

DISEÑO DEL PROCESO DE SECADO PARA LA EXTRACCIÓN DE PULPA
DE CAFÉ EN LA EMPRESA SUPRACAFÉ UBICADA EN LA VENTA-CAJIBIO

YEIMY ANDREA CHAVEZ VOLVERAS

ANGIE MAGRETH PANTOJA ESPAÑA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

POPAYÁN

2021

**DISEÑO DEL PROCESO DE SECADO PARA LA EXTRACCIÓN DE PULPA DE
CAFÉ EN LA EMPRESA SUPRACAFÉ UBICADA EN LA VENTA-CAJIBIO**

YEIMY ANDREA CHAVEZ VOLVERAS

ANGIE MAGRETH PANTOJA ESPAÑA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

JORGE ISAAC ZAMORA BETANCOUR

Director

INGENIERO INDUSTRIAL-MAGISTER EN SALUD OCUPACIONAL

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

POPAYÁN

2021

Nota de aceptación:
Aprobado por el Comité de Grado en
Cumplimiento de los requisitos
Exigidos por la Fundación
Universitaria de Popayán para optar al
Título de Ingeniero Industrial

Nombre del jurado

Nombre del Jurado

Nombre del director

FECHA DE SUSTENTACIÓN POPAYAN, 11/OCTUBRE/2021

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios primeramente por permitirme llegar hasta este momento en mi carrera profesional,

Le dedico este trabajo a mis padres María del Carmen Volverás y Libardo Chávez por brindarme siempre su apoyo incondicional, aconsejándome y dándome animo en los momentos difíciles que se me presentaron, el cual fue el que motivo siempre a salir adelante, a superarme como persona, el que me ayudo a realizar más de un trabajo de la universidad aportándome sus conocimientos,

a los docentes de la FUP darles las gracias por compartir sus conocimientos y experiencias durante este tiempo.

Yeimy Andrea Chávez Volverás

Primeramente, le doy gracias a Dios por permitirme culminar mis estudios ya que él siempre estuvo acompañándome y bendiciéndome espiritualmente en cada momento durante mi proceso para llegar a ser una profesional.

Dedico este trabajo de grado a mis padres ya que ellos fueron los que siempre me acompañaron incondicionalmente, les agradezco por haber creído en mí y apoyarme en todo momento que lo necesite, a mis hermanos por darme ese ánimo que en algún momento llegue a necesitarlo, a mis docentes les agradezco haber compartido un poco de su tiempo y sabiduría y por ultimo a mis compañeros por todos los buenos momentos que se vivieron durante este transcurso de tiempo, fuimos un grupo muy unido gracias por esta bella experiencia.

Contenido

RESUMEN	14
CAPÍTULO 1	17
1.1 INTRODUCCIÓN	17
1.2 JUSTIFICACIÓN	18
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.4 OBJETIVOS	22
1.4.1 Objetivo General	22
1.4.2 Objetivos Específicos	22
CAPITULO 2	23
2.1 MARCO REFERENCIAL	23
2.1.1 Marco contextual	23
2.1.2 Marco teórico	24
2.1.2.1 Café.	24
2.1.2.2 Típica.	24
2.1.2.3 Borbón.	24
2.1.2.4 Tabí:	25
2.1.2.5 Caturro:	25
2.1.2.6 Pulpa de café:	25
2.1.2.7 Pulpa de café composición tecnológica y utilización	25
2.1.2.8 <i>Recolección de la semilla.</i>	26
2.1.2.9 Recibo del café.	27
	5

2.1.2.10 Beneficiado.	27
2.1.2.11 Beneficiado seco:	27
2.1.2.12 Beneficiado húmedo:	28
2.1.2.13 Secado:	28
2.1.2.14 Secado tipo solar:	29
2.1.2.15 Diseño de bloques al azar:	30
2.1.2.16 Software estadístico ANOVA	31
2.1.2.17 Humedad	32
2.1.3 ESTADO DEL ARTE	33
2.1.3.1 “Secado de Pulpa de Café: Condiciones de Proceso, Modelación Matemática y Efecto sobre Propiedades Fisicoquímicas”	33
2.1.3.2 Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja.	33
2.1.3.3 El nuevo lujo de la cáscara del café, que ahora supera el precio del propio grano.	34
<u>CAPITULO 3</u>	35
3.1 METODOLOGÍA	35
3.2 ENFOQUE METODOLÓGICO	36
3.3 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	37
3.4 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	37
3.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	37
3.6 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	38
3.7 UNIVERSO POBLACIÓN Y MUESTRA. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN O INCLUSIÓN	38
<u>CAPITULO 4 RESULTADOS</u>	39
4.1 Diagnóstico Supracafé S.A pulpa de café	39
4.1.1 Entrevista	39

