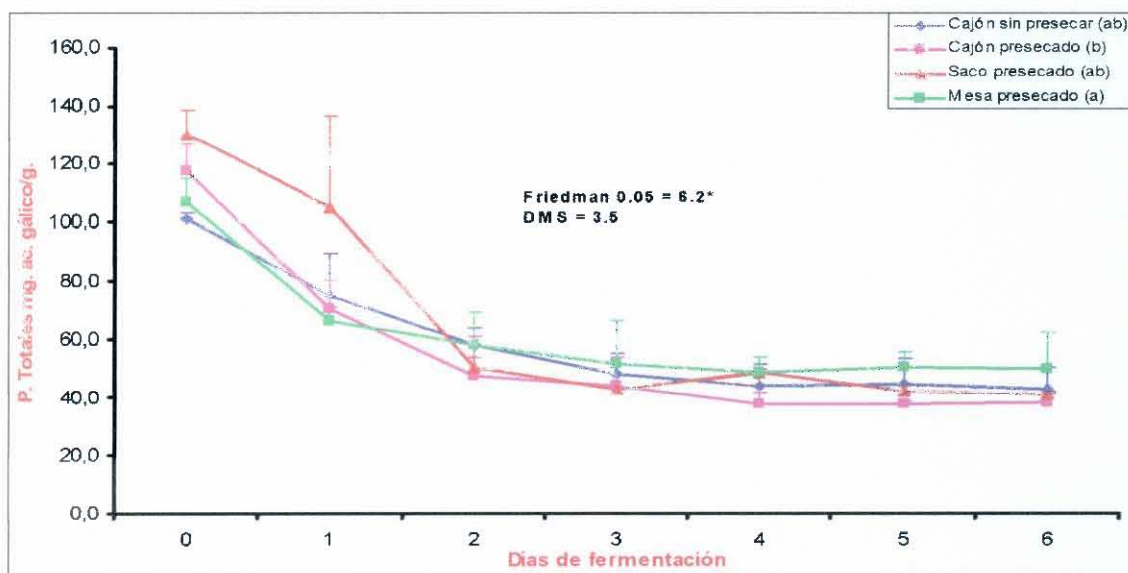


Figura 41. Influencia de la época lluviosa del 2006, sobre el contenido de Polifenoles totales en almendras de cacao CCN 51 presecado, usando el método de fermentación en cajón, saco y mesa.

## Porcentaje de Teobromina

### Cacao Nacional

La Figura 42 describe los resultados de la influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006, sobre la evolución de la concentración de teobromina en almendras de cacao Nacional con presecado y sin presecado, fermentadas mediante el método de cajón. Debe recordarse que la teobromina es un compuesto no volátil y su presencia se encuentra asociada en cierta medida con la sensación de amargor que se percibe en el



perfil sensorial de cualquier tipo de cacao, incluyendo las variedades considerados en el presente estudio.

El comportamiento descrito en la Figura antes indicada, apunta vigorosamente hacia la demostración de que la concentración de este compuesto disminuye ligeramente con el proceso fermentativo, disminución que representa alrededor de un 20-25% de la concentración inicial para cualquier tratamiento. La tasa de disminución es similar ya sea en la época seca o lluviosa, en almendras presecadas o sin presecar. Sin embargo, también es claro que existe una mayor concentración de este compuesto en la época seca y las diferencias encontradas con relación a la época lluviosa son significativas. Definitivamente el presecado no afecta el comportamiento de la concentración de teobromina por lo que podría esperarse poca influencia de esta práctica sobre la expresión del amargor en el perfil sensorial integral. Ver el Cuadro 4 para mayor información.

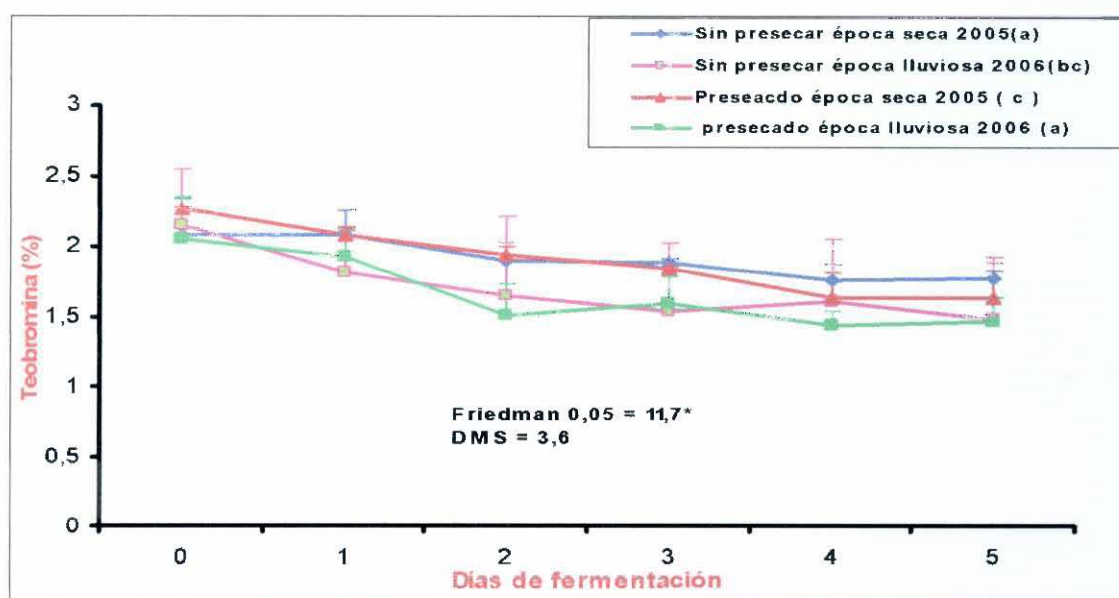


Figura 42. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la evolución del contenido de teobromina en almendras de cacao Nacional, presecado y sin presecado, fermentado en cajones de madera.

Cuadro 4. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la concentración de promedio de teobromina en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas fermentadas por el método de cajón.

Modalidad	Días de fermentación	Promedio % teobromina época seca 2005	Promedio % teobromina época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 5	1,92	1,75
Presecado	0 - 5	1,90	1,67

## Cacao CCN-51

Los resultados relacionados con la influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la evolución del nivel de teobromina en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y fermentados mediante la metodología de cajón y montón se ilustran en la Figura 43. Similar a lo que ocurrió con cacao Nacional en este caso también se observó la tendencia hacia la disminución de teobromina a medida que progresa la fermentación, al igual que una mayor concentración de este compuesto en la época seca, particularmente cuando la fermentación se realizó mediante el método de montón. Para el caso de la fermentación en cajón fue difícil extraer una tendencia útil para confirmar este comportamiento.

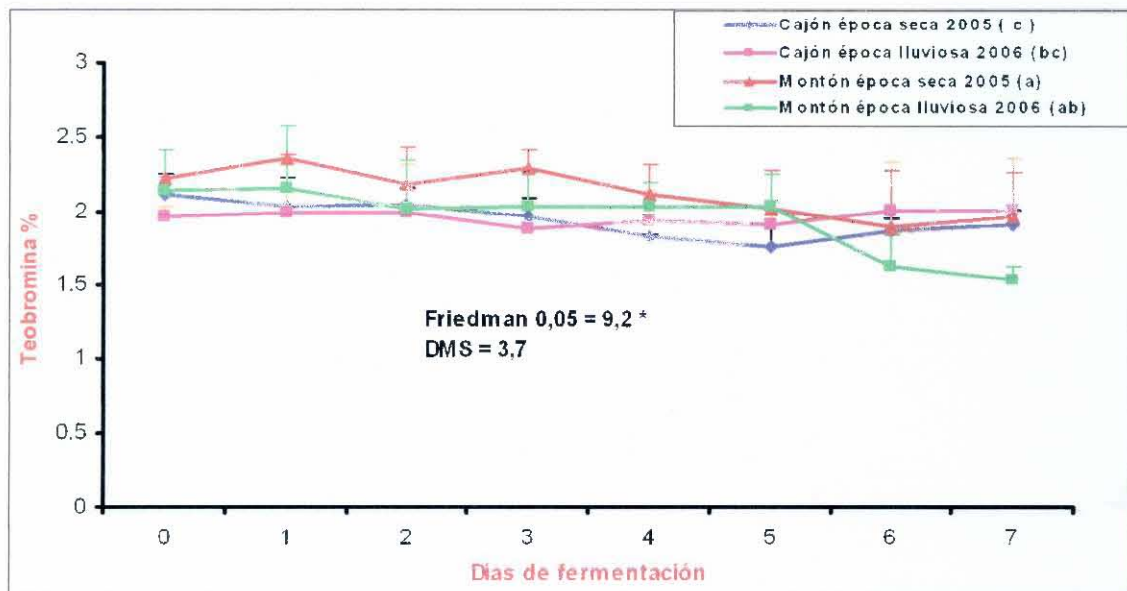


Figura 43. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la evolución del contenido de teobromina en cacao CCN 51 sin presecado, siguiendo la metodología de fermentación en cajón y montón.

En la Figura 44 se ilustran los resultados de la influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la concentración de teobromina en almendras sin presecado y con presecado fermentadas únicamente mediante el método de cajón. Contrariamente a lo que se había venido observando con el cacao Nacional y en mucho menor grado con el CCN-51, la interrelación de las curvas mostradas para este compuesto no permiten entrever diferencias bien definidas que hayan sido causadas por la época de fermentación o por el presecado. Ver Cuadro 5 para más información sobre esta ausencia de diferencias importantes. Sin embargo, en cualquiera de los tratamientos considerados la disminución de la concentración de cafeína a medida que avanza el proceso fermentativo ya es un fenómeno usual y ampliamente conocido en este tipo de estudios.

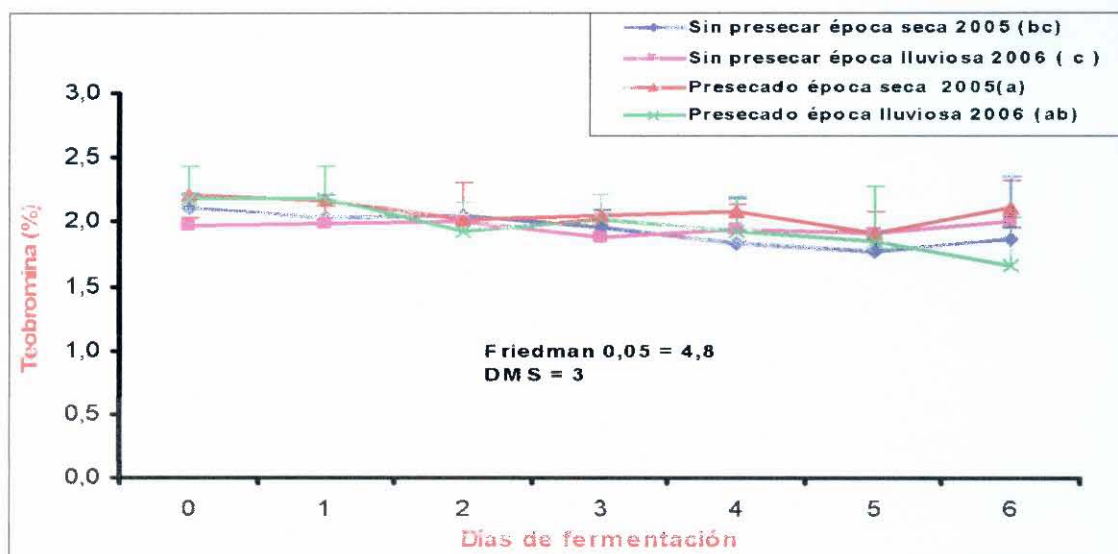
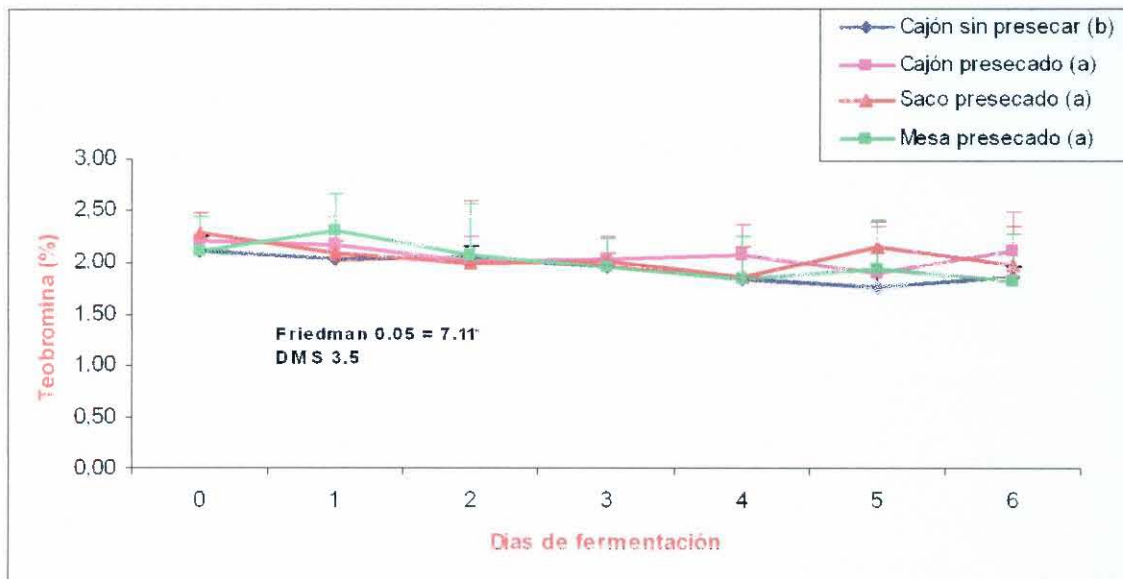


Figura 44. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la evolución del contenido de teobromina en almendras de cacao CCN 51, con presecado y sin presecado, siguiendo lo método de fermentación en cajón.

