



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Identificación de los factores Físicoquímicos y microbiológicos del proceso de poscosecha y su incidencia en la calidad del chocolate.

Autoras: Gualoto Señalin, Erika Alexandra
Matamoros Loor, Génesis Mabel

Director: Ph.D Juan Alejandro Neira

Cotutora: Ph.D Sungey Naynee Sánchez

**Santo Domingo - Ecuador
2023**

El cacao es un árbol nativo de América del Sur, Ecuador se ubica en el 4to puesto como productor a nivel mundial (300.000 tn/año).

INTRODUCCIÓN



COSECHA

Las semillas del fruto se utilizan principalmente para la producción de chocolate y otros derivados.

- Variedades
- Procesos postcosecha
- **Método de fermentación**
- Industrialización de la almendra de cacao

CHOCOLATE

Calidad del chocolate

Proteína, grasa, acidez, pH, grado de fermentación, UFC, sabor, aroma.



OBJETIVOS

Identificar los factores Físicoquímicos y microbiológicos del proceso de Postcosecha y su incidencia en la calidad del chocolate

Estudiar los factores Físicoquímicos y microbiológicos de dos variedades de cacao (Nacional y CCN – 51) y su influencia en la obtención del chocolate.

Determinar cómo influye el proceso de fermentación (yute, cascada y controlada/microorganismos), en las características físicoquímicas y microbiológicas del chocolate.

Determinar el efecto del proceso de secado (secadora y ambiente) del cacao y su influencia en la obtención del chocolate.

Establecer pruebas organolépticas/sensoriales para determinar de qué forma influyen cada uno de los factores en la calidad del chocolate.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula



Hipótesis alternativa



Factor A: Variedades de Cacao (Nacional y CCN-51)	Las dos variedades de cacao (Nacional y CCN-51) no influyen en las características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de obtención del chocolate	Las dos variedades de cacao (Nacional y CCN-51) influyen en las características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de obtención del chocolate.
Factor B: <i>Proceso de fermentación (Yute, Cascada y controlada/ microorganismos)</i>	El tipo de proceso de fermentación (Yute, Cascada y controlada) no influye en las características fisicoquímicas y microbiológicas del cacao (fermentado y seco) y en el perfil sensorial del chocolate.	El tipo de proceso de fermentación (Yute, Cascada y controlada) influye en las características fisicoquímicas y microbiológicas del cacao (fermentado y seco) y en el perfil sensorial del chocolate.



Hipótesis nula



Hipótesis alternativa

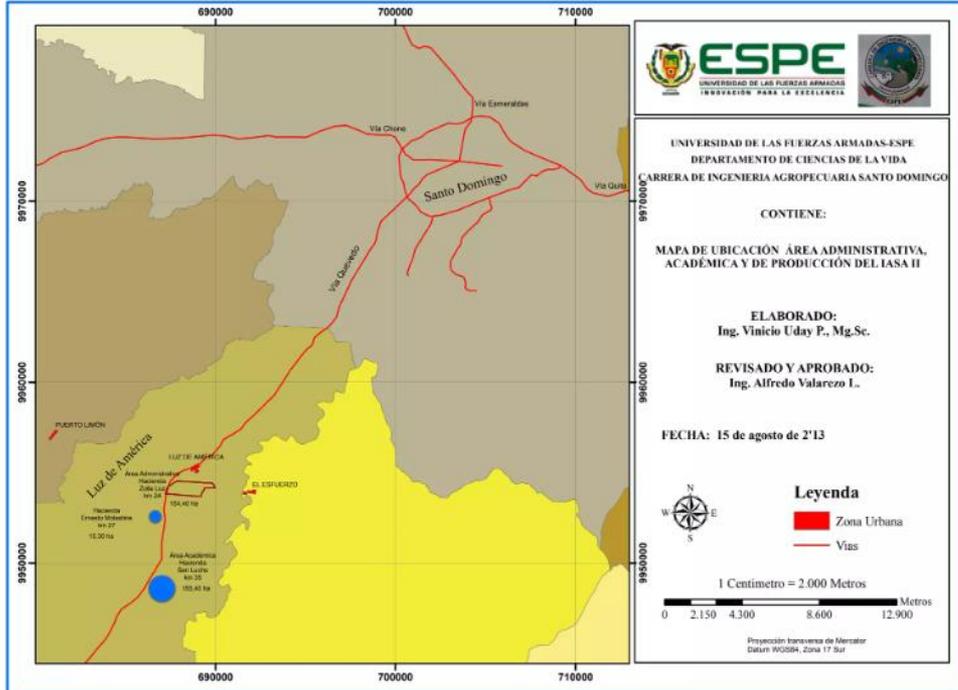


Factor C: <i>Proceso de secado (Secado y ambiente)</i>	El proceso de secado al ambiente y automático no influye en las características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de obtención del chocolate	El proceso de secado al ambiente y automático influye en las características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de obtención del chocolate
Factor A (Variedades de cacao) x Factor B (Proceso de fermentación) x Factor C (Proceso de secado)	Las variedades de cacao, el proceso de fermentación y secado no influyen en las características organolépticas/sensoriales en la calidad del chocolate.	Las variedades de cacao, el proceso de fermentación y secado influyen en las características organolépticas/sensoriales en la calidad del chocolate.



MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones geográficas y ecológicas



Zona de vida	Bosque Húmedo Subtropical
Altitud	625 m.s.n.m
Temperatura mínima	21°C
Temperatura máxima	26°C
Precipitación	1600-3200 mm/año
Humedad relativa	85%
Heliofanía:	680h luz/año
Suelos:	Franco Limo arcilloso

DISEÑO EXPERIMENTAL

FACTORES

Factores	Niveles
Variedades (A)	a0= Nacional a1= CCN51
Proceso de fermentación (B)	b0= Yute b1= Cascada b2= Fermentación controlada (5 mL de <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>)
Proceso de secado (C)	c0= Secado ambiental c1= Secado artificial

Tratamiento s	Factores	Descripción
T1	a0b0c0	Nacional+ Yute+ Ambiente
T2	a0b1c0	Nacional+ Cascada+ Ambiente
T3	a0b2c0	Nacional+ Controlada+ Ambiente
T4	a0b0c1	Nacional+ Yute+ Artificial
T5	a0b1c1	Nacional+ Cascada+ Artificial
T6	a0b2c1	Nacional+ Controlada+ Artificial
T7	a1b0c0	CCN51+ Yute+ Ambiente
T8	a1b1c0	CCN51+ Cascada+ Ambiente
T9	a1b2c0	CCN51+ Controlada+ Ambiente
T10	a1b0c1	CCN51+ Yute+ Artificial
T11	a1b1c1	CCN51+ Cascada+ Artificial
T12	a1b2c1	CCN51+ Controlada+ Artificial

Diseño Trifactorial ($A=2 \times B=2 \times C=2$) de bloques completamente al azar



OBTENCIÓN MATERIA PRIMA



Clasificación y apertura de mazorcas de las dos variedades



Toma de peso con balanza digital

Almendras 3 kg

OBTENCIÓN MATERIA PRIMA



Obtención de almendras y preparación en ambiente controlado



FERMENTACIÓN



CASCADA



SACOS DE YUTE



MICROBIOLÓGICO

SECADO

NATURAL

ARTIFICIAL



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA LA MOLIENDA



VOLTEO



Lactobacillus plantarum



ECUADOR

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ELABORACIÓN DE CHOCOLATE

MOLIENDA



PASTA



CONCHADO



MOLDEADO



PRODUCTO FINAL



CHOCOLATE



VARIABLES DE ESTUDIO



pH

PROTEÍNA

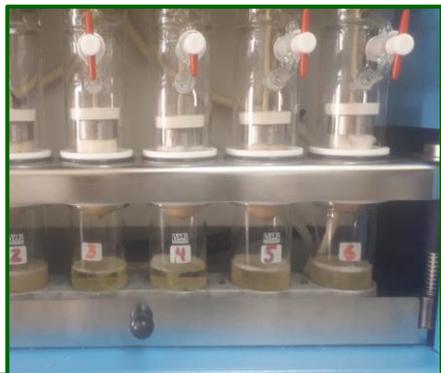
GRASA

ACIDEZ
TITULABLE

CENIZA

HUMEDAD

UFC



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VARIABLES DE ESTUDIO

ANÁLISIS SENSORIAL

AROMA

AMARGOR

ACIDEZ

ASTRINGENCIA

POS GUSTO

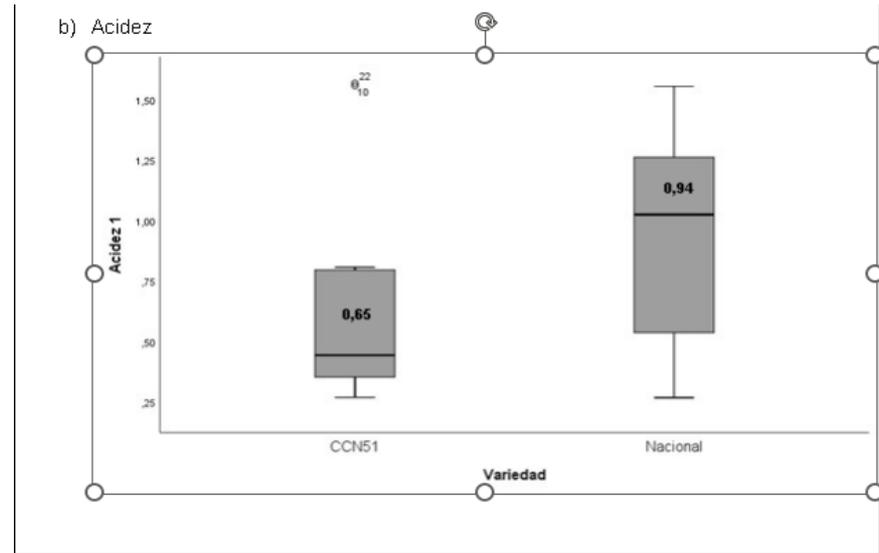
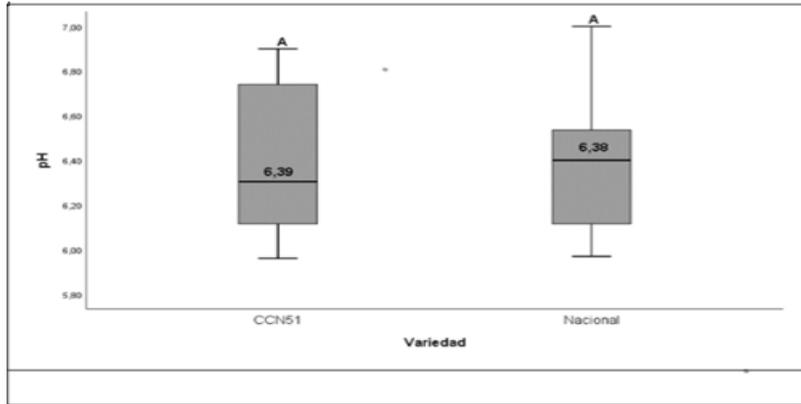
SABOR