4.1.3 Datos históricos de pulpa húmeda	40
4.1.4 Lista de chequeo de proceso pn pulpa	41
4.1.5 Diagrama de flujo	43
4.1.6 Diagrama de recorrido.....	43
4.1.7 Braimstorming	44
4.1.8 Causa y efecto	45
4.1.9 Diagrama de Pareto	47
4.1.10 Conclusión general diagnóstico	47
4.2 Modelo Experimental	48
4.2.1 Trabajo de campo	48
4.2.2 materiales.....	48
4.2.3 Diseño de muestreo	50
4.2.4 Resultados de las variables para café orgánico en Cama (ver tablas de datos en el anexo 6).	53
4.2.5 Resultados de las variables para café Tabí en Cama.....	54
4.2.6 Resultados de las variables para café borbón en Cama.....	56
4.2.7 Resultados de las variables para café Caturro en Cama.	58
4.3 Sistema de secado de pulpa de café propuesto	61
4.3.1 Diseño del secador Parabólico.....	61
4.3.2 Resultado de variables de pulpa de café orgánico en secador parabólico (ver tabla de datos en el anexo 8).	62
4.3.3 Resultados de las variables de pulpa de café tabí en secador Parabólico.....	65

4.3.4 Resultados de las variables de pulpa de café borbón en secador parabólico.....	67
4.3.5 Resultados de las variables de pulpa de café caturro en secador parabólico.....	69
<u>CAPÍTULO 5</u>	<u>72</u>
5.1 Comparación entre los dos sistemas de secado cama-parabólico.	72
5.2 Propuesta del nuevo diseño de diagrama de recorrido con el secador parabólico.	78
<u>CAPÍTULO 6</u>	<u>80</u>
6.1 Conclusiones	80
6.2 Recomendaciones	81
<u>Bibliografía</u>	<u>82</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>84</u>

Lista de figuras

Figura 1.....	23
Figura 2.....	30
Figura 3.....	40
Figura 4.....	42
Figura 5.....	43
Figura 6.....	43
Figura 7.....	44
Figura 8.....	45
Figura 9.....	47
Figura 10.....	48
Figura 11.....	49
Figura 12.....	49
Figura 13.....	50
Figura 14.....	51
Figura 15.....	53
Figura 16.....	53
Figura 17.....	54

Figura 18	54
Figura 19	55
Figura 20	56
Figura 21	56
Figura 22	57
Figura 23	58
Figura 24	58
Figura 25	59
Figura 26	60
Figura 27	62
Figura 28	62
Figura 29	63
Figura 30	64
Figura 31	65
Figura 32	66
Figura 33	66
Figura 34	67
Figura 35	68
Figura 36	68

Figura 37	69
Figura 38	70
Figura 39	70
Figura 40	72
Figura 41	73
Figura 42	74
Figura 43	74
Figura 44	78
Figura 45	79

Lista de tablas

Tabla 1	35
Tabla 2	39
Tabla 3	40
Tabla 4	41
Tabla 5	46
Tabla 6	52
Tabla 7	52
Tabla 8	60
Tabla 9	71
Tabla 10	75
Tabla 11	76
Tabla 12	76
Tabla 13	77
Tabla 14	77
Tabla 15	79

Anexos

Anexo 1 bolsa de cascara de café deshidratada de Pergamino Café	79
Anexo 2 entrevista	80-81
Anexo 3 lista de chequeo.....	82
Anexo 4 ficha técnica termohigrómetro.....	83
Anexo 5 Ficha técnica balanza digital.....	84
Anexo 6 tablas de registro de toma de datos a las muestras en secador topo cama.....	85-88
Anexo 7 secador parabólico.....	89
Anexo 8 tablas de registro de toma de datos a las muestras en secador tipo parabólico.....	90-93
Anexo 9 evidencia fotográfica de secado de pulpa de café en el piso.....	94
Anexo 10 fotografías del proceso.....	95

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo realizar el mejoramiento con respecto a la productividad de algunos derivados provenientes del café, en este caso se realizará un diseño para el mejoramiento del proceso de secado para la extracción de la pulpa de café para la empresa Supracafé la cual se encuentra ubicada en Cajibío-Cauca.