Cuadro 5. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la concentración de teobromina en almendras de cacao CCN-51 sin presecar y presecadas, fermentadas por el método de cajón.

Modalidad	Días de fermentación	Promedio % teobromina época seca 2005	Promedio % teobromina época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 7	1.95	1.97
Presecado	0 - 6	2.01	1.96

La figura 45 muestra los resultados de la influencia de la época seca 2005 sobre la concentración de teobromina en cacao CCN 51 sin presecar (fermentado en cajón) y presecado, éste último tratamiento fermentado mediante los métodos de cajón, saco y mesa. Como en otras ocasiones el nivel de teobromina declina moderadamente con el avance de la fermentación pero las almendras presecadas se comportan de manera similar para todos los métodos de fermentación con respecto a este parámetro. Sin embargo, sin ser amplias el análisis mostró diferencia significativa para este parámetro al comparar los tratamientos con almendras presecadas fermentadas por varios métodos y aquel que involucra almendras sin presecar y fermentadas en cajón.



**Figura 45.** Influencia de la época seca del 2005, sobre el contenido de teobromina en almendras de cacao CCN 51 presecado, usando los métodos de fermentación en cajón, saco y mesa y comparadas con almendras sin presecar y fermentadas en cajón.

La Figura 46 describe el comportamiento de la concentración de teobromina en función de las almendras de cacao sin presecar (fermentadas por cajón) y presecadas-fermentadas por los métodos de cajón, saco y mesa, durante la época lluviosa 2006. La evolución de las curvas correspondientes a lo largo del proceso fermentativo muestran una tendencia hacia la disminución de teobromina como ya es usual. Por el contrario la interrelación entre dichas curvas es un tanto errática, principalmente en los primeros días, impidiendo la identificación de patrones claros de superioridad o inferioridad para los niveles de teobromina en función de los métodos de fermentación aplicados. Aunque el análisis muestra que los tratamientos que incluyen el presecado, difieren significativamente del tratamiento sin presecar y fermentado en cajón, esta diferencia no resulta de ninguna manera evidente en la Figura anterior.

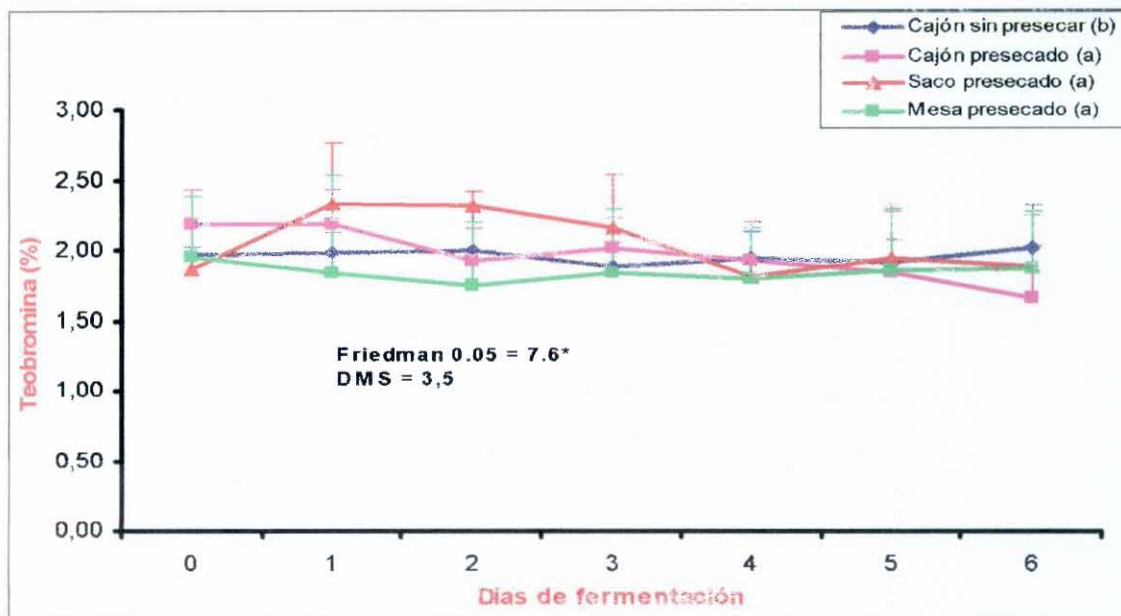


Figura 46. Influencia de la época lluviosa del 2006, sobre el contenido de teobromina en almendras de cacao CCN 51 presecado, siguiendo los métodos de fermentación en cajón, saco y mesa.

## Porcentaje de Cafeína

### Cacao Nacional

Según la Figura 47 que ilustra los resultados de la influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006, sobre la concentración de cafeína en almendras de cacao Nacional sin presecado y presecadas, y fermentadas mediante el método de cajón, la época de fermentación influye claramente sobre el comportamiento del nivel de cafeína. En la época seca hay la tendencia hacia una mayor concentración de cafeína al compararse con la época lluviosa. Por el contrario el presecado no parece influir sobre el nivel de este compuesto químico no volátil (cuya presencia en el cacao representa apenas el 10% de lo concentración normalmente disponible en el café). Al igual que en el caso de la teobromina, el avance del proceso fermentativo también reduce la presencia de cafeína en la misma proporción, es decir en aproximadamente un 20-25 % de la concentración inicial. La información presentada en el Cuadro 6 confirma los resultados descritos anteriormente.

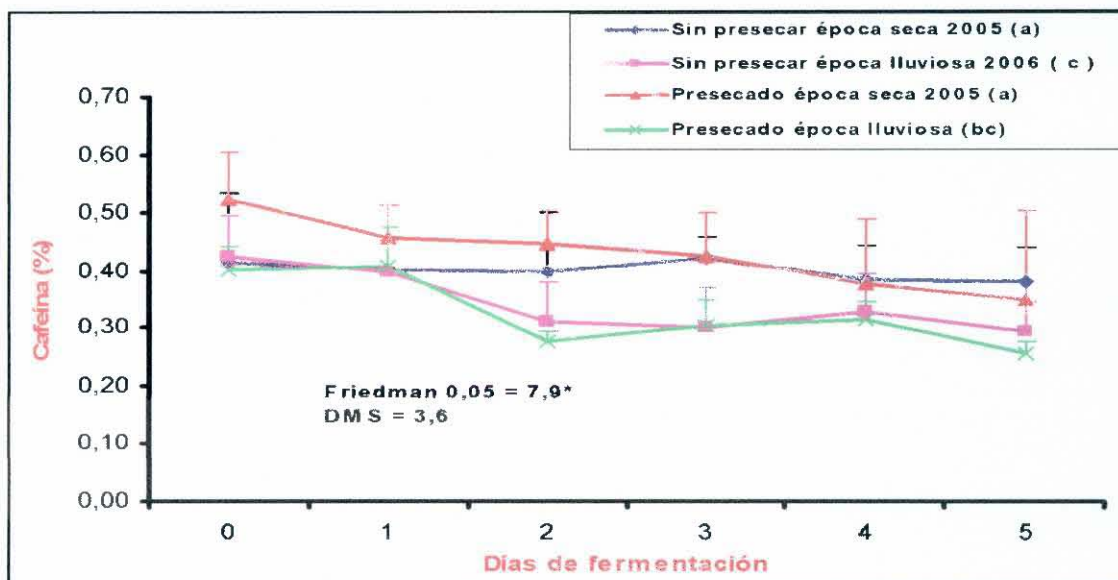


Figura 47. Influencia de época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre el contenido de cafeína en almendras de cacao Nacional, presecado y sin presecado, utilizando el método de fermentación en cajón

Cuadro 6. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la concentración de cafeína en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas y sometidas al método de fermentación por cajón

Modalidad	Días de fermentación	Promedio cafeína % época seca 2005	Promedio cafeína % época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 5	0,40	0,34
Presecado	0 - 5	0,43	0,33

#### Cacao CCN-51

Según la Figura 48 que describe el comportamiento de la concentración de cafeína en almendras de CCN-51 sin presecar y presecadas, fermentadas por el método de cajón durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006, la disminución de cafeína que normalmente viene vinculada al avance del proceso fermentativo no se dió en el presente caso, posiblemente por la amplia variabilidad registrada para este parámetro dentro de cada día de fermentación como se puede deducir de la Figura en cuestión. A pesar de esta variabilidad el efecto de la época de fermentación fue suficientemente amplio para producir diferencias significativas aunque sin suficiente coherencia que facilite una interpretación. La influencia de presecado sobre el comportamiento del nivel de cafeína fue solamente significativa en la época lluviosa dentro de la cual esta práctica tendió a favorecer concentraciones más altas para este compuesto. Ver Cuadro 7 para información adicional

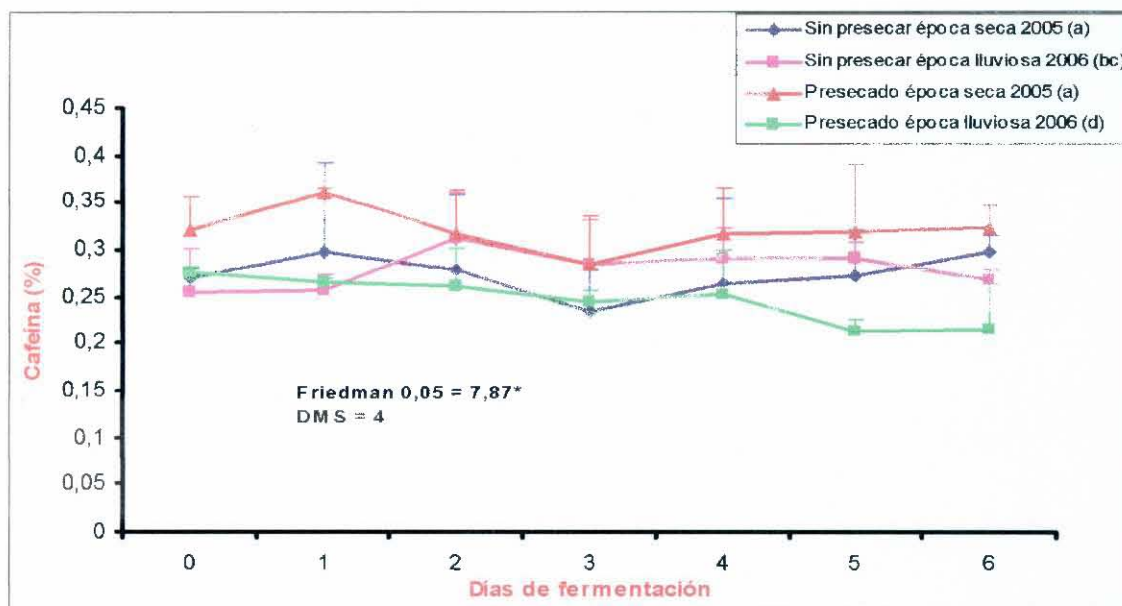


Figura 48. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la evolución del contenido de cafeína en cacao CCN 51 presecado y sin presecado, usando el método de fermentación en cajón.

Cuadro 7. Influencia de las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 sobre la concentración de cafeína en almendras sin presecar y presecadas sometidas a fermentación mediante el método de cajón.

Modalidad	Días de fermentación	Promedio % cafeína época seca 2005	Promedio % cafeína época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 7	0.28	0.28
Presecado	0 - 6	0.32	0.25

La Figura 49 muestra que en efecto el presecado de almendras cuya fermentación se realizó en la época seca mediante los métodos de cajón, saco y mesa, no aumentó ni disminuyó la concentración de cafeína en comparación a las almendras sin presecar y fermentadas en cajón. Al comparar los métodos de fermentación el cacao se detectó que el presecado en sacos mostró niveles inferiores de cafeína que cuando la fermentación se realizó en cajón y mesas. Sin embargo la razón para que tal resultado haya ocurrido se desconoce.

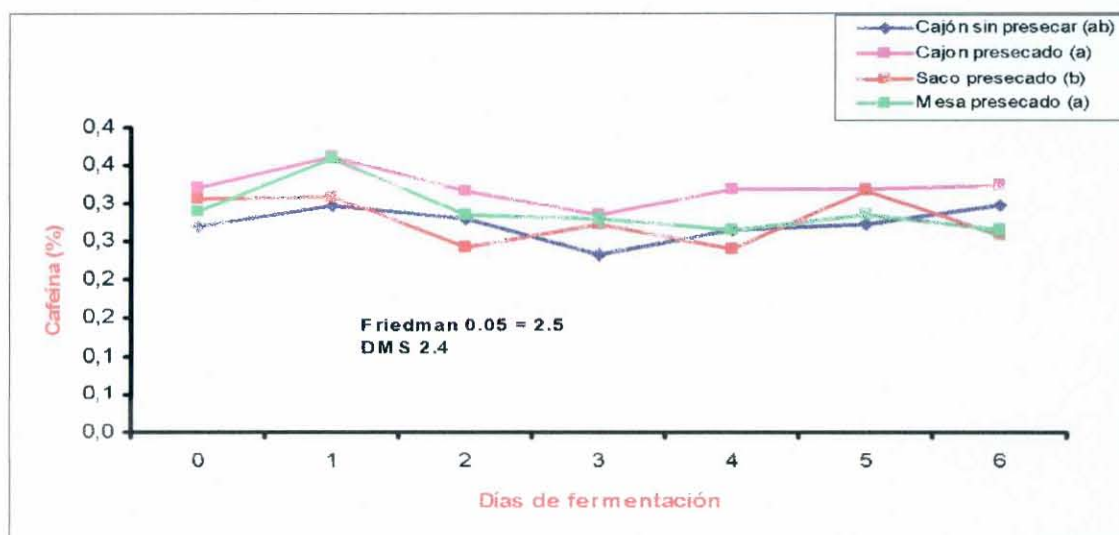


Figura 49. Influencia de la época seca del 2005 sobre la evolución del contenido de cafeína en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado, siguiendo los métodos de fermentación en cajón, saco y mesa.