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

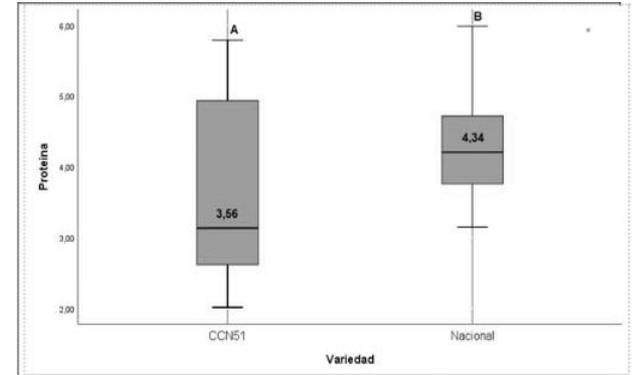
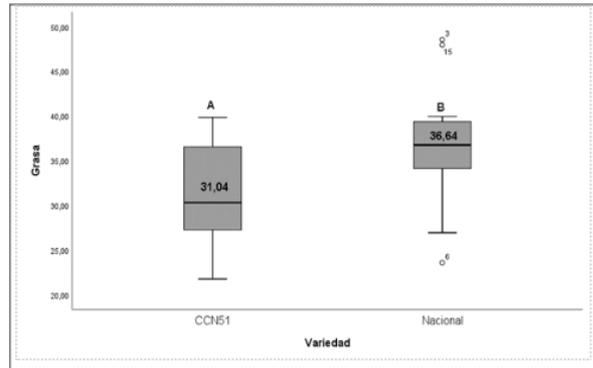
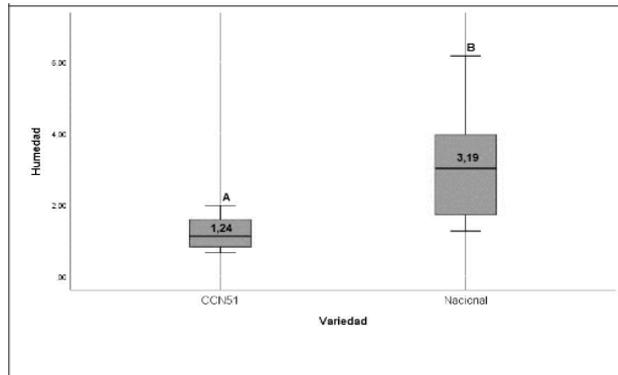
RESULTADOS

Influencia de las variedades de cacao nacional y CCN51 (Factor A) sobre las características fisicoquímicas.



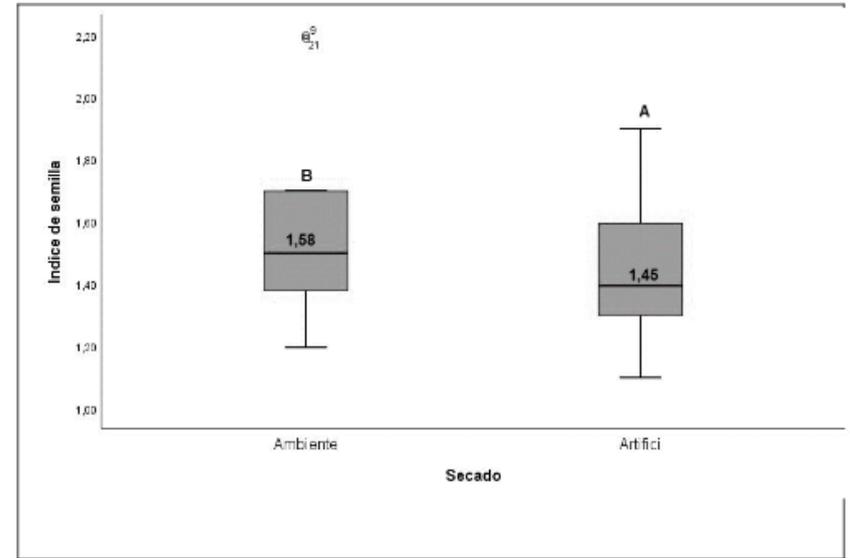
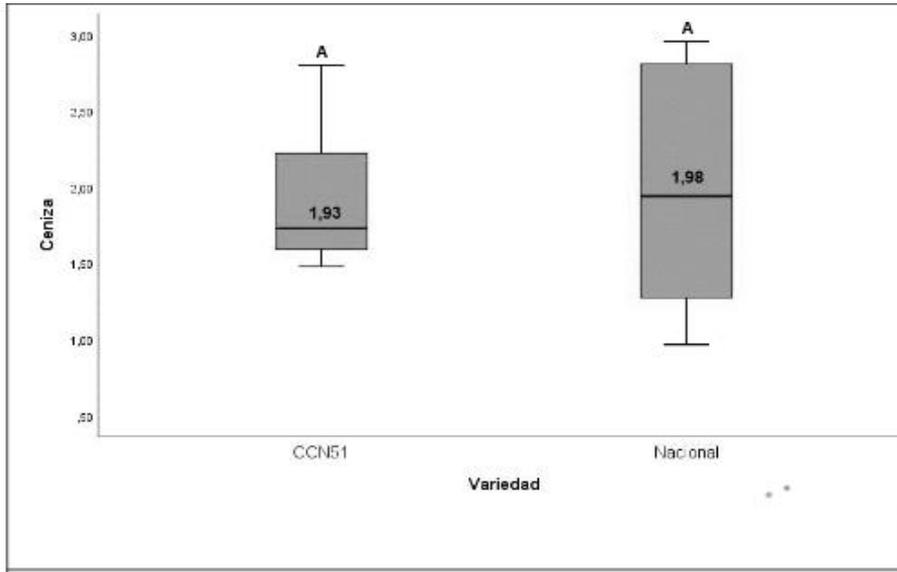
RESULTADOS