Se hablará de la obtención de la materia prima (pulpa) para algunos productos específicamente sobre el producto llamado TABIFRUT el cual es uno de los tantos productos que utiliza derivados del café, son infusiones aromáticas hechas a base de la pulpa de café, la empresa no cuenta con métodos generalizados sobre la producción de esta, tampoco tienen un sistema de secado apropiado para su producto innovador.

La empresa afronta algunos problemas al momento de la obtención de la materia prima para la elaboración del producto, no se sabe: qué tipo de café es el apropiado para su extracción, cuál sería la mejor opción y tiempo adecuado para el secado de la pulpa de café. Esto conlleva a que el producto final "INFUSIONES" podrían no ser de buena calidad para su comercialización y exportación.

Para dar una solución a este problema se requiere un mejoramiento a la productividad de la pulpa de café así que se realizara un diseño experimental para el proceso de secado en la empresa Supracafé. Este permitirá extender la productividad de pulpa y así poder lograr un mejor control del proceso.

Por medio de métodos estadísticos se dará solución a las hipótesis planteadas, a través de una lista de verificación, con respecto a los temas más relevantes, también se utilizará el modelo experimental de bloques al azar, el cual será realizado a través

de un software estadístico (ANOVA) para así poder dar respuesta a la hipótesis planteada en el documento.

Este trabajo dará como resultado un documento el cual servirá de guía para el proceso de secado para la pulpa de café, donde se establecerán parámetros, guías de proceso y tablas de control.

Palabras claves: métodos estadísticos, diseño experimental, graficas x-pulpa de café, hipótesis

ABSTRACT

This article aims to improve the productivity of some derivatives from coffee, in this case a design will be made to improve the drying process for the extraction of coffee pulp for the Supracafé company which is located locales in Cajibío-Cauca.

We will talk about obtaining the raw material (pulp) for some products specifically about the product called TABIFRUT which is one of the many products that uses coffee derivatives, they are aromatic infusions made from coffee pulp, the company does not It has generalized methods for its production, nor does it have an appropriate drying system for its innovative product.

The company faces some problems when obtaining the raw material for the production of the product, it is not known: what type of coffee is appropriate for its extraction, what would be the best option and adequate time for drying the pulp of coffee. This means that the final product "INFUSIONS" may not be of good quality for marketing and export.

To provide a solution to this problem, an improvement in the productivity of the coffee pulp is required, so an experimental design will be carried out for the drying process in the Supracafé company. This will allow to extend the pulp productivity and thus be able to achieve a better control of the process.

Through statistical methods, a solution will be given to the hypotheses raised, through a checklist, with respect to the most relevant issues, the experimental model of random blocks will also be used, which will be carried out through statistical software. (MINITAB) in order to respond to the hypothesis raised in the document.

This work will result in a document that will serve as a guide for the coffee pulp drying process, where parameters, process guides and control tables will be established.

Keywords: statistical methods, experimental design, x-coffee pulp graphs, hypothesis

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

La innovación en la ingeniería conlleva a la solución de problemas adoptando nuevas técnicas experimentales que conllevan a la creación de nuevos procesos o productos, a partir de esto se puede establecer un punto de partida para el desarrollo de procesos que están detrás de nuevos productos y que no se tiene conocimiento de ellos, para esto la ingeniería industrial usa herramientas experimentales, matemáticas y modelación dándole solución a diversos interrogantes.

La empresa SUPRACAFE S.A se dedica a la producción de cafés especiales tipo exportación, además aprovecha los subproductos de café como lo es la pulpa y el mucilago, dándoles otros usos que aumenten su valor comercial, debido a que no existen normas en las cuales la empresa se pueda basar, lo que hace que se generen pérdidas económicas como lo ha venido presentando la exportación de pulpa de café, para ello se hace un diagnóstico inicial para saber en qué punto se está fallando, en este caso se encontró que el proceso de secado es fundamental para obtener una pulpa de calidad.