La Figura 50 muestra el comportamiento de los niveles de cafeína en almendras presecadas y fermentadas durante la época lluviosa 2006 en cajón, saco y mesa comparadas con almendras sin presecar y fermentadas en cajón en la misma época. Aunque la evolución de las curvas es algo errática las almendras sin presecar y fermentadas en cajón parecen tener las concentraciones más altas para este compuesto. En general se puede decir que las determinaciones de cafeína sufrieron de excesiva variabilidad, la misma que combinada con las bajas concentraciones naturales de este compuesto en el cacao, dificultaron la identificación de patrones claros en su respuesta a las épocas climáticas, tiempo de fermentación y presecado. La Figura 51 ilustra la ausencia de diferencias significativas la concentración de cafeína en respuesta a diferentes métodos de fermentación, así como una excesiva variabilidad que dificulta la identificación de tales diferencias.

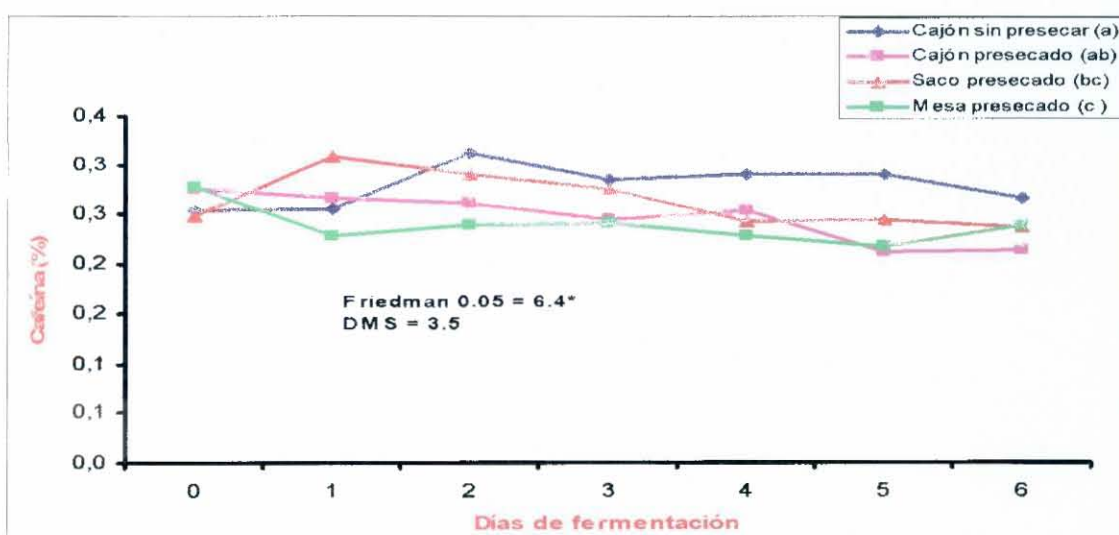


Figura 50. Influencia de la época lluviosa del 2006 sobre la evolución del contenido de cafeína en almendras de cacao CCN 51 sin presecar y presecado, siguiendo los métodos de fermentación en cajón, saco y mesa.



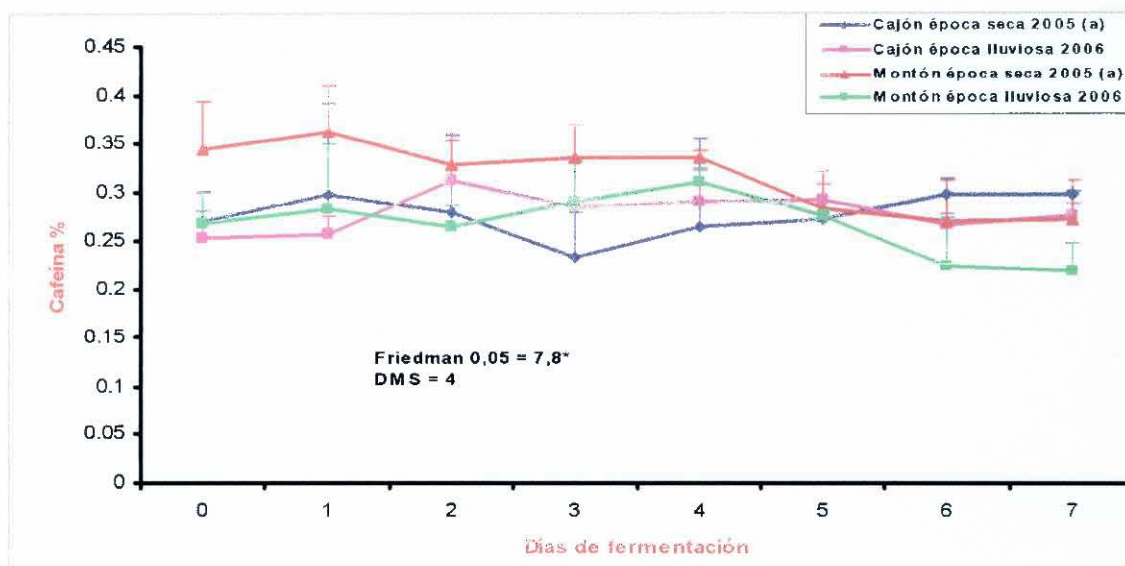


Figura 51. Influencia de la época seca del 2005 sobre la evolución del contenido de cafeína en almendras de cacao CCN 51 sin presecar, siguiendo los métodos de fermentación en cajón y montón.

## Relación Teobromina / Cafeína

### Cacao Nacional

La Figura 52 ilustra el comportamiento de la relación teobromina/cafeína para el cacao Nacional en respuesta a las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 tanto en almendras sin presecar como presecadas; ambas fueron fermentadas por el método de cajón. Cabe indicar que la relación teobromina/cafeína es un indicador con gran valor discriminatorio para separar diferentes tipos de cacao. Con una excepción, en general esta relación no fue afectada en forma significativa por la época de fermentación ni por el presecado de las almendras. Ver Cuadro 8 para información adicional.

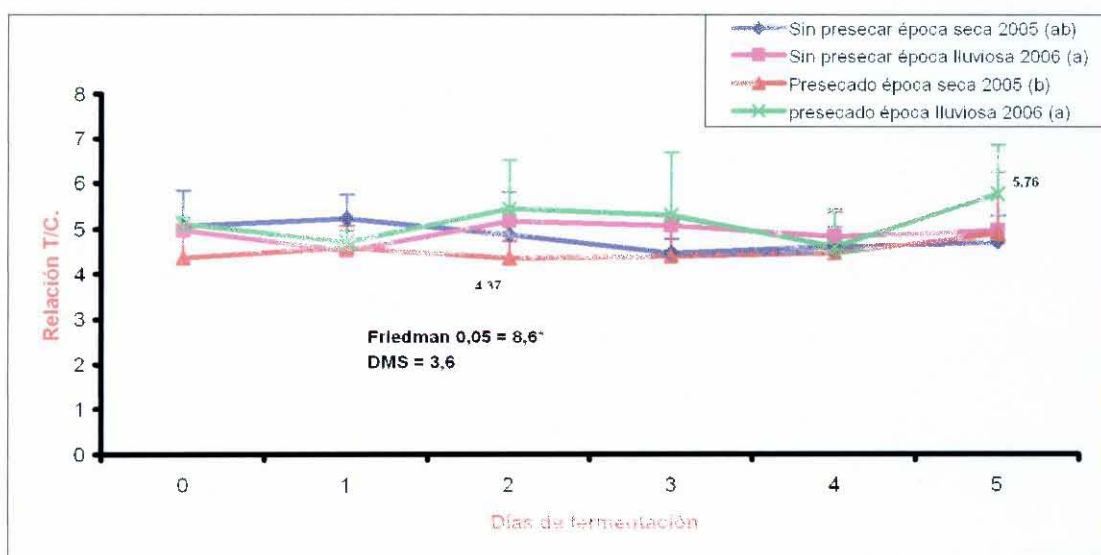


Figura 52. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa 2006, sobre la evolución de la relación Teobromina/Cafeína en almendras de cacao Nacional, presecado y sin presecado, usando el método de fermentación en cajón.

Cuadro 8. Influencia de las épocas seca 2005 y la lluviosa 2006 sobre la evolución de la relación teobromina/cafeína en almendras de cacao Nacional sin presecar y presecado fermentadas en cajón.

Modalidad	Días de fermentación	Promedio Teobromina/cafeína época seca 2005	Promedio Teobromina/cafeína época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 5	4.48	4.95
Presecado	0 - 5	4.52	5.17

### Cacao CCN-51

La evolución de la relación teobromina / cafeína para las almendras de cacao CCN-51 sin presecar y fermentado en cajón y montón durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006 se presenta en la Figura 53. Como era de esperarse el análisis mostró que el avance de la fermentación no provocó cambios importantes en la magnitud de la mencionada relación lo que dice mucho de su estabilidad y potencial para discriminar entre tipos de cacao. Por otro lado, la época ni el método de fermentación tampoco causaron diferencias significativas en este indicador coincidiendo en gran parte con lo que ya se reportó para el cacao Nacional.

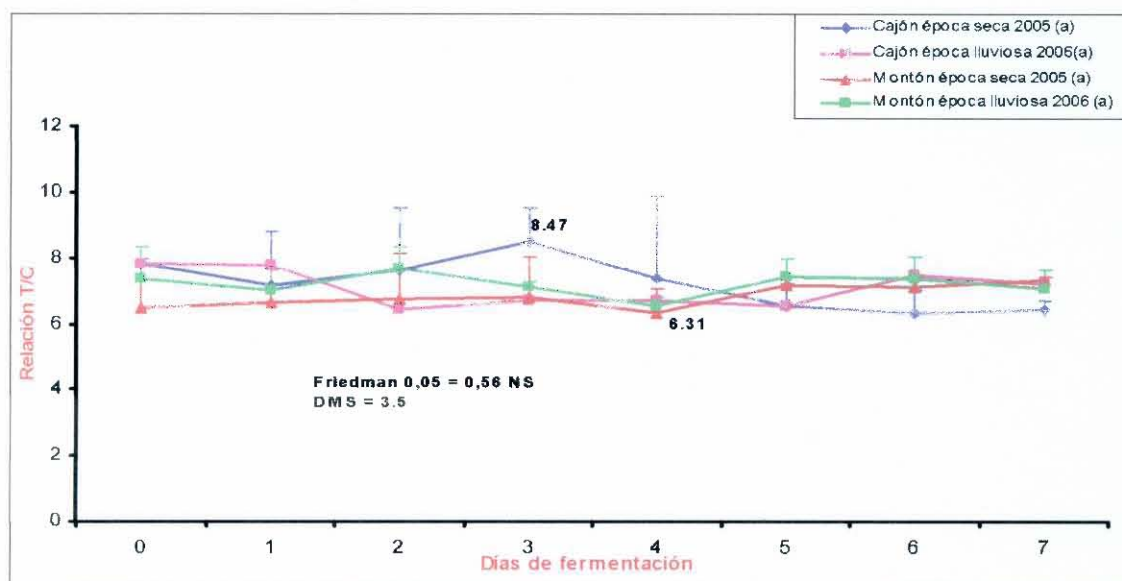


Figura 53. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la relación Teobromina/Cafeína en almendras de cacao CCN 51, sin presecado usando los métodos de fermentación en cajón y montón.

Las Figuras 54, 55 y 56 y el Cuadro 9 tal como se muestran a continuación describen mas resultados que se alinean con la misma línea de interpretación mantenida hasta ahora con respecto a la relación teobromina / cafeína, cuya magnitud no es modificada en forma significativa por la época, el método de fermentación o el presecado reforzando su atributo de estabilidad y capacidad discriminatoria para separar tipos de cacao.

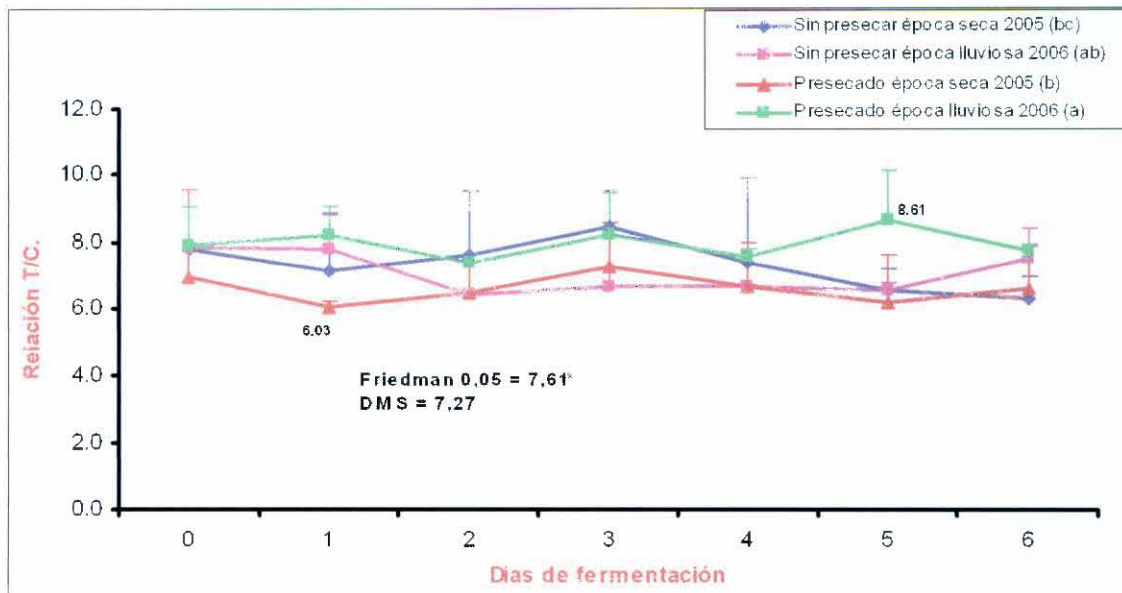


Figura 54. Influencia de la época seca del 2005 y de la época lluviosa del 2006, sobre la relación Teobromina/cafeína en almendras de cacao CCN 51, presecado y sin presecado, usando la metodología de fermentación en cajón.

Cuadro 9. Influencia de las épocas seca 2005 y la lluviosa 2006, sobre la relación teobromina/cafeína en almendras de cacao CCN 51, sin presecar y presecado fermentadas en cajón.

Modalidad	Días de fermentación	Promedio teobromina / cafeína época seca 2005	Promedio teobromina / cafeína época lluviosa 2006
Sin presecar	0 - 7	7.22	7.08
Presecado	0 - 6	6.60	7.96

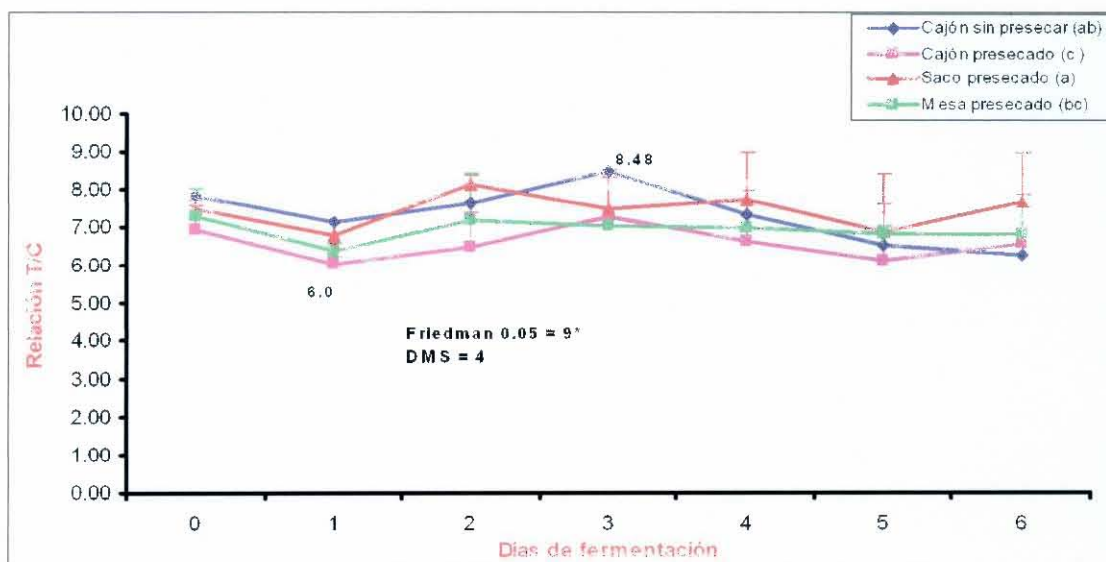


Figura 55. Influencia de la época seca del 2005, sobre la relación de Teobromina/cafeína en almendras de cacao CCN 51 presecado, usando la metodología de fermentación en cajón, saco y mesa comparado sin presecar fermentado en cajón.

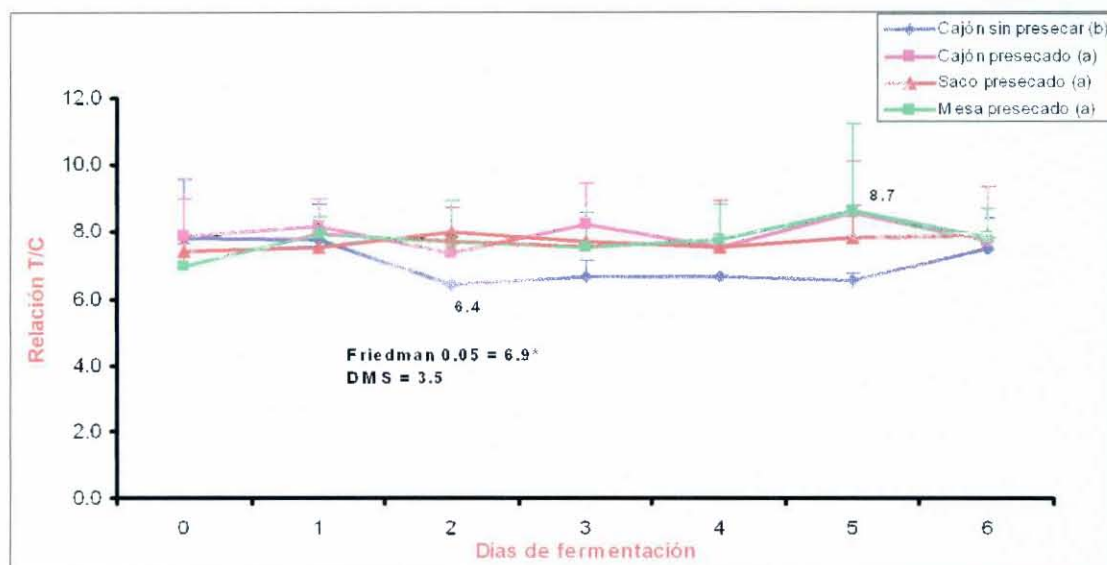


Figura 56. Influencia de la época lluviosa del 2006, sobre la relación de Teobromina/cafeína en almendras de cacao CCN 51 presecado, usando la metodología de fermentación en cajón, saco y mesa, comparado sin presecar fermentado en cajón.

## RESULTADOS ANALISIS ORGANOLEPTICO

### Cacao Nacional

A continuación se describen los resultados organolépticos para los sabores básicos (cacao, amargor, astringencia y acidez) y específicos (floral, frutal y nuez) en perfiles de licor preparado a partir de almendras de cacao Nacional sin presecar y presecadas, y sometidas a diferentes tiempos de fermentación en cajón durante las épocas seca 2005 y lluviosa 2006.

#### Sin presecar (sabores básicos)

Según las Figuras 57A y 57B en la época seca los sabores a cacao, amargor y acidez tendieron de alguna manera a equilibrarse hacia el cuarto día de fermentación mientras que tal equilibrio ocurrió hacia el quinto día en la época lluviosa. En ambos casos se detecta un incremento de la acidez a medida que avanza el proceso de fermentación como era de esperarse. Por otro lado, el comportamiento de las curvas de astringencia y amargor es errático sin mostrar la disminución de intensidad en estos atributos que uno podría esperar por efecto del avance de la fermentación y exudado de polifenoles y purinas (teobromina y cafeína) a través de la testa.

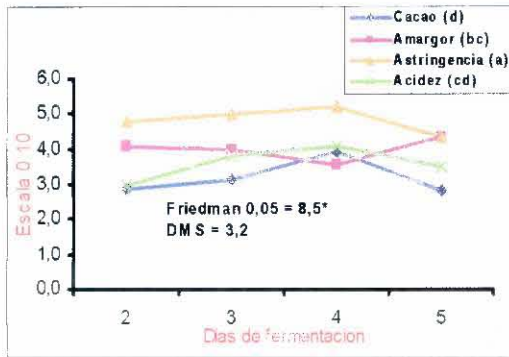


Figura 57A. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao Nacional sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue).

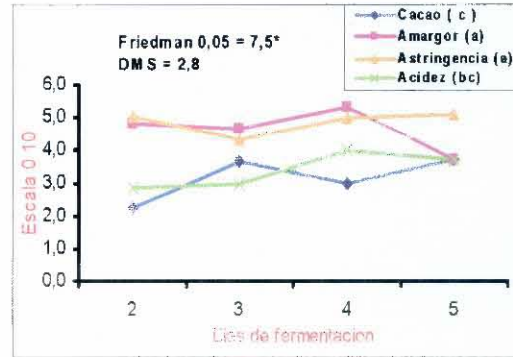


Figura 57B. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao Nacional sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel E. Pichilingue).

Complementariamente las Figuras 58A y 58B muestran los resultados obtenidos en relación al comportamiento de los sabores específicos. En general la intensidad de los sabores floral y frutal no fue influenciada por la época en que se llevó a cabo la fermentación. Sin embargo, como se anticipaba la intensidad de ambas notas sensoriales se incrementó con el tiempo de fermentación. El aumento de la intensidad del sabor floral asociado con tiempos crecientes de fermentación durante la época lluviosa es particularmente notorio. Finalmente, la intensidad del sabor a nuez aunque mínima también pareció incrementarse con el progreso de la fermentación pero solamente durante la época lluviosa.

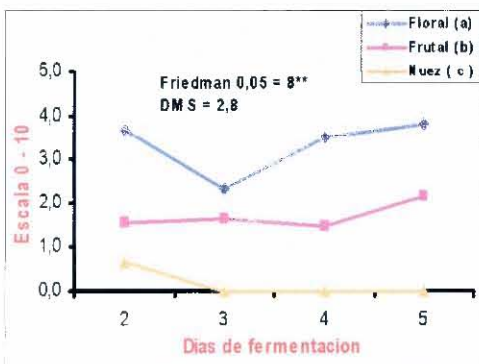


Figura 58A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao Nacional sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue).

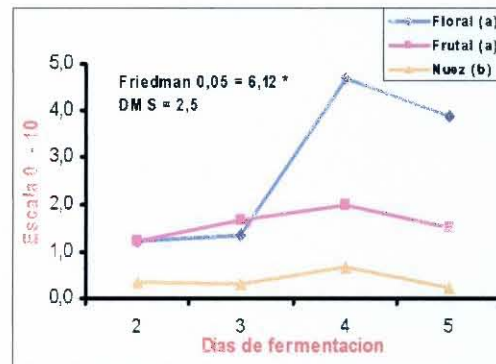


Figura 58B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao Nacional sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (Panel de la E. Pichilingue).

### Presecado (sabores básicos y específicos)

De acuerdo a las Figuras 59A y 59B las intensidades del amargor y astringencia fueron claramente superiores en el licor de las almendras cosechadas, presecadas y fermentadas en la época seca al ser comparados con los resultados de la época lluviosa. Condiciones ambientales menos favorables para la fermentación durante el “verano”, particularmente en cuanto tiene que ver con los promedios temperatura más bajos, pueden explicar este resultado. La intensidad del sabor a cacao alcanzó su mayor nivel durante la época

lluviosa al parecer por la misma razón antes expuesta. El comportamiento de la curva de acidez fue aproximadamente similar en ambas épocas, aunque la intensidad mas baja se detectó hacia el final de la fermentación en la época lluviosa.

El aumento del tiempo de fermentación favoreció el desempeño positivo de la intensidad del sabor a cacao en ambas épocas pero el incremento fue mejor definido en la época lluviosa. Es importante anotar que en cualquier periodo del año el máximo nivel del sabor a cacao se logró al quinto día de fermentación. Cualquier cambio producido por el presecado de las almendras no pareció influir sobre la aparición del máximo valor de sabor a cacao desarrollado en un periodo de tiempo más corto.

Al comparar el comportamiento de los resultados de acidez en los licores de almendras sin presecar (Figuras 57A y 57B) con aquellos provenientes de las almendras presecadas (Figuras 58A y 58B), se observa la ausencia de diferencias importantes. A pesar de esto se puede decir que el presecado de las almendras durante la época lluviosa estuvo relacionado con un mejor balance de los sabores básicos en el perfil sensorial. La falta de diferencias estadísticas en sus intensidades va en la dirección de confirmar esta opinión. Después de todo el valor mas bajo para la acidez en cualquier evento de fermentación se registró al quinto día en la época lluviosa.

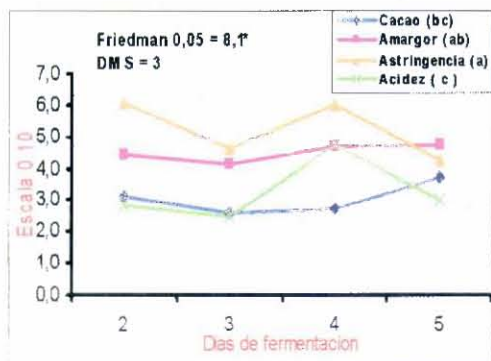


Figura 59.A Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao Nacional presecado, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

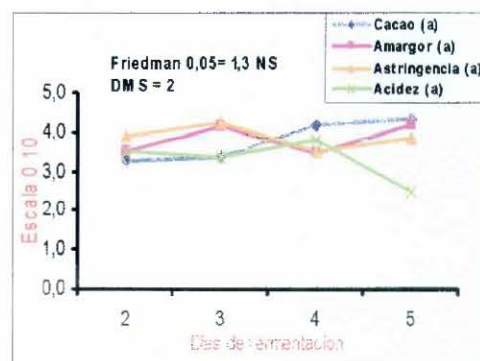


Figura 59B. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao Nacional presecado, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

El comportamiento de la evolución de los sabores específicos en muestras presecadas de cacao Nacional se muestra en las Figuras 60A y 60B. La presencia del sabor floral, aunque con intensidades medianas se manifiesta claramente en ambas épocas. Sin embargo, su comportamiento con relación a la fermentación resultó un tanto errático en la época seca. Se observa el incremento de la nota floral, aunque leve, asociado con el tiempo de fermentación en la época lluviosa; la intensidad también es mayor en esta época posiblemente como consecuencia de las mejores condiciones de temperatura para la fermentación. La aparición de los sabores frutal y nuez aun cuando tuvieron menor intensidad también fue mejor definida en la época lluviosa.

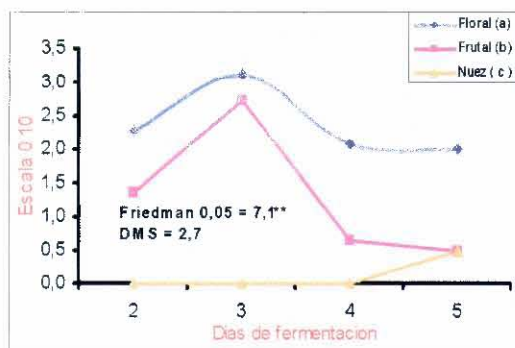


Figura 60A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao Nacional presecado, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

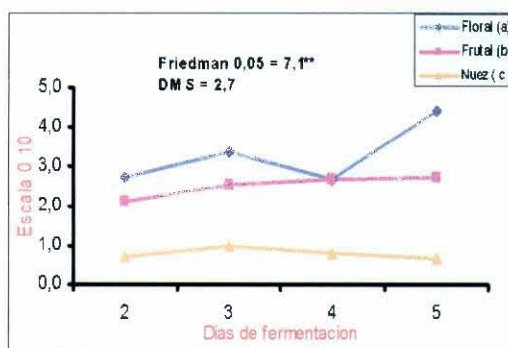


Figura 60B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao Nacional presecado, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

### Muestras sin presecar y presecadas fermentadas en la época seca 2005 (fermentación en cajón)

A continuación se describen los resultados organolépticos para los sabores básicos (cacao, amargor, acidez y astringencia) y específicos (floral, frutal y nuez) en perfiles de licor preparado a partir de almendras de cacao de la variedad CCN-51 sin presecar y presecadas, sometidas a diferentes tiempos de fermentación mediante el método de cajón durante la época seca 2005.

Las Figuras 61A, 61B, 61C y 61D ilustran y permiten la comparación del comportamiento sensorial de licores provenientes de almendras sin presecar y presecadas sometidas al método de fermentación en cajón durante la época seca 2005. En este caso y a diferencia del cacao Nacional los resultados sensoriales comparados provienen tanto de la E. Pichilingue como de Guittard Chocolate Co.

Los resultados obtenidos en la E. Pichilingue son más bien erráticos haciendo difícil capturar algún patrón de comportamiento cuando se comparan los resultados de los sabores básicos provenientes de las muestras de almendras sin presecar y presecadas. Lo único rescatable parece ser el hecho de que en general el promedio de los valores de acidez registrados para el cacao CCN-51 presecado es inferior al tratamiento de almendras sin presecar. El sabor a cacao aparece ínter mezclado con los de astringencia y amargor sin destacar claramente como se hubiera esperado, particularmente en cuanto se refiere a las muestras presecadas.

Por el contrario, los resultados de Guittard Chocolate Co si muestran una superioridad amplia y estadísticamente significativa para el sabor a chocolate con relación a los demás sabores básicos; la amplitud es mayor para las muestras presecadas sugiriendo que esta práctica de alguna manera refuerza la expresión del sabor a cacao, al menos en esta variedad. Según los resultados de la misma fuente, la intensidad de la astringencia y amargor muestra también alguna disminución en las muestras presecadas lo que explicaría en parte la mejor expresión del sabor a cacao. El promedio de acidez resultó solo ligeramente menor con el tratamiento de presecado por lo que esta práctica no pareció influir en forma importante sobre su comportamiento. Sin embargo, es notorio que los valores determinados por el panel de Guittard para la acidez son claramente inferiores a aquellos obtenidos por el panel de la E. Pichilingue.

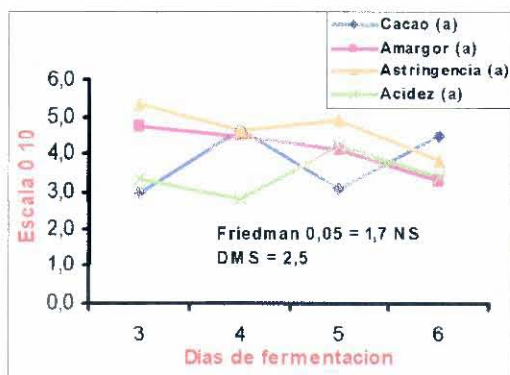


Figura 61A. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar y fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

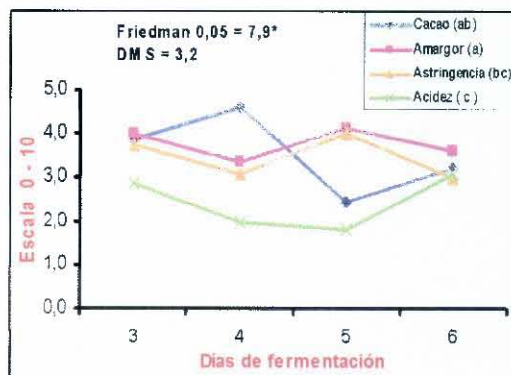


Figura 61B. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

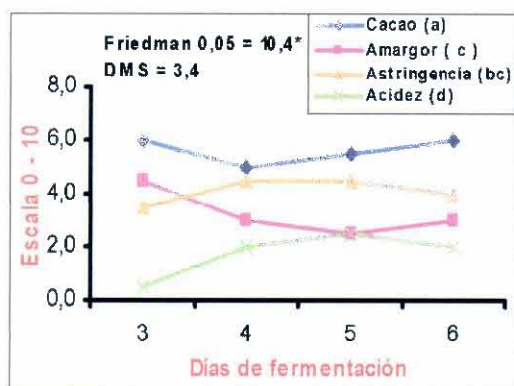


Figura 61C. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de Guittard Co.)

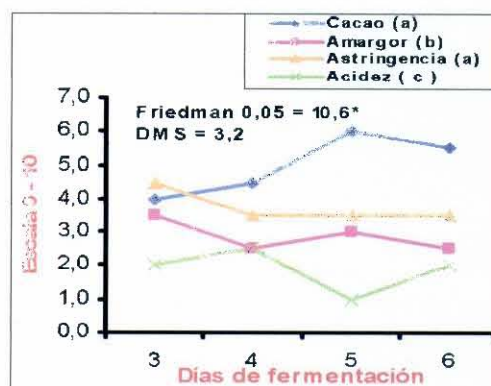


Figura 61D. Comportamientos del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de Guittard Co.)

Las Figuras 62A, 62B, 62C y 62D ilustran los resultados para los sabores específicos obtenidos por los paneles de la E. Pichilingue y de Guittard Co para la época seca 2005. La ausencia de la nota sensorial floral es un rasgo notorio de estos resultados. También lo es la presencia de vestigios de sabor frutal y nuez, aunque el primero disminuye drásticamente en el tratamiento con presecado. El panel de Guittard no detectó el sabor floral ni frutal pero si el sabor a nuez; éste se maximizó al quinto día de fermentación para el licor proveniente de almendras sin presecar y al cuarto día para las almendras presecadas. Puesto que al tercer día no se detectó este atributo, su expresión esta fuertemente vinculada al tiempo de fermentación pues tiende a desaparecer hacia el final de este proceso.



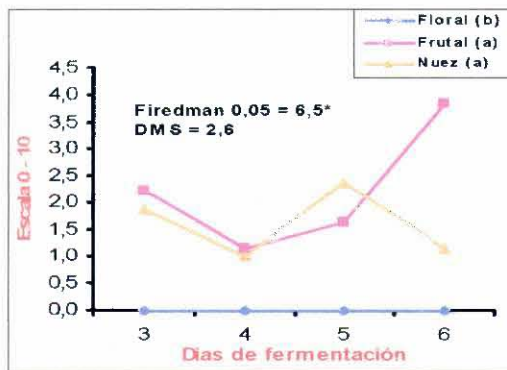


Figura 62A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

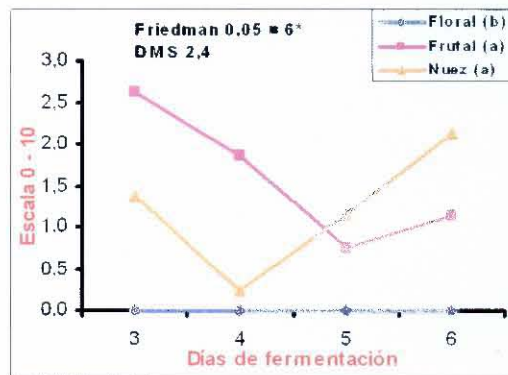


Figura 62B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

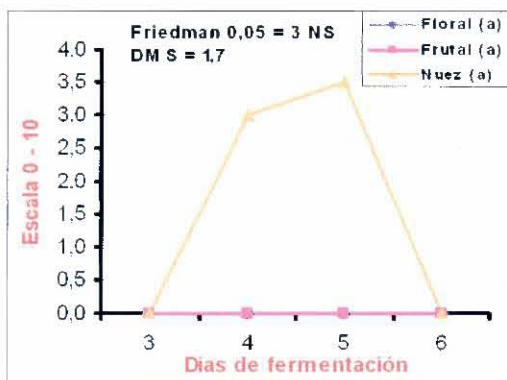


Figura 62C. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de Guittard Co.)

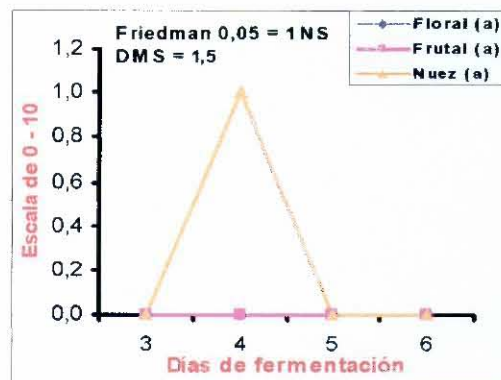


Figura 62 D. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de Guittard Co.)

### Muestras sin presecar y presecadas fermentadas en la época lluviosa 2006 (fermentación en cajón)

Se describen los resultados organolépticos para los sabores básicos (cacao, amargor, acidez y astringencia) y específicos (floral, frutal y nuez) en perfiles de licor preparados a partir de almendras de cacao de la variedad CCN-51 sin presecar y presecadas, sometidas a diferentes tiempos de fermentación en cajón durante la época lluviosa 2006.

En las Figuras 63A, 63B, 63C y 63D se ilustran los resultados de los sabores básicos obtenidos por los paneles de la E. Pichilingue y Guittard Co. Según las Figuras 63A y 63B las intensidades del amargor y astringencia superan en forma importante al sabor a cacao en el licor proveniente de las almendras sin presecar; esta diferencia es menos amplia en el tratamiento de almendras presecadas pero en ambos casos las diferencias son significativas.

Por otro lado, a pesar de que el comportamiento de la acidez no varió mayormente al pasar de las almendras sin presecar a las presecadas, en éste último caso el sabor a cacao

se expresó con mas intensidad y por lo tanto estuvo mejor balanceado con la acidez en cualquier momento de la fermentación. Tales resultados coinciden en gran medida con aquellos que se obtuvieron en la época seca, sugiriendo que el presecado de las almendras de esta variedad tiene un rol claro en la mejor expresión del sabor a cacao, mitigación de la acidez y mejor equilibrio entre ambos atributos.

Los resultados obtenidos por el panel de Guittard (Figuras 63C y 63D) son más informativos acerca de las tendencias descritas en el párrafo anterior. Los “scores” para la intensidad del sabor a cacao son claramente superiores y aquellos correspondientes a la acidez definitivamente inferiores en los licores provenientes de las almendras presecadas. Los valores intermedios para la astringencia y el amargor sugieren una expresión mejor balanceada del perfil sensorial en las almendras presecadas y fermentadas. Las diferencias entre las intensidades de los diferentes atributos de sabor son estadísticamente significativas. Es notorio el desbalance del sabor a cacao en el licor proveniente de las almendras sin presecar (Figura 63C) donde se observa la posición desventajosa del sabor a cacao y favorable de la acidez, astringencia y amargor, atentando contra la expresión equilibrada del correspondiente perfil sensorial.

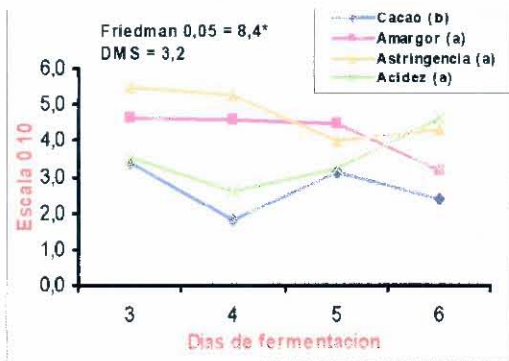


Figura 63A. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

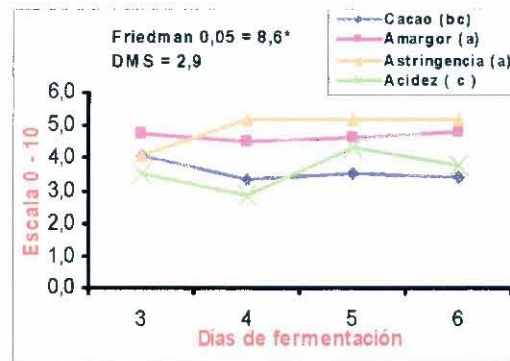


Figura 63B. Comportamiento de perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

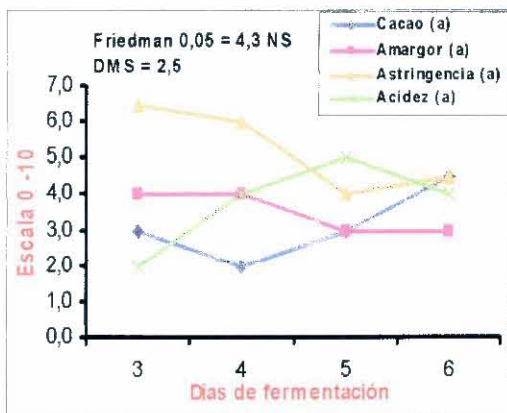


Figura 63C. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

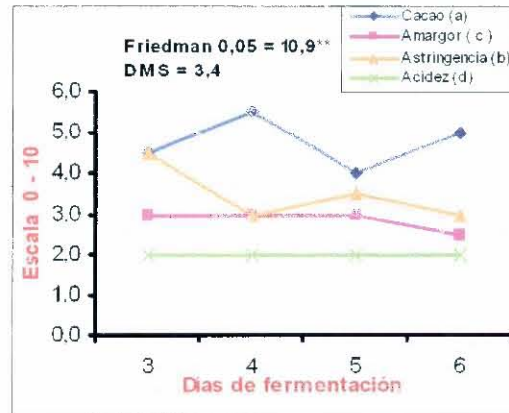


Figura 63D. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

El comportamiento de los resultados correspondientes a los sabores específicos se muestra en las Figuras 64A, 64B, 64C y 64D. La ausencia del sabor floral es el rasgo más notorio de las lecturas obtenidas por el panel de la E. Pichilingue. Aunque presentes, la trayectoria errática de las curvas que representan al sabor frutal y nuez impide vislumbrar algún patron razonable en la variación observada. De los resultados reportados por Guittard se puede rescatar el hecho de que la aparición de bajas intensidades del sabor a nuez parece verse favorecido por el tiempo de fermentación en los licores de almendras sin presecar. La presencia de este sabor tiene un periodo mas corto y mucho menos intenso con las almendras presecadas. El panel de Guittard no detectó notas frutales en ningún caso.

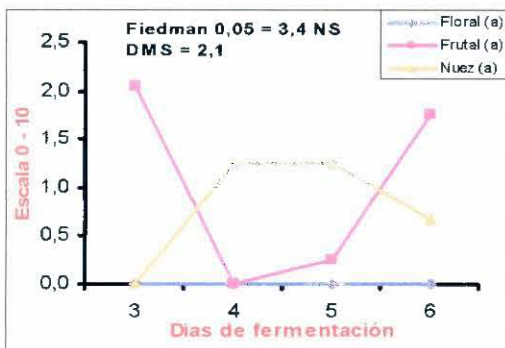


Figura 64A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de E. Pichilingue)

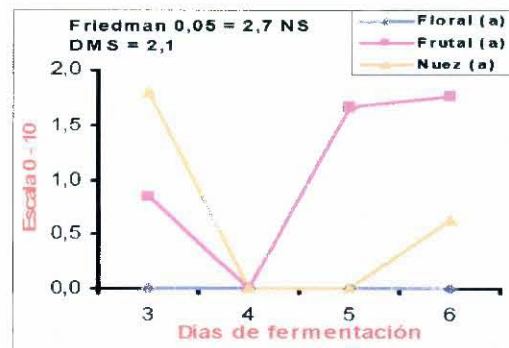


Figura 64B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

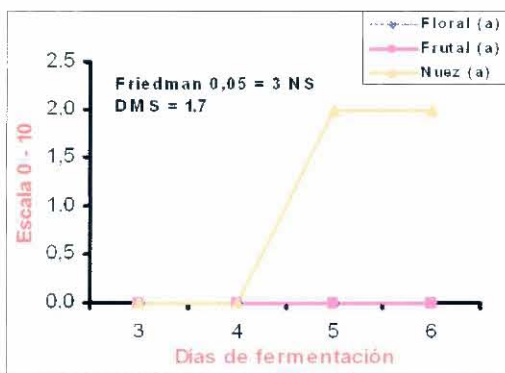


Figura 64C. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

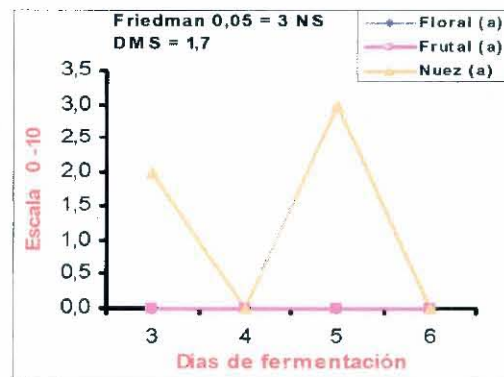


Figura 64D. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

### Comparación de varios métodos de fermentación con cacao sin presecar y presecado durante la época seca 2005 tanto para los sabores básicos como los específicos

Las Figuras 65A, 65B, 65C y 65D ilustran los resultados sensoriales para los sabores básicos producidos por el panel de la E. Pichilingue con almendras sin presecar y presecadas sometidas a fermentación en cajón, montón, sacos y mesas. La extrema variabilidad dificulta la identificación de alguna tendencia en el comportamiento de cualquier sabor básico, aunque las almendras presecadas y fermentadas en sacos

mostraron un mejor equilibrio sensorial, al contrario de lo que sucedió con las almendras presecadas y fermentadas en mesas en las cuales la intensidad del amargor, astringencia y acidez, superaron claramente a la intensidad del sabor a cacao y en forma estadísticamente significativa. Al parecer este método de fermentación no es el mejor para la fermentación de esta variedad, no al menos usando almendras presecadas.

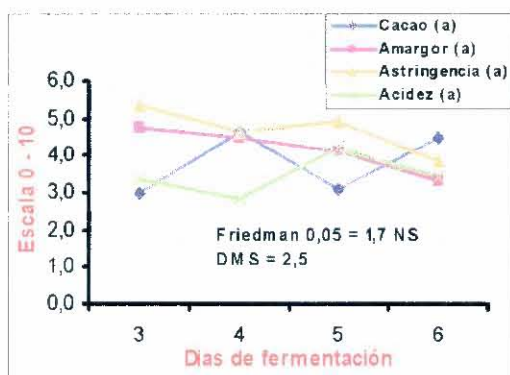


Figura 65A. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

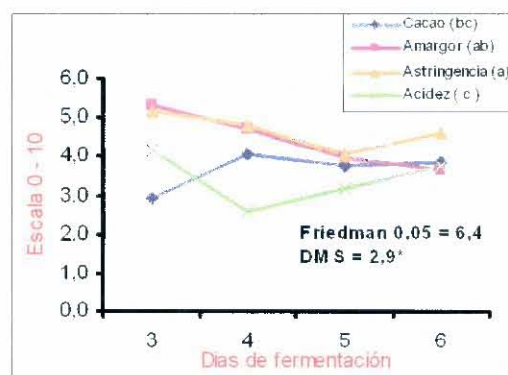


Figura 65B. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en montón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue.)

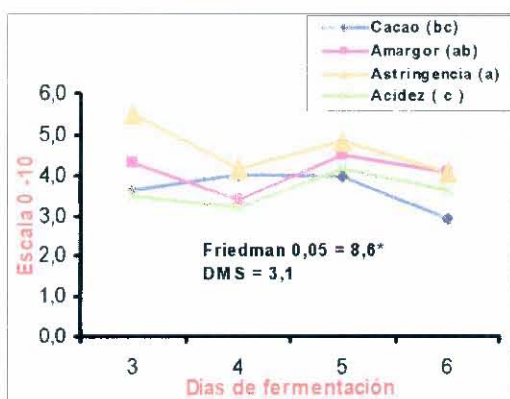


Figura 65C. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

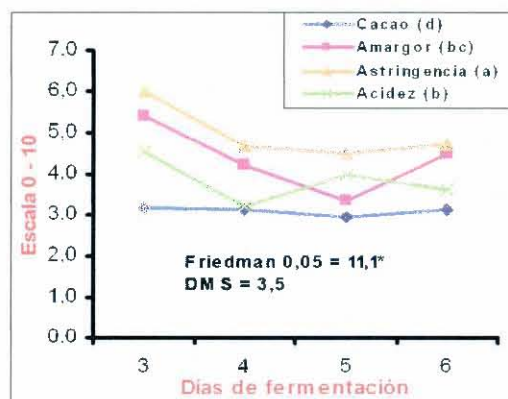


Figura 65D. Comportamientos del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesas en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

Las Figuras 66A, 66B, 66C y 66D ilustran los resultados de la evaluación sensorial realizados por el panel de Guittard también para los sabores básicos. Definitivamente en el licor proveniente de almendras presecadas y fermentadas se registraron las menores intensidades de acidez así como un decrecimiento de la astringencia y amargor al incrementarse el tiempo de fermentación. Esta respuesta es mas clara con el método de fermentación en sacos al compararse con la fermentación en mesas, confirmando de alguna manera que este último método no siempre produciría los mejores resultados.

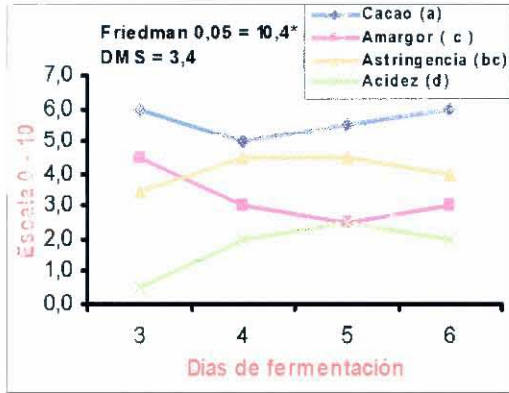


Figura 66A. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

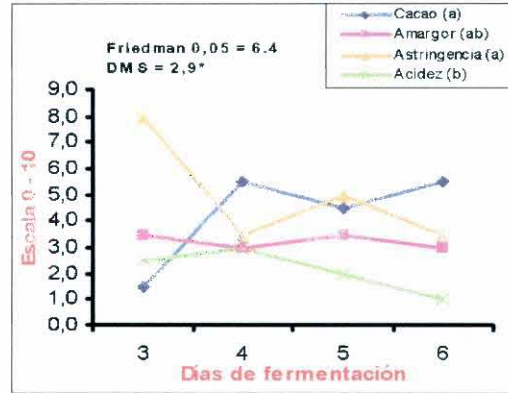


Figura 66B. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en montón en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

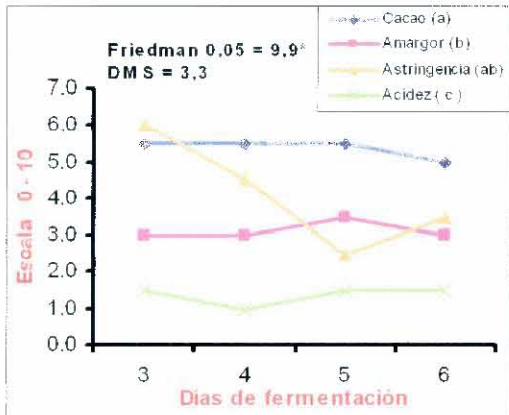


Figura 66C. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

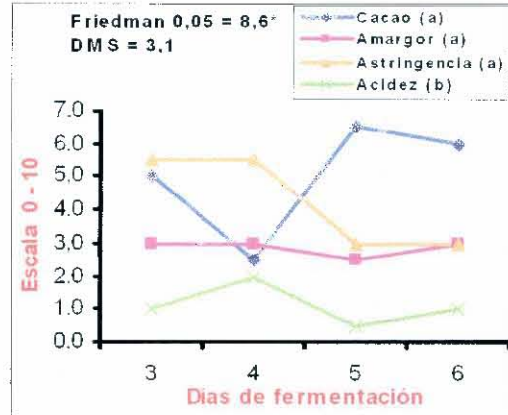


Figura 66D. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesa en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

Mediante las Figuras 67A, 67B, 67C y 67D se ilustra el comportamiento de los sabores específicos según los resultados logrados por el panel de catación en la E. Pichilingue, para eventos de fermentación realizados en la época seca 2005. Las almendras sin presecar y fermentadas tanto por el método de cajón como por el de montón permitieron la determinación de sabor frutal y nuez. Con el método de montón fue evidente el mejoramiento de ambas notas sensoriales con mayor tiempo de fermentación. El presecado por los métodos de sacos y mesas no mejoró este comportamiento; por el contrario el sabor a nuez prácticamente desapareció con el tratamiento presecado y fermentado en mesas. Sorprendentemente, el tratamiento de almendras presecadas y fermentadas en mesas mostró de manera consistente niveles intermedios de sabor frutal y floral a través de distintos tiempos de fermentación.

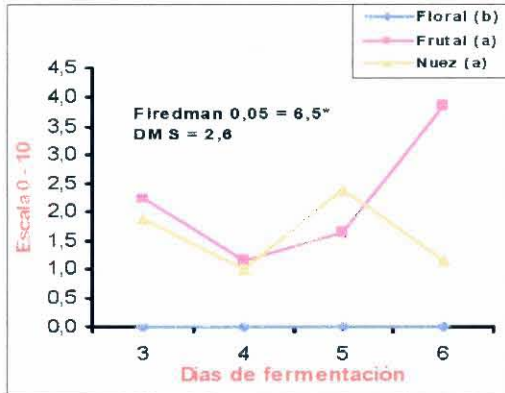


Figura 67A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

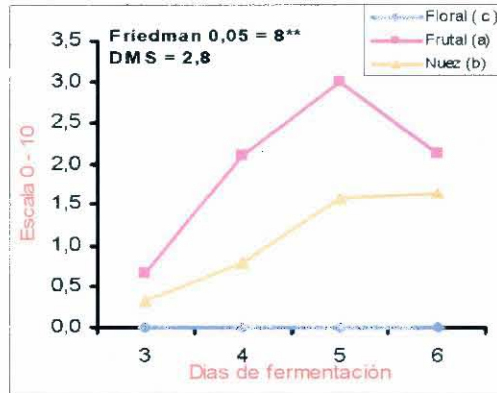


Figura 67B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en montón en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

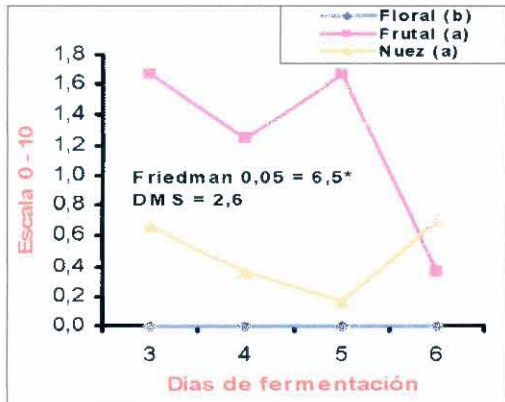


Figura 67C. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

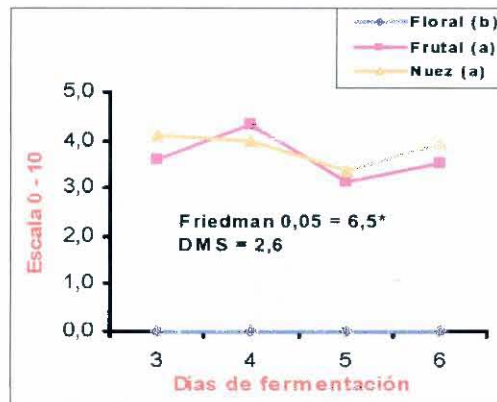


Figura 67D. Comportamiento del perfil sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesas en la época seca 2005 (panel de la E. Pichilingue)

Los reportes de Guittard en las Figuras 68A, 68B, 68C y 68D, muestran a su vez un comportamiento errático en ambas notas sensoriales para el licor de almendras sin presecar y fermentadas ya sea por el método de cajón o montón. Mas aun, en las almendras presecadas y fermentadas en sacos o mesas solo fue posible detectar el sabor a nuez pero sin un claro patron de variación. La ausencia de sabor floral fue reportada por ambos paneles.

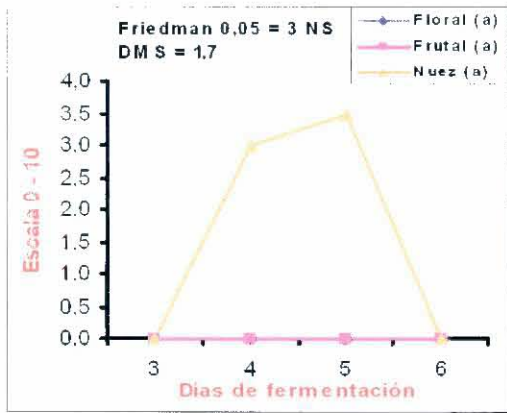


Figura 68A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

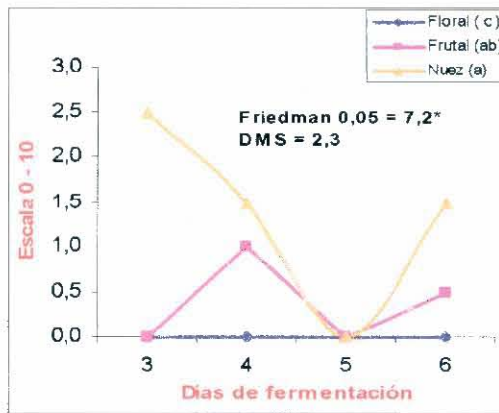


Figura 68B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en montón en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

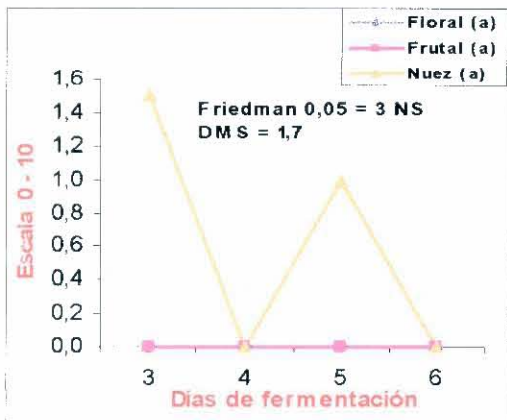


Figura 68C. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

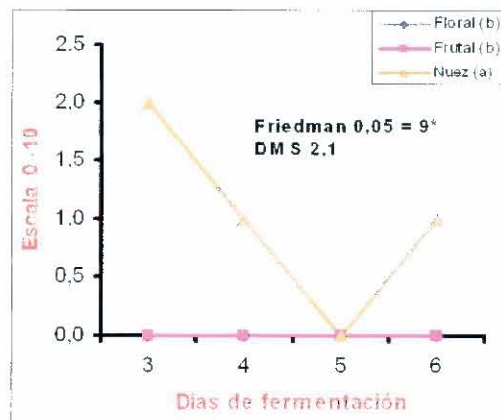


Figura 68D. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesas en la época seca 2005 (panel de Guillard Co.)

### Comparación de varios métodos de fermentación con cacao sin presecar y presecado durante la época lluviosa 2006 tanto para los sabores básicos como los específicos

Mediante las Figuras 69A, 69B, 69C y 69D se ilustra el comportamiento de los resultados de sabores básicos logrados por el panel de la E. Pichilingue durante la época lluviosa del 2006 en almendras sin presecar y presecadas. Las intensidad del amargor, astringencia y acidez de las almendras sin presecar fermentadas tanto en cajón como en montón, superaron claramente al nivel correspondiente al sabor a cacao, creando un marcado desbalance en la expresión integral del perfil sensorial; las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

La situación sensorial se mejoró substancialmente con los resultados correspondientes al licor de las almendras presecadas y fermentadas en sacos y mesas, obteniéndose perfiles mas equilibrados, organolépticamente hablando. Estos perfiles estuvieron ciertamente dotados con menores valores de acidez, aunque no se detectaron diferencias

estadísticas al compararse con las intensidades correspondientes a los otros sabores básicos. Una excesiva variabilidad en las lecturas dentro de cada tratamiento pueden haber limitado la expresión de estas diferencias; sin embargo los resultados dejan entrever un efecto favorable del presecado sobre la expresión del sabor a cacao vinculado a una disminución de la acidez.

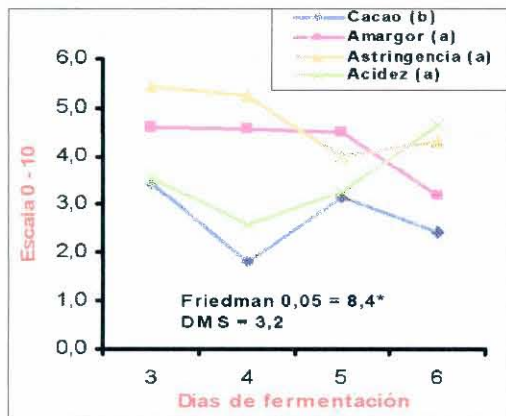


Figura 69A. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

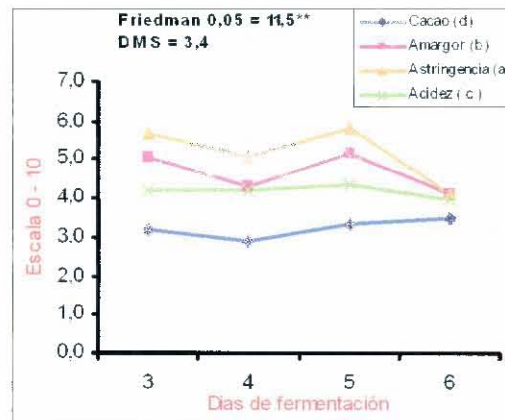


Figura 69B. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en montón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

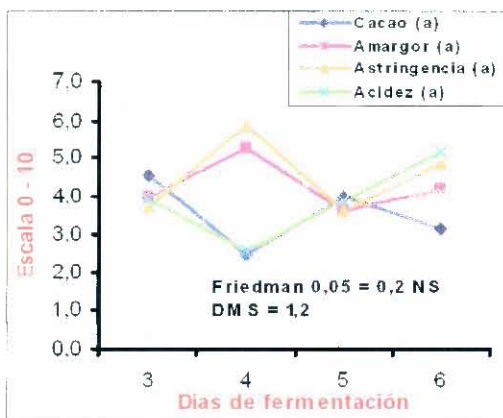


Figura 69C. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época lluviosa 2006 (panel de E. Pichilingue)

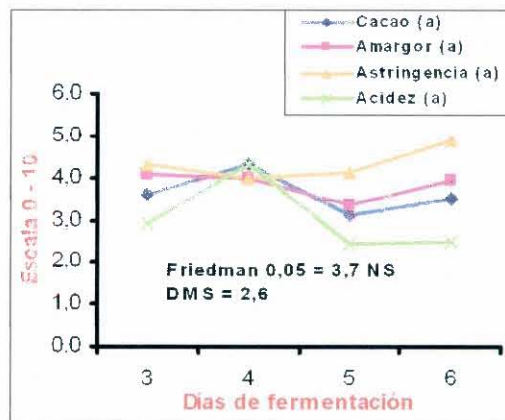


Figura 69D. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesas en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

El comportamiento de los sabores básicos según los resultados alcanzados por el panel de Guittard se ilustra en las Figuras 70A, 70B, 70C y 70D. La mejor expresión del sabor a cacao en las almendras presecadas y fermentadas en sacos y mesas, expresión que se ve reflejada en intensidades medianas pero estadísticamente más altas que aquellas correspondientes al amargor, astringencia y sobre todo acidez, abonan a la tendencia que se viene consolidando hasta este momento. Esta tendencia tiene que ver con la influencia favorable del presecado de las almendras en la creación de las condiciones



necesarias al final de la fermentación para conseguir un perfil sensorial mas equilibrado luego de la torrefacción.

Los resultados del análisis sensorial para los licores de las muestras sin presecar y fermentadas provistos por el mismo panel muestran el escenario contrario con la curva de intensidades de acidez y astringencia por encima de la curva del sabor a cacao. Aunque las diferencias fueron solo numéricas el desequilibrio sensorial observado contrasta claramente con el balance conseguido para las muestras presecadas y fermentadas.

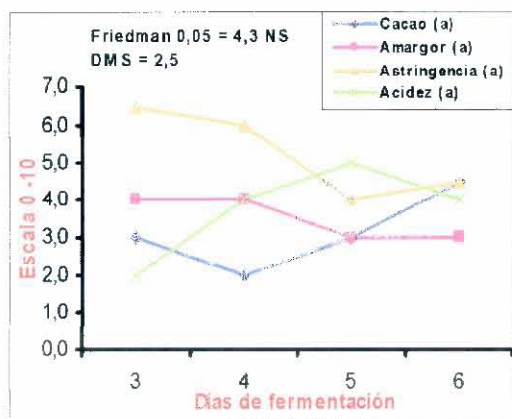


Figura 70A. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajon en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

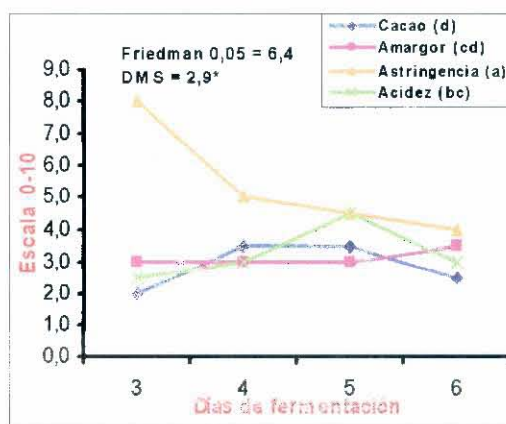


Figura 70B. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en monton en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

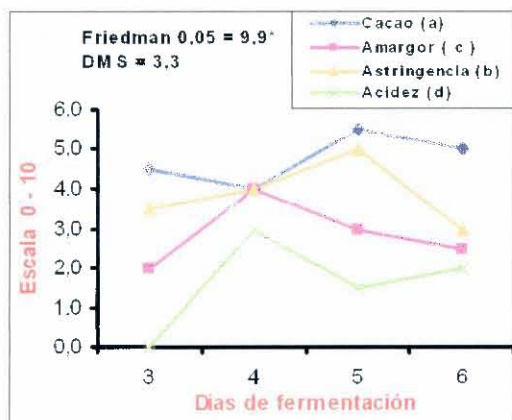


Figura 70C. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

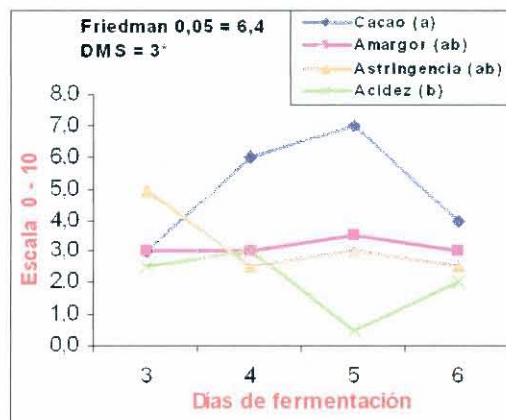


Figura 70D. Comportamiento del perfil de sabores básicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesas en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

Las Figuras 71A, 71B, 71C y 71D muestran el comportamiento de los sabores específicos tal como fueron obtenidos por el panel de la E. Pichilingue. Estos muestran la presencia de sabores frutal y nuez, e incluso diferencias estadísticas entre sus intensidades, aunque la definición de alguna tendencia resulta complicada tanto en los licores provenientes de las almendras sin presecar fermentadas y presecadas fermentadas. Talvez lo único rescatable es el hecho es que en general el sabor frutal siempre tiene a tener intensidades promedio superiores al sabor a nuez. Según los

resultados del panel de Guittard que se ilustran en las Figuras 72A, 72B, 72C y 72D, solo se detectaron pequeños niveles de sabor a nuez; sorprendentemente no se detectó el sabor frutal como en otras ocasiones. Ninguno de los dos paneles detectó la nota sensorial floral.

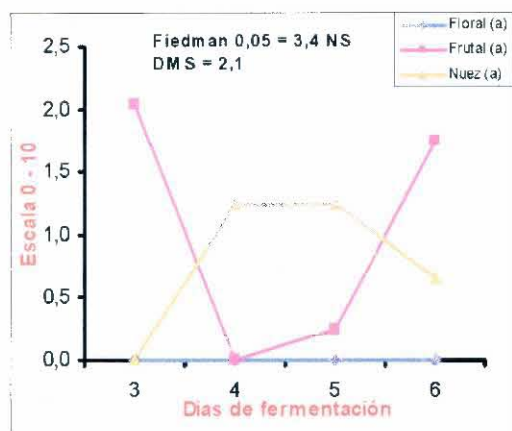


Figura 71A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecado, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de la E.

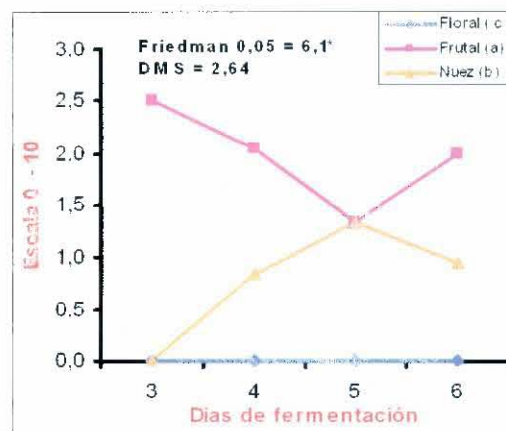


Figura 71B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecado, fermentado en montón en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue).

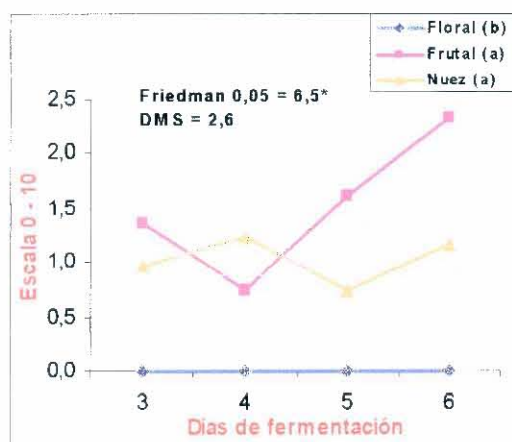


Figura 71C. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

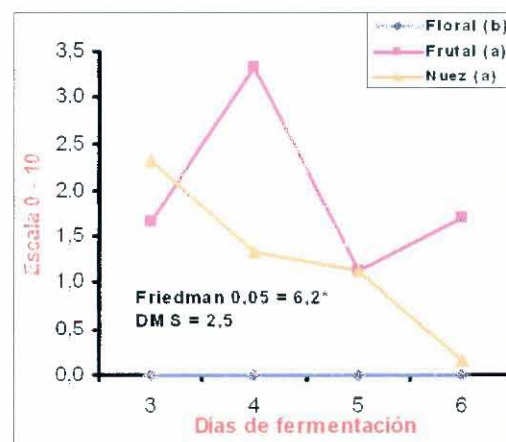


Figura 71D. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesas en la época lluviosa 2006 (panel de la E. Pichilingue)

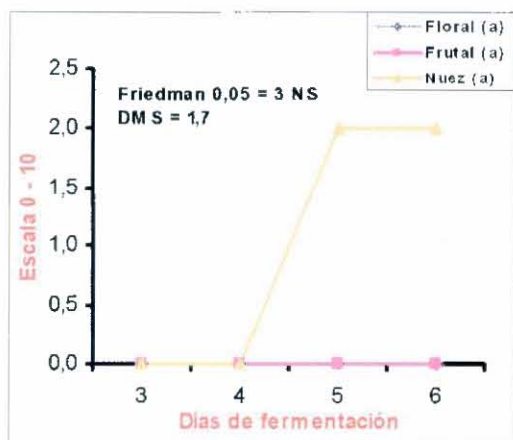


Figura 72A. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en cajón en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

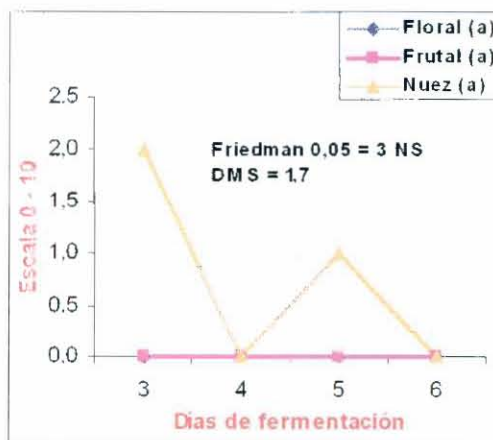


Figura 72B. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 sin presecar, fermentado en montón en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

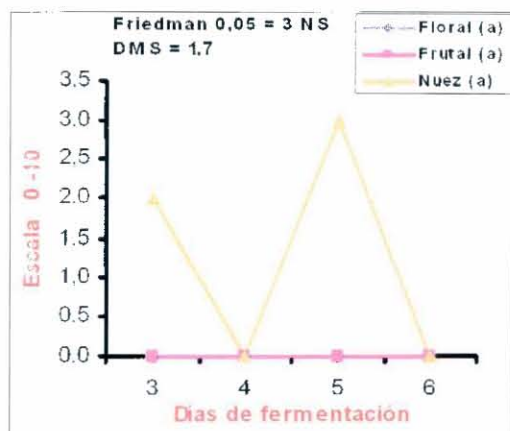


Figura 72C. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en sacos en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

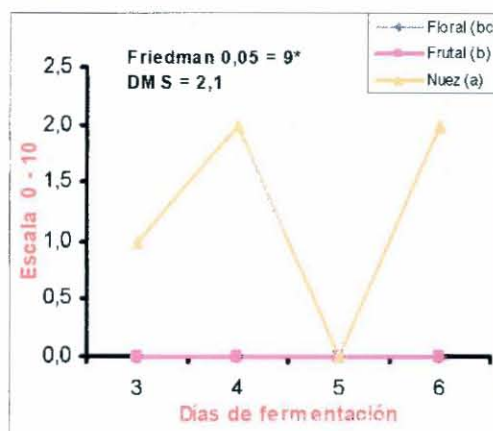


Figura 72D. Comportamiento del perfil de sabores específicos del cacao CCN 51 presecado, fermentado en mesas en la época lluviosa 2006 (panel de Guittard Co.)

## CONCLUSIONES

- La temperatura de la masa de fermentación alcanzada durante la época lluviosa fue superior con respecto a la época seca para ambos tipos de cacao. El presecado aumentó la temperatura de fermentación de la masa de cacao CCN-51 en ambas épocas; el efecto de esta práctica sobre el cacao Nacional fue inconsistente.
- El peso seco final (7% de humedad) de las almendras fermentadas de CCN-51 no fue afectado por la época, método de fermentación o presecado. Para el cacao Nacional el peso seco final de las almendras presecadas y fermentadas fue inferior al de la masa sin presecar; la disminución fue mas pronunciado durante la época lluviosa.
- El pH de los cotiledones del cacao fue influenciado por la época en que se realizó la fermentación. Las almendras presecadas de CCN-51 terminaron con valores de pH más altos (menos acidez) durante la época lluviosa; mientras tanto hubieron indicios positivos relacionados con el aumento del pH en almendras presecadas y fermentadas de cacao Nacional.
- El porcentaje total de almendras fermentadas del cacao CCN-51 fue influenciado positivamente por la época lluviosa. No se detectó efecto del presecado sobre el total de almendras fermentadas ya sea para el cacao CCN-51 o Nacional en cualquier época ni sobre la longitud del periodo de fermentación.
- La época de fermentación, métodos de fermentación y presecado no promovieron cambios en la variable peso de 100 almendras para el cacao CCN-51 y Nacional.
- El porcentaje de cascarilla en las almendras de cacao CCN-51 no dependió de la época de fermentación, métodos de fermentación o presecado. Para el cacao Nacional se obtuvieron resultados inconsistentes con relación a esta variable.
- La época climática sí afectó el nivel de acidez volátil. Por otro lado, solo se observó cierta tendencia del presecado de las almendras para disminuir la acidez volátil en el cacao CCN-51, mientras que para el cacao Nacional esta tendencia fue mejor definida.
- La época de fermentación no determinó el nivel del contenido de polifenoles en muestras de almendras de cacao CCN-51 con y sin presecado. En el cacao Nacional los resultados carecieron de consistencia. Sin embargo, se destacó nítidamente el mayor contenido de polifenoles del cacao CCN-51 con respecto al cacao Nacional.
- Por lo general los mayores contenidos de teobromina tanto en cacao CCN-51 como en cacao Nacional estuvieron asociados con almendras fermentadas en la época seca pero no se detectó dependencia con el presecado. El cacao CCN-51 presentó 10% más de teobromina que el cacao Nacional.

- Se puede decir que la concentración de cafeína no dependió de la época de fermentación, método de fermentación o presecado en ambos tipos de cacao. La concentración de cafeína del cacao CCN-51 resultó 25% inferior a la del cacao Nacional.
- La relación teobromina / cafeína no resultó mayormente afectada por la época de fermentación, método de fermentación o presecado en ambos tipos de cacao. El rango 6.3-8.4 incluyó todos los valores de esta relación calculados para CCN-51; el rango 4.3-5.7 incluyó todos los valores calculados para el cacao Nacional en relación al mismo parámetro.
- Con excepciones, los resultados obtenidos proporcionaron evidencia mayoritaria acerca de cambios producidos por la introducción del presecado como práctica de beneficio postcosecha, sobre la expresión del perfil sensorial integral del licor proveniente de almendras de cacao CCN-51.
- Los cambios se basaron principalmente en la modificación de la intensidad de los sabores básicos (cacao, amargor, astringencia y acidez) que forman la plataforma estructural del perfil sensorial integral.
- Estos cambios se expresaron como un aumento consistente en la intensidad del sabor a cacao, acompañado de una disminución de la acidez y en mucha menor medida de un decrecimiento de los valores para la astringencia y amargor.
- La detección de valores más intensos para el sabor a cacao, se explica parcialmente como una consecuencia del mejor equilibrio sensorial alcanzado por el decrecimiento de la acidez, que en otras condiciones podrían estar enmascarando este atributo. La posibilidad de que el presecado influya a través de otros mecanismos (por ejemplo la presencia de más pirazinas un compuesto volátil asociado al sabor a cacao) sobre la mayor intensidad del sabor a cacao es una cuestión que puede ser objeto de estudios adicionales.
- Bajas intensidades de las notas sensoriales frutal y nuez aparecieron en gran parte de los eventos de evaluación sensorial realizados por los paneles de la E. Pichilingue y Guittard Co. Aunque fue difícil encontrar patrones definidos para la interpretación de este fenómeno, la presencia de ambos atributos parece depender más de los tiempos de fermentación que de la aplicación del presecado. Este último factor demostró escasa o nula influencia.
- Para el cacao Nacional el perfil sensorial mas equilibrado en relación a los sabores básicos se detectó en almendras presecadas y fermentadas durante la época lluviosa 2006; el peor se identificó en almendras presecadas y fermentadas durante la época seca 2005.
- Fue notoria la presencia del sabor floral y en menor grado la presencia de notas de sabor frutal y nuez en las muestras de cacao Nacional, con una tendencia al incremento de la intensidad en ambas notas aparejado al avance de la fermentación. La época de fermentación y el presecado no parecieron ejercer influencia alguna sobre el comportamiento de dichas notas sensoriales en esta variedad.