Influencia de las variedades de cacao nacional y CCN51 (Factor A) sobre las características fisicoquímicas.



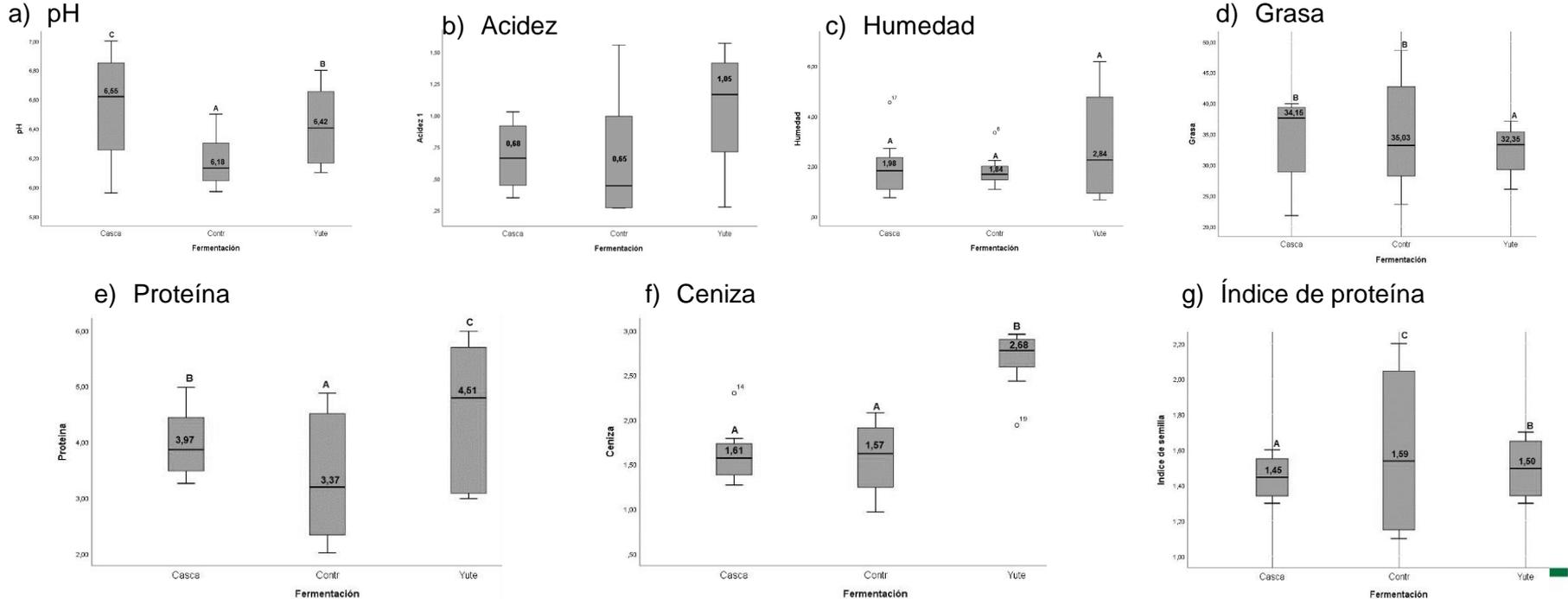
RESULTADOS

Influencia de las variedades de cacao nacional y CCN51 (Factor A) sobre las características fisicoquímicas.



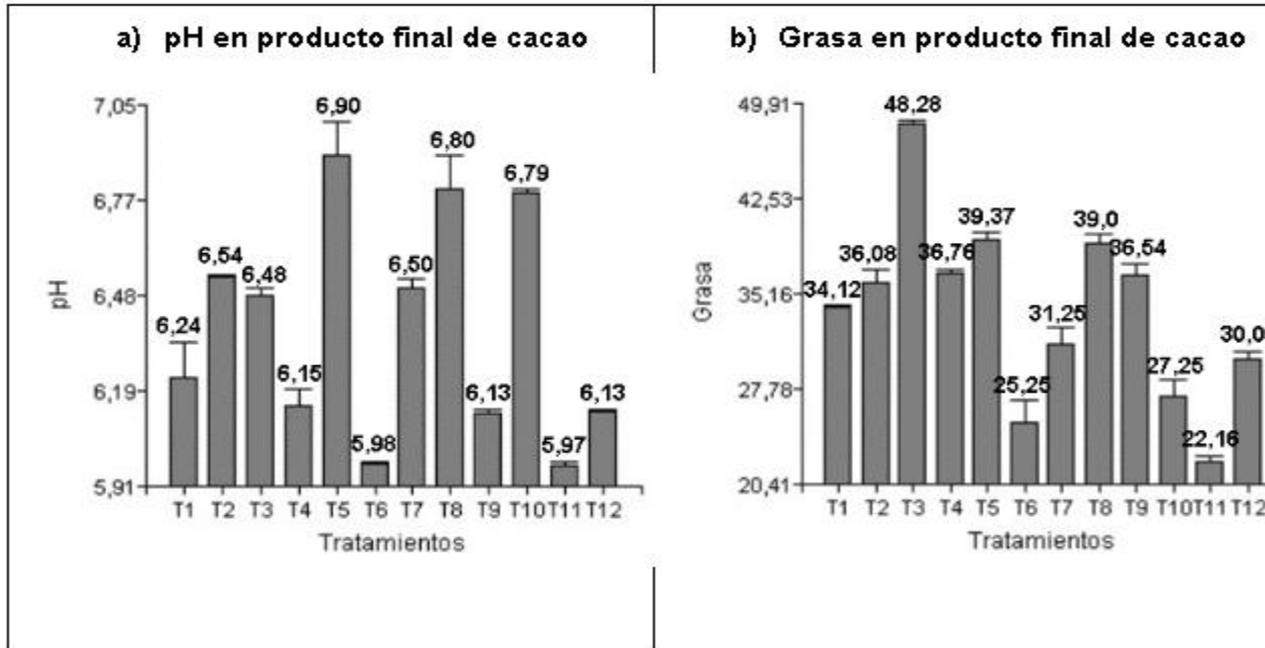
RESULTADOS

Influencia de las variedades de cacao nacional y CCN51 (Factor B) sobre las características fisicoquímicas.



RESULTADOS

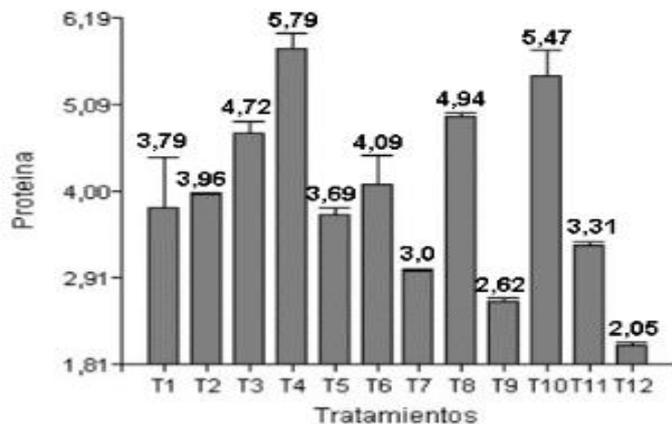
FACTOR ABC



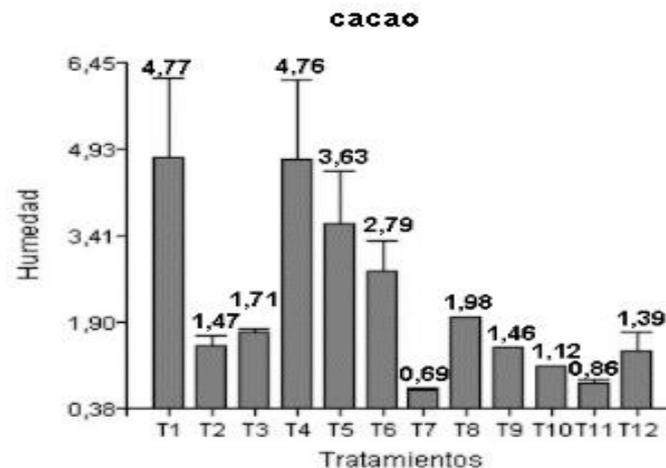
RESULTADOS

FACTOR ABC

c) Proteína en producto final de cacao



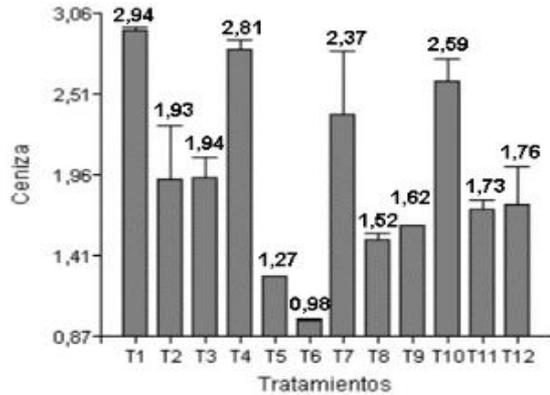
d) Humedad en en producto final de cacao



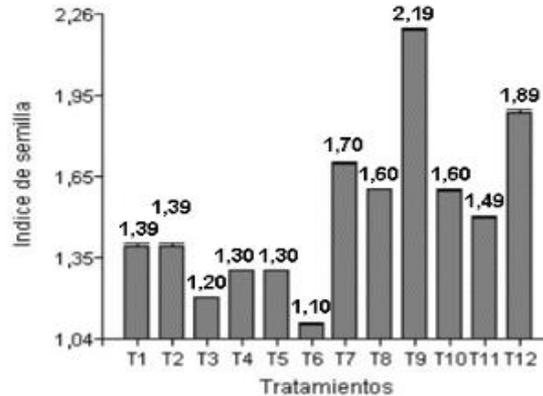
RESULTADOS

FACTOR ABC

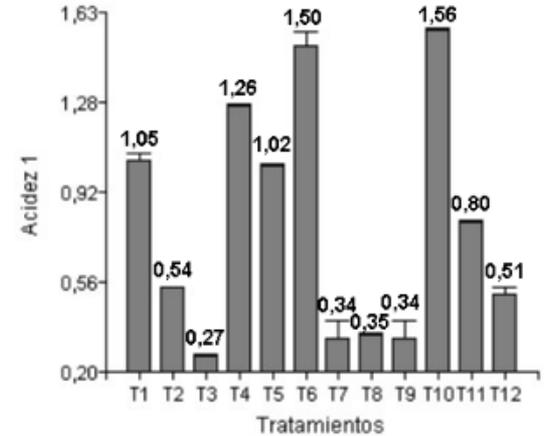
e) Ceniza en producto final de cacao



f) Índice de semilla en producto final de cacao



g) Acidez en producto final de cacao



RESULTADOS

Recuento microbiológico en el tipo de fermentación

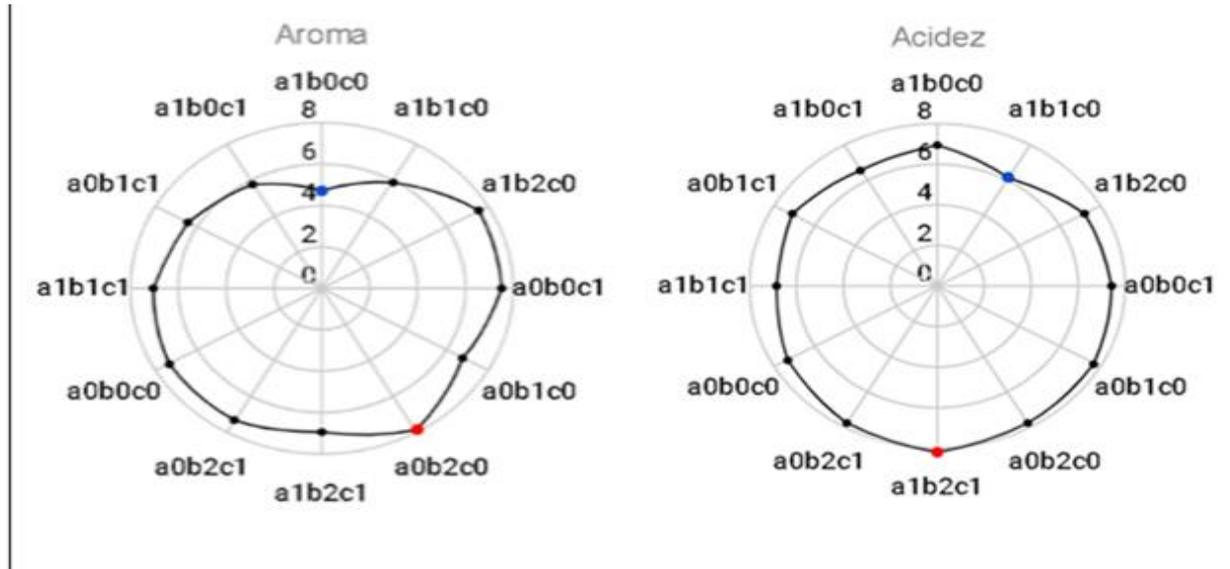
Tipo de fermentación	Análisis		
	Aerobios	Mohos	Levaduras
Sacos de Yute	940×10^{-4}	41×10^{-4}	900×10^{-4}
Cajones en cascada	0	0	0
Controlada	2×10^{-6}	0	0

Unidades de UFC.



RESULTADOS

Análisis sensorial de los tratamientos

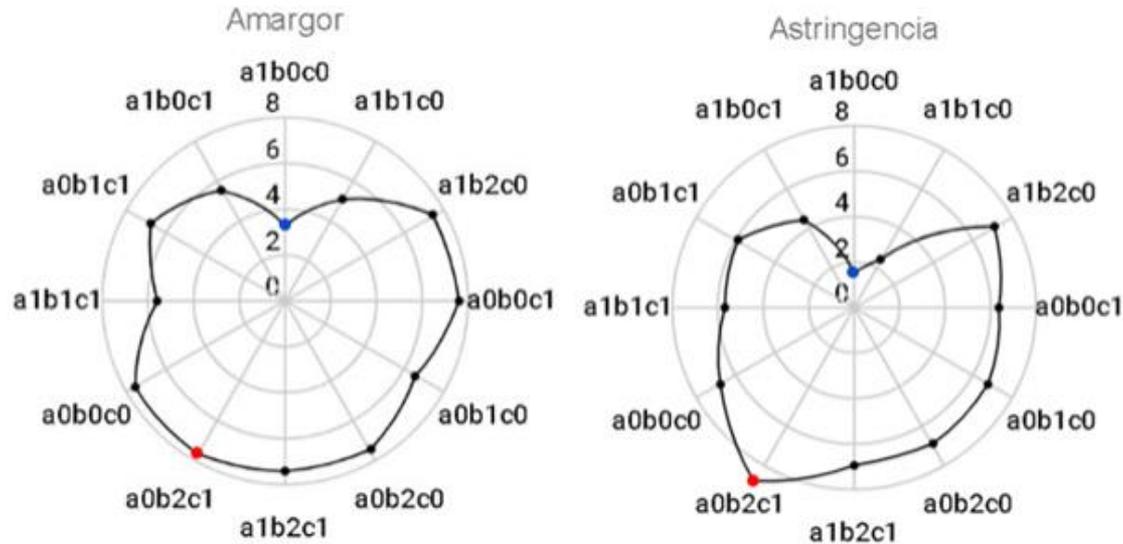


Nota: El gráfico representa la puntuación en escala de calidad (0-10) de los tratamientos. Círculo rojo: mayor puntuación y azul: tratamiento con menor puntuación.



RESULTADOS

Análisis sensorial de los tratamientos

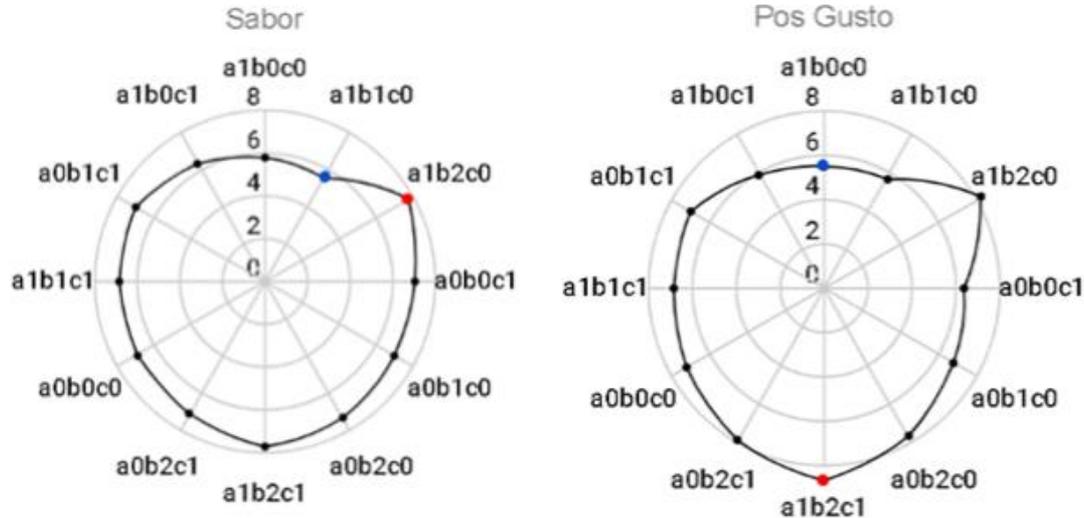


Nota: El gráfico representa la puntuación en escala de calidad (0-10) de los tratamientos. Círculo rojo: mayor puntuación y azul: tratamiento con menor puntuación.



RESULTADOS

Análisis sensorial de los tratamientos

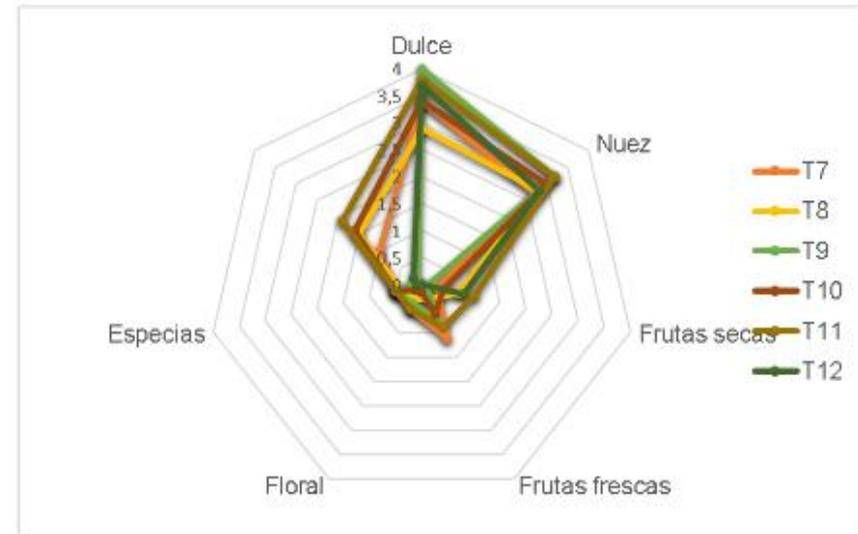
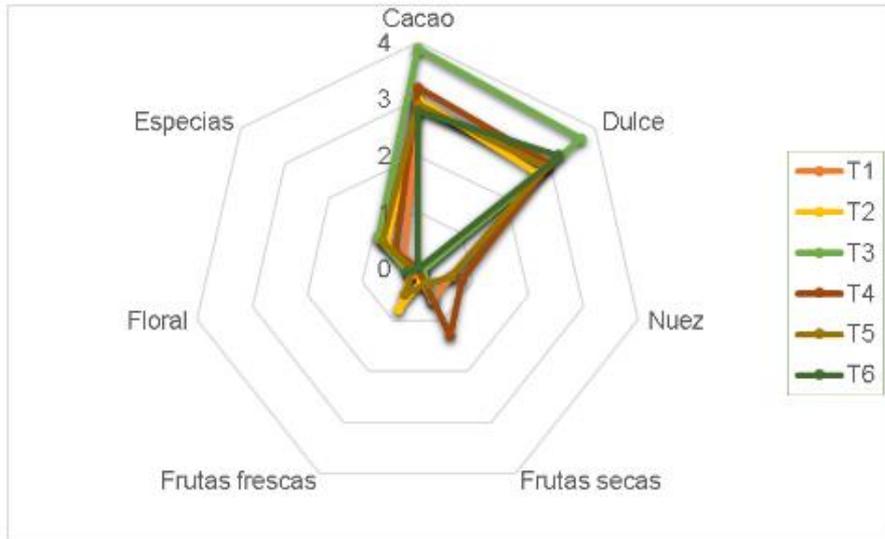


Nota: El gráfico representa la puntuación en escala de calidad (0-10) de los tratamientos. Círculo rojo: mayor puntuación y azul: tratamiento con menor puntuación.



RESULTADOS

Perfil sensorial del sabor en escala de intensidad



CONCLUSIONES

- En el presente estudio la calidad del chocolate está influenciado por el proceso postcosecha del grano de cacao, su proceso de fermentación y secado, por lo que se acepta la hipótesis alternativa para el factor A, factor B, factor C y ABC puesto que es decisivo en la obtención de un producto final de alta o baja calidad.
- En la variabilidad, los dos tipos de cacao no tienen influencia sobre los parámetros evaluados pH y ceniza. Por lo contrario, inciden en los parámetros de humedad, grasa, proteína e índice de semilla. La variabilidad de cacao nacional obtuvo los mejores resultados en humedad (3,19%), grasa (36,6%), proteína (4,34%), en cambio CCN51 obtuvo un mejor resultado en Índice de semilla (1,74).
- El proceso de fermentación es el proceso principal en la formación de precursores del sabor y aroma lo que conduce en la calidad final del chocolate, por lo cual el método de fermentación controlada con cultivo iniciador de 5 ml de *Lactiplantibacillus plantarum* situó los mejores valores para pH con 6,18, grasa con 35,03 e índice de semilla con 1,57, cenizas totales con 1,57 y la fermentación en sacos de yute con 4,51 en proteína.
- El método de secado ambiental situó los mejores resultados para los parámetros evaluados pH 6,45, grasa 37,55% e 1,58% índice de semilla.
- En el análisis sensorial el mejor tratamiento situado por los catadores es T3 cacao nacional una fermentación controlada y un secado ambiental donde predomina los olores a cacao y a nuez según la escala de intensidad y calidad, obteniendo un buen producto de calidad.

RECOMENDACIONES

- Uno de los factores más importantes en la elaboración del chocolate es la elección de las materias primas, por ello, si se necesita un chocolate *gourmet* con un aroma y sabor de alta calidad, se recomienda usar la variedad de cacao nacional en vista que presenta las mejores características fisicoquímicas y organolépticas.
- Se recomienda la fermentación controlada con un cultivo iniciador de *Lactiplantibacillus plantarum*, puesto que ubico los mejores resultados en la evaluación de características fisicoquímicas y organolépticas, a su vez se debe realizar más investigaciones con consorcios de microorganismos del sitio donde se obtiene las mazorcas de cacao, para realizar la fermentación. Se sugiere para posteriores investigaciones los microorganismos *L. fermentum*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*, *Lactobacillus fabifermentans*, entre otros.
- Se sugiere realizar secado ambiental durante la temporada seca, puesto que se obtuvo los mejores resultados en cuanto al porcentaje de humedad establecido por la NTE INEN, a su vez se recomienda evitar lugares húmedos o contaminados, puesto que puede afectar en la formación de olores, sabores y permitir la proliferación de microorganismos.





¡GRACIAS!