La empresa SUPRACAFE SA busca tener un proceso caracterizado de secado y saber el punto de humedad de la pulpa de café para darle una mayor calidad al producto final (TABIFRUIT infusiones de café).

En consecuencia, es establecer un proceso de secado para la pulpa de café que garantice la optimización del proceso y se cree un sistema de secado específicamente para la pulpa de café con condiciones adecuadas tomando en cuenta las buenas prácticas de manufactura.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En el beneficio ecológico de café la pulpa extraída sin agua puede ser aprovechada para el cultivo de hongos comestibles y medicinales, para la producción de abono orgánico y producción de bioenergía (Rodríguez Valencia , Sanz Uribe, Oliveros Tascon, & Ramirez Gomez, 2015).

Hasta el momento la pulpa de café solo era un desecho, pero, las grandes cadenas de cafeterías en EEUU, como Starbucks y Blue Bottle propiedad de Nestlé o **Tumptown Coffe**, introdujeron en sus bebidas de té pulpa de café seca, la demanda por este producto ha hecho que su precio hacienda a 10 euros por kilo; la meta de Supracafé es llegar a exportar 8 toneL de pulpa seca que le generar un ingreso alrededor de \$ 349,120.000 millones de pesos

Aida Batlle propietaria de la finca Kilimanjaro en el Salvador país de centro América, comenzó con el proceso de secado de pulpa de café en el año 2008 y explica que para obtener 1 kilo de pulpa se necesita mucho más grano por ello el precio de este producto queda compensado; El país centroamericano ocupa el decimoquinto lugar por volumen de exportación del mundo, según datos de 2016, muy por detrás de los principales productores como Brasil, Vietnam o Colombia. (Vanegas, 2018).

Elmer Palacios dueño de Tostaduría Palacios Coffee en Perú ofrece infusiones frías y calientes a base de pulpa de café deshidratada, también se elabora harina a partir de la pulpa de café, estas innovaciones se llevan a cabo debido a que la pulpa de café puede llegar a costar 10 veces más que el propio grano. (Vanegas, 2018).

Pergamino una empresa de Santa Bárbara- Antioquia vende pulpa de café deshidratada (ver anexo 1)a un precio de \$ 13.900 la bolsa de 250 gramos; este subproducto es muy rentable debido a que es algo innovador y que solo cuenta con un 25% de cafeína, es una bebida en forma de té, por lo que él ,mercado objetivo son las personas que no consumen café si no aromáticas de esta manera la industria cafetera estaría abarcando clientes que se encuentran fuera de la industria del café. (S.A.S, 2021).

Esta investigación servirá como base para aquellos caficultores que quieran generar ingresos a partir de la pulpa de café, y disminuir así la contaminación atmosférica que esta genera la ser desechada.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El café es un producto de alta comercialización a nivel internacional, es cultivado en más de 80 países, de los cuales el 90% están en vía de desarrollo. (Dadi, y otros, 2018). Se calcula que el 80% de la población adulta ha consumido bebidas a base de café, por lo que se considera la segunda bebida más demandada después del agua, a diario se consumen aproximadamente 1,6 billones de tazas de café en el mundo. (Cappelletti, Piacentino, Sani, & Aromatario, 2015). Colombia es el tercer productor de café, y el mayor productor de café suave en el mundo. El café contiene componentes químicos, entre los que se sobresalen sustancias orgánicas como carbohidratos, lípidos, proteínas, alcaloides (cafeína) y trigonelina, así como, ácidos carboxílicos, fenólicos y compuestos volátiles responsables del aroma. (Toci & Boldrin, 2018).

La producción de café produce desechos en gran cantidad que se denominan como subproductos del café entre ellos el mucilago y la cascara, estos presentan un gran riesgo, por lo que siempre se busca la disminución de su impacto al medio ambiente, ya existen muchos avances tecnológicos que ayudan a su tratamiento, sin embargo, se siguen buscando soluciones para el aprovechamiento de estos subproductos. (Supracafé, 2018)

La pulpa es el primer desecho que se obtiene en el procesamiento del café, y representa una humedad del 43,58% del peso del fruto fresco. El porcentaje de producción de pulpa es de 2,25 toneladas por año. Por cada millón de sacos de café almendra que Colombia exporta, se genera 162.900 toneladas de pulpa fresca, que si no se maneja correctamente producirá una contaminación equivalente a la generada en un año, en excretas y orina, por una población de 868.736 habitantes. (Rodriguez Valencia & Zambrano Franco, los subproductos del café: fuente de energía renovable, federación nacional de cafeteros, 2010).

La empresa Supracafé España se encarga de procesar el café en almendra seca y algunos de sus derivados, como lo es la pulpa de café procesando 8 toneles anuales en su nuevo producto TABIFRUIT, es una infusión de pulpa de café en cuatro variedades: Infusión de cáscara de café 100% Arábica, Infusión de cascara de café y frutas del bosque, Infusión de cáscara de café maracuyá y naranja e Infusión de cáscara de café, naranja y canela. (Supracafé, 2018)

la empresa no cuenta con procesos estandarizados de la producción de pulpa de café la cual es la materia prima de este nuevo producto, ni se tiene un sistema de secado apropiado para tal producto, debido a que no se separan procesos de secado del café pergamino y pulpa de café, ya que no cumplen con las mismas características no se puede comparar con el café pergamino y se debe dar un trato diferente.

Por lo anterior la empresa enfrenta dificultades a la hora de procesar la cascara de café, ya que no se sabe: qué tipo de café es el más adecuado para su extracción, como se debe secar y que tiempo se demora el proceso de secado. Por lo que el producto final podría no ser de buena calidad

Si no se mejoran los procesos donde existe dificultad no se puede cumplir con la demanda anual de 8 toneladas de pulpa deshidratada para exportación y la empresa no tendría este ingreso adicional, si se logra optimizar los procesos, como el secado se reduciría en tiempo de este a 3 días máximo para un deshidratado adecuado y con buenas prácticas de manufactura.

¿cómo mejorar el sistema de secado de pulpa de café en la empresa Supracafé ubicada en la venta-Cajibío?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar el proceso de secado de la pulpa de café, en la empresa Supracafé ubicada en la Venta-Cajibío.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de secado de la pulpa de café que efectúa la empresa Supracafé.
- Determinar el modelo experimental del secado de la pulpa de café a través de técnicas estadísticas.
- Proponer el sistema de secado de la pulpa de café que garantice la optimización del proceso en la empresa.

CAPITULO 2

2.1 MARCO REFERENCIAL

2.1.1 Marco contextual

La empresa Supracafé SA se encuentra ubicada en el departamento del Cauca, municipio de Cajibío vía al Corregimiento la Venta; es una compañía especializada en la producción de cafés especiales y hace un aporte a la sociedad donde tiene presencia y hace un aporte significativo al medio ambiente, en Colombia desde el año 2008 y actualmente cuenta con 90 trabajadores fijos y 300 trabajadores en tiempo de cosecha. cuenta con fincas propias convertidas en estaciones de validación tecnológica, en altura que van desde los 1700 a los 1900 m. Donde en conjunto con varias universidades se están validando más de 200 variedades de café, tales como arábico y produciendo micro lotes de alta calidad y trazabilidad. En la hacienda supra café se realizan todos los procesos de manufactura para la obtención de la almendra de café y sus derivados. (Supracafé, 2018).

Figura 1

Localización de la planta Supracafé (Supracafé, 2018).



Fuente. Supracafe.com (2018).

2.1.2 Marco teórico

2.1.2.1 Café.

Es una de las bebidas más comercializada en el mundo, se originó en África, debido a su gran popularidad los cultivos de café se han propagado, en América latina hay varios países en donde se enfatizaron como grandes productores de café, Colombia hace parte de esos países. (Martinez, 2017). Se puede decir que más de 500.000 familias colombianas viven a cuenta de los cultivos de café. La comercialización del café es una producción solida la cual factura a 44 países en todo el mundo y cada vez es más cuidadosa con el medio ambiente. (pardo. 2016). El Nuevo eje cafetero es conformado por los departamentos del Cauca, Huila y Nariño producen granos de muy Buena calidad. (Nuñez, 2019). El café sin duda es una de los frutos más especiales, cuyas características acatan muchos elementos. El café de buena calidad necesita tener en cuenta algunos argumentos tan complicados y modificados que se desarrollan a partir del árbol y su ambiente hasta el método de post cosecha. Es absurdo considerar la propiedad del café sin realizar una declaración al duro trabajo que realizan los fabricantes del café. (Federación Nacional de Cafeteros , 2019).

2.1.2.2 Típica.

Se identifica porque contiene cogollos de color rojizo y sus hojas son extensas, otro nombre para este tipo de café es arábigo, pajarito o nacional. Se caracteriza por tener más granos grandes a los otros tipos de café como Caturra y Borbón. 2.500 árboles son sembrados por cada hectárea. (Echeverri Gomez, 2015).

2.1.2.3 Borbón.

Esta variedad tiene los cogollos de color verde más claro que el resto de las hojas y sus hojas son de tipo redondo. A diferencia de la variedad típica este contiene más ramas. Un árbol

de este tipo de café llega a producir hasta un 30% más que la variedad típica. Es apto a la roya. 2.500 árboles son sembrados por hectárea. (Echeverri Gomez, 2015).

2.1.2.4 Tabí:

Este tipo de café es un híbrido de Timor con los tipos de café Típica y Borbón, también es de grano grande, este logra superar un 80% de café supremo de muy buena calidad. Es perfecto para la producción de café especiales. Es apta a la roya y 3.000 árboles son sembrados por hectárea. (Echeverri Gomez, 2015).

2.1.2.5 Caturro:

Sus cogollos son de color verde más claro a comparación del resto de sus hojas y son más redondas que las del café Borbón. Un árbol de este tipo de café produce menos que Borbón y más del tipo de café Típica. Es apta a la roya y es uno de los tipos que se adapta en todas las zonas cafeteras. (Echeverri Gomez, 2015).

2.1.2.6 Pulpa de café:

Cuando se realiza la elaboración de café, se utiliza un beneficio del 60% del grano. El excedente es denominado como pulpa, el cual es un subproducto que tiene escasas rutinas industriales. estos residuos orgánicos tienen un gran impacto ambiental, se crearon circunstancias para darles un beneficio. Hay muy buen potencial para beneficiarse con la pulpa de café, se lleva a cabo a través de la extracción de compuestos bioactivos con particularidades utilizables, es así como se puede realizar un beneficio más completo con esta materia prima. (Torres Valenzuela, Martinez, Serna Jimenez, & Hernandez, 2019).

2.1.2.7 Pulpa de café composición tecnológica y utilización

1000 g de café en cereza seca contiene un 29 % de pulpa de café, 12% cascarilla, 45 de mucilago y un 55% de granos de café, entre todos los desechos la pulpa tiene un mayor

porcentaje. Pocas empresas utilizan la pulpa para algo más que abono, algunas para extraer la cafeína de esta, otras para alimentos de animales, pero es tanta la pulpa que se produce en el país que supera la capacidad de estas empresas por lo que al final esta termina como desecho causando daño al medio ambiente.

Es por ello que se busca el aprovechamiento en masa de este subproducto del café. (Braham & Bressani, 1978).

La pulpa de café desde años atrás ha sido investigada para darle diferentes usos; pero estos solo son en animales, el siguiente proyecto se basa en investigar cómo y hasta qué punto se debe secar la pulpa de café para consumo humano, teniendo en cuenta estas investigaciones.

2.1.2.8 Recolección de la semilla.

La recolección de la semilla se debe realizar siempre y cuando los frutos (café) estén maduros, se puede identificar su punto de madurez cuando el fruto este de color rojo, si este no se encuentra en su punto exacto de madurez, su proceso se dificultaría y el resultado obtenido es de muy baja calidad. El sabor se puede percibir en su resultado, desarrollando un sabor amargo esto sucede cuando el grano se recolecta de color verde, pero cuando el fruto se pasó de maduración el resultado del café es un sabor fuerte y áspero. Es muy importante que mientras sucede este proceso se debe evitar que junto al grano haya hojas, palos o cualquier otro objeto. Es recomendable que mientras se realiza la recolección de la semilla se debe realizar con calma para así no dañar la planta de café, se deben usar recipientes limpios y que se encuentren en buen estado. Existen dos tipos de recolección: la primera consiste en preferir solo los granos maduros, llamada grano a grano o picking y el otro tipo es la recolección de granos maduros y verdes este tipo es llamado stripping. (Besora Magem, 2017).

2.1.2.9 Recibo del café.

Es significativo llevar una inspección precisa en esta fase para así tener como resultado una calidad similar. Es muy significativo que el fruto (café) este maduro, no se debe combinar con el fruto verde, ni con el seco, ni con el fruto que tenga impurezas. El café verde se procesa de una manera distinta. Después, no exponerlo al sol. (Besora Magem, 2017).

2.1.2.10 Beneficiado.

En esta fase es separada la semilla del fruto, se logra obtener grados de humedad cerca de un 12%. Regularmente se piensa que con este tipo de beneficio el atributo del café es baja y su precio sería inferior. Esto es debido a que la semilla es empapada por los azucres y otros componentes que se encuentran presente en el mucilago del café. Existen dos técnicas para este proceso, son las siguientes:

2.1.2.11 Beneficiado seco:

Del mismo modo se lo puede llamar natural, este es uno de los más antiguo, sencillo y requiere poca maquinaria. Sus fases son:

Se realiza el lavado del fruto consiente en ser limpiados y también verificar cuales son los granos imperfectos estos flotan en el agua.

Consecutivamente se realiza el secado oprimiendo la humedad de un 70% a un 12%, este proceso se puede realizar en el suelo, con maquinaria de secado u otros métodos. Puede alargarse hasta cuatro semanas. Esta fase es de mucha importancia porque puede afectar la calidad del café, debido a que si el fruto se encuentra demasiado seco este se vuelve frágil, y si el fruto está excesivamente húmedo este se dañara porque aparecerán hongos y bacterias. Obteniendo este punto, el color del fruto cambio a marrón oscuro y se puede escuchar las semillas libres en su interior.

Posteriormente, se realiza el descascarillado, separando la cubierta seca del fruto, golpeándolo o trillándolo, adquiriendo el grano o semilla. (Besora Magem, 2017).

2.1.2.12 Beneficiado húmedo:

Se radica en diferentes períodos que hay que realizar curiosamente para certificar la calidad. La primera etapa es la categorización del fruto el cual se efectúa en diferentes canales de agua. En el primer instante se separa las impurezas y los frutos poco o demasiado maduro, esto se lleva a cabo por medio de flotación. Consecutivamente, se catalogan por su tamaño atravesando por una serie de cernedores y evacuaciones. Esta sistematización es necesaria para un mejor beneficio en el despulpado. (Besora Magem, 2017).

Radica en despegar la pulpa (epicarpio) y parte del mucilago de las semillas con el uso de agua, favoreciéndose del carácter resbaladizo del mucílago, para así lograr soltar los granos con presión. Este paso debe realizarse dentro de las 10 horas posteriores a su recolección, debido a que el fruto formaría un trascurso de fermentación. Para impedir una profanación se debe almacenar la pulpa y el agua de despulpado para un procedimiento posterior. Al final se debe usar un tamizador para lograr separar los granos que no han sido despulpados. (Besora Magem, 2017).

2.1.2.13 Secado:

Al pensar en el manejo de la pulpa de café se debe tener presente algunos aspectos: primordialmente se tiene en cuenta que la pulpa de café es un desecho del grano fresco los cuales son útiles en grandes cantidades gracias al tiempo de cosecha y proceso para obtener el grano de café, el cual simboliza al fruto de mayor valor. posteriormente, la pulpa de café contiene una humedad relativamente alta aproximadamente de un 65 a 85% en base húmeda. el ejercicio de secado debe llevarse a cabo en el mismo lugar donde se procesa el café, donde

cualquier progreso y/o alteración de secado afecta al grano de café. Se experimentará los diferentes tipos de secado de la pulpa de café y aquellos métodos de secado calificada como la más apropiada para este proyecto. Se llegará a un acuerdo determinado cuando el material ha admitido un método o causa antes del secado. (Molina, 1978).

2.1.2.14 Secado tipo solar:

La energía solar, se puede manejar decentemente para favorecer la salud y patrimonio familiar. Se han establecido técnicas y rutinas las cuales certifican un buen proceso a través de aparatos esencialmente diseñados. En este tipo de secador los rayos del sol son convertidos en calor a través del resultado del efecto invernadero en un receptor solar, el cual tiene los siguientes elementos:

- Contiene un área resistente, habitualmente es ubicada hacia el sol, el cual transforma los rayos resplandecientes en calor que luego se esparce por toda el área a mayor temperatura.
- Se utiliza una cubierta preferiblemente que sea clara puede ser vidrio o plástico, para así lograr pasen los rayos del sol y así impedir la salida del aire caliente para un mayor beneficio, existen ciertos tipos de secadores solares de mayor capacidad contienen un sistema de calefacción mixto. Algunos secadores requieren de combustible o energía eléctrica como fuente de energía secundaria para ser utilizados en los días nublados y para lograr seguir con el secado en la noche. El transcurso de secado se provoca por la labor del aire caliente y seco, el cual es trascendido por los productos que requieren ser secados, estos normalmente se encuentran ubicados en bandejas dentro del secador. Así es como la humedad que contiene los alimentos la superficie de estos el pasa en forma de vapor al aire que está cerca. (Molina, 1978).

2.1.2.15 Diseño de bloques al azar:

Existen fuentes de variación detectadas sobre las cuales no se tiene manera de influir, pero si se puede medir su efecto dentro de un experimento; en este se tiene variación por los cambios de nivel en el factor de estudio (tratamientos) y variación por efecto del gradiente (bloque).

El modelo que mejor describe a un DBAC es la que se muestra en la figura # 2: Donde la variable de respuesta Y_{ij} es igual al efecto de la media, más el efecto del tratamiento, más el efecto del bloque que se denota con la letra beta, más el efecto del error aleatorio.

Figura 2

Formula de Representación del Diseño de Bloques

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}, \quad \text{con } \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, k \text{ tratamientos y} \\ j = 1, 2, \dots, b \text{ bloques.} \end{array}$$

Donde, τ_i representa el efecto del i-ésimo tratamiento y β_j el efecto del j-ésimo bloque, con $\varepsilon_{ij} \sim NI(0, \sigma^2)$.

Fuente. Universidad Nacional Autónoma de México, diseño de experimentos 2007.

Es importante aclarar que el experimento sigue siendo de un solo factor y que la variable de bloque es una variable de “ruido”. Una variable que influye en el experimento, pero que no hay manera de controlarla o tomar decisión sobre ella; es más se sabe que presenta un gradiente (que se puede interpretar como que “va” de las peores a las mejores condiciones). De aquí que cada bloque debe contener todos los niveles del factor, de manera que cada bloque contenga todas las combinaciones del tratamiento bajo experimentación. El modelo del diseño contiene una variable que representa el efecto de bloques, el cual también debe tener su propia varianza o cuadrado medio. (México, 2007).

Con el diseño experimental de bloques se aprueban o desaprueban las siguientes hipótesis dependiendo del valor de probabilidad, si $p < 0.05$ se aprueba H_a (hipótesis alternativa). Y se rechaza la H_0 (hipótesis nula).

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ (No existe efecto de tratamiento o todas las medias debidas a tratamiento son iguales).

H_a : $\mu_i \neq \mu_j$; para $i \neq j$ con $i, j = 1, 2, \dots, k$, (al menos un par de medias es diferente o no todas las medias debidas a tratamiento son iguales). (Nacional, 2016).

2.1.2.16 Software estadístico ANOVA

Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de las medias de dos o más poblaciones que son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

Para elaborar un ANOVA, debe tener una variable de respuesta continua y al menos un factor categórico con dos o más niveles. Los análisis ANOVA requieren datos de poblaciones que sigan una distribución aproximadamente normal con varianzas iguales entre los niveles de factores. Sin embargo, los procedimientos de ANOVA funcionan bastante bien incluso cuando se viola el supuesto de normalidad, a menos que una o más de las distribuciones sean muy asimétricas o si las varianzas son bastante diferentes. Las transformaciones del conjunto de datos original pueden corregir estas violaciones. (minitab18, 2019).

2.1.2.17 Humedad

para determinar la humedad del grano de café en secado solar, Oliveros propuso un método directo, denominado Gravimet, basado en la relación en peso del café en los estados de lavado y secado. En este proceso se elimina parte del agua del producto hasta niveles que permitan disminuir la actividad del agua, para reducir el crecimiento de hongos y bacterias, y permitir su almacenamiento por largos períodos. Una vez lavado, el grano de café tiene un contenido de humedad cercano al 53% (b.h), el cual se reduce por medio del secado al rango del 10% al 12% (b.h), para permitir su conservación en etapas posteriores, como almacenamiento y transporte. Se utilizará la siguiente ecuación. (Oliveros, Pañuelan , & Jurado, 2013)

$$Chf = