

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se describen los procesos a seguir para cumplir los objetivos enunciados en el inicio del proyecto, se detalla el proceso de laboratorio que se realizó para la determinación de las características físicas y químicas del camote.

3.1. MATERIALES

El material de laboratorio se clasificó así: material vegetal, material de vidrio, equipos, reactivos y varios, que fueron utilizados para la caracterización física y composición química de la raíz tuberosa del camote.

Material Vegetal Experimental

Camote, *Ipomea batata*, variedad de pulpa morada.

Material de Vidrio

Vasos de precipitación, buretas, probetas, pipetas, erlenmeyers, tubos de ensayo, balones de aforo, embudo Buchner, tubos refrigerantes, crisoles, cápsulas de porcelana, agitadores de vidrio, termómetros graduados.

Equipos

Potenciómetro, balanza analítica, balanza granera, balanza electrónica, base de calentamiento y agitación, estufa, mufla, centrífuga, penetrómetro, refractómetro, bomba de vacío, macro Kjeldahl, cocineta eléctrica, mecheros Bunsen, licuadora, microprocesador de alimentos.

Reactivos

Hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido bórico, ácido metafosfórico, sulfato de potasio, sulfato de cobre, oxalato de amonio, acetato de plomo, licor Felingh A, licor Felingh B, 2-4 diclorofenol – indofenol, azul de metileno, rojo de metilo, verde bromocresol, fenoftaleína, cloruro de calcio, ácido acético glacial, éter de petróleo, agua destilada.

Varios

Cuchillos, espátulas, gradillas, pinzas para buretas, picetas, goteros, soporte universal, papel aluminio, papel carbón, papel filtro cuantitativo y cualitativo, arena purificada y desecada.

3.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA EL ESTUDIO

La selección del área de estudio se determinó por el sector de mayor producción en la provincia.

3.2.1. Aspecto geográfico, ubicación (*Anexo 5, ilustraciones fotografías*)

Provincia:	Carchi
Cantón:	Bolívar
Sector:	Tumbatú
Altitud:	1660 m.s.n.m.
Coordenadas:	17 N 0831903 UTM 0053871
Temperatura promedio:	19 y 25 °C

3.2.2. Recolección de información

La recolección de información hace referencia a informes escritos, de diferentes autores o memorias, información de la web, etc., a pesar de la investigación realizada no se encontró la suficiente información bibliográfica de consulta.

3.2.3. Muestreo

El muestreo se realizó recogiendo el producto indistintamente de determinadas parcelas que se dedican al cultivo del camote en el sector de Tumbatú, provincia del Carchi.

3.2.4. Tratamiento previo

Se seleccionaron las raíces tuberosas, se prepararon las muestras mediante limpieza y secado, eliminando impurezas. Para la determinación de la composición química, se obtuvo la pulpa triturando la raíz tuberosa completamente (incluyendo la cáscara) con la ayuda de un procesador de alimentos. Para la determinación de las características físicas se utilizó la raíz tuberosa íntegra.

3.3. DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICAS

La caracterización física consistió en la descripción y determinación del aspecto externo del camote, *Ipomea batata*, para lo cual se tomaron 90 raíces tuberosas las cuales se agruparon en muestras de 30, para trabajar con 3 repeticiones, las mismas que fueron tomadas al azar en el lugar de producción.

Determinación de la Forma

Se tomó como referencia figuras geométricas ya establecidas, y se evaluó óptimamente la forma de la raíz tuberosa, luego se registro el resultado de la forma más predominante de las muestras.

Determinación del Color

Se realizó mediante una descripción óptica del tubérculo, determinando su color de a cuerdo a su estado de madurez.

Determinación del Tamaño

La obtención de los resultados en cuanto al tamaño se hizo con la utilización de un calibrador o pie de rey con el fin de medir los diámetros longitudinal y transversal.

Determinación del Peso

Se utilizó la balanza analítica con precisión de ± 0.1 g. Se pesó las muestras una por una y registrando los resultados en gramos.

Determinación del Porcentaje de Cáscara

Se retiró la cáscara con la ayuda de un estilete, la misma que fue pesada en la balanza analítica con precisión de ± 0.1 g. Se determinó por diferencia de pesos, luego se calculó el porcentaje correspondiente.

Determinación del Porcentaje de Pulpa

Una vez retirada la cáscara, se pesó en la balanza analítica con precisión de ± 0.1 g. Se determinó por diferencia de pesos, luego se realizó el cálculo del porcentaje correspondiente.

Determinación del Volumen

Se basó en el principio de Arquímedes (desplazamiento de agua producido por un cuerpo en un recipiente)

Determinación de la Resistencia a la Penetración

Se utilizó un Penetrómetro, calibrado en dinas (Kg/cm)

Determinación de la Densidad

Se determinó mediante la relación entre el peso unitario (g) y el volumen (cm³), se reemplazó en la fórmula, expresándose en (g/cm³).

Cálculo:

$$d = \frac{m}{V}$$

Donde:

D = densidad (g/cm³)

m. = masa (g.).

V = Volumen (cm³).

Determinación del Índice de Refracción

Se determinó por el Método Refractométrico, según la Norma INEN 380.

3.4. DETERMINACION DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se seleccionaron las raíces tuberosas sanas y en buenas condiciones, se tomaron 9 tubérculos y se los dividió en 3 grupos, es decir para obtener 3 repeticiones. Todas las muestras fueron previamente picadas en el procesador de alimentos, obteniendo una muestra homogénea para cada análisis.

Determinación de pH

Se utilizó el Método Potenciométrico de Referencia, según la Norma INEN. 389

Determinación del Porcentaje de Agua (Humedad) y Sólidos Totales

Se determinó según los pasos de la Norma INEN 382, en la cual emplea el Método de la Estufa con cápsula abierta.

Cálculo:

$$\%H = \left[\frac{(m1 - m2)}{(m1 - m)} \right] * 100$$

$$\%ST = 100\% - \%H$$

Donde:

%H = Porcentaje de Humedad.

m2 = Peso final (constante) del crisol más la muestra seca.

m1 = Peso del crisol más la muestra fresca (húmeda).

m = Peso del crisol solo, tarado y desecado.

%ST = Porcentaje de Extracto Seco.

Determinación de Acidez Titulable:

Se determinó por el Método Potenciométrico de Referencia, según los pasos de la Norma INEN 381.

Cálculo:

$$\%A = \frac{(V1 * N * meq.g\acute{a}ctart\acute{a}rico) * 100}{V2}$$

Donde:

%A = Porcentaje de acidez

- V1** = Volumen (ml) de NaOH gastados en la titulación.
N = Normalidad del hidróxido de sodio utilizado
meq.g ácido tartárico = mili equivalente gramo del ácido tartárico
V2 = Volumen de la alícuota de solución utilizada.

Determinación de Sólidos Solubles (°Brix)

Se determinó por el Método Refractométrico, según los pasos establecidos en la Norma INEN 380.

Determinación de Azúcares Reductores Totales:

Según el Método de Lane y Eynon

Cálculos:

$$\%AR = \frac{(Va * fc) * 100}{(Vc * P)}$$

Donde:

Va = Volumen de aforo

fc = Factor corrección de solución de Fehling A y B = 0.0588

Vc = Volumen solución consumida

P = Peso en gramos de la muestra.

Determinación del Porcentaje de Fibra:

Se utilizó la Norma INEN 522.

Calculó:

$$\%FC = \frac{[(W2 - W3) - (W1 - W)]}{P}$$

Donde:

%FC = Fibra en porcentaje de masa

W = Peso del crisol tarado

W1 = Peso del crisol más la muestra

W2 = Peso del papel filtro tarado

W3 = Peso constante del crisol más las cenizas

p = Peso en gramos de la muestra.

Determinación del Porcentaje de Extracto Etéreo (Grasa):

Se determinó por el método de Soxleth .

Cálculo:

$$\%Grasa = \left[\frac{(m2 - m1)}{(w2 - w1)} \right] * 100$$

Donde:

% Grasa = Porcentaje de extracto etéreo

m1 = Peso del balón vacío

m2. = Peso del balón de extracción más el extracto (grasa)

W1 = Peso del dedal vacío (incluido el algodón que se utilizó para tapar la muestra)

W2. = Peso del dedal más la muestra.

Determinación del Porcentaje de Proteína:

Se utilizó el método Kjeldahl de la AOAC.

Cálculo:

$$\%N = \frac{(Vc * NSO_4H_2 * meqgN * 100)}{p}$$

$$\%P = \%N * 6.25$$

Donde:

%N = Porcentaje de Nitrógeno

Vc = Volumen de ácido sulfúrico consumido en la titulación

N SO₄H₂ = Normalidad del ácido sulfúrico consumido, o sea 0.1 N

p = Peso en gramos de la muestra utilizada

meq.g N = Peso Mili equivalente del Nitrógeno. o sea 0.014

100 = en 100 gr. de muestra.

Para obtener el porcentaje de proteína:

%N = Nitrógeno expresado en porcentaje de masa.

%P = Porcentaje de Proteína.

6.25 = Factor de conversión del nitrógeno en proteína cruda.

Determinación del Porcentaje de Cenizas:

Se determinó según la Norma INEN 401, pero no se utilizó el aceite de oliva.

Cálculos:

$$\%C = \frac{(m3 - m1)}{(m2 - m1)}$$

%C = porcentaje de cenizas

m1 = masa del crisol vacío en gramos

m2 = masa del crisol con la muestra, antes de incinerar, en gramos.

m3 = masa del crisol con cenizas, después de incinerar, en gramos.

• **Determinación de vitaminas y minerales**

Determinación de Vitamina C

Se utilizó el Método de Titulación con 2-6 Diclorofenol indofenol, siguiendo los pasos descritos en la AOAC Official Method 967,21

Cálculo:

$$\text{mg de Acido Ascórbico} = (X-B)(F/E)(V/Y)$$

Donde:

X = Promedio de ml de diclorofenol indofenol consumidos en la muestra

B = Promedio de ml de diclorofenol indofenol consumidos en el blanco

F = mg de ácido Ascórbico equivalente a 1.0ml de solución estándar de diclorofenol indofenol = 0.0748

E = Peso o volumen de tabletas ensayadas

V = volumen inicial de la solución ensayada

Y = volumen de muestra o alícuota titulada

Determinación de Vitamina A

La vitamina A se determinó en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), para lo cual se utilizó el Método Cromatográfico.

Determinación de Minerales (Calcio, Fósforo, Potasio, Hierro, Sodio)

La determinación de los minerales antes descritos, se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), en el cual utilizaron el Método de Espectrofotometría.

3.5. ORDENAMIENTO DE DATOS

Los datos fueron ordenados y clasificados de acuerdo a los diferentes parámetros medidos, registrados en una tabla.

3.5.1. Procesamiento de Datos

Para obtener una mejor confiabilidad de los parámetros medidos especialmente en la caracterización física, se trabajó con los 90 datos para fines de cálculo, de la media poblacional y de la muestra, la desviación estándar y posteriormente los rangos.

Para fines de cálculo de las pruebas químicas se trabajó con las medias de las tres repeticiones, igualmente para la desviación estándar y los rangos.

3.5.2. Registro y clasificación de datos

Los datos correspondientes a las características físicas y químicas fueron registrados en tablas proporcionadas por el INEN y modificadas de acuerdo a la investigación, luego se ordenó la información obtenida.

3.5.3. Interpretación de datos

Se analizó los datos obtenidos y se realizó la interpretación de cada parámetro.

3.5.4. Modelo Estadístico

En el presente estudio no se realizó diseño experimental, debido a que se realizó una sola medición, los resultados se expresan de acuerdo al Análisis Estadístico señalado por el INEN cuyo formato es el siguiente:

	ANALISIS A DETERMINAR
MUESTRA	M 1
R1	
R2	
R3	
Promedio	
Desviación	
Límite de Confianza	
Rango	

3.5.5. Calculo de límite de confianza y rango

Adicionalmente se calculó el Límite de Confianza, para cada característica, física y química con un grado de confiabilidad del 95%, para lo cual se empleó la tabla de distribución de t-student. (*Anexo 4, Formatos estadísticos 1 y 2*)

El Límite de Confianza para las pruebas Químicas

$$L.C. = \bar{X} \pm \left\{ \frac{(t^{5\% g/9-1} * \sigma m)}{\sqrt{n}} \right\} \text{Rango}$$

LC: Límite de confianza

\bar{X} : Media aritmética

$t^{5\% g/9-1}$: Constante tabla t Student al 5 %

σm : Desviación de la muestra.

n: numero de datos (9)

El Límite de Confianza para las pruebas Física

$$L.C. = \bar{X} \pm \left\{ \frac{(t^{5\% g^{l\infty}} * \sigma p)}{\sqrt{n}} \right\} \text{ Rango}$$

LC: Límite de confianza

\bar{X} : Media aritmética

$t^{5\% g^{l\infty}}$: Constante tabla t Student al 5 % , tomado del valor infinito

σp : Desviación poblacional.

n: numero de datos (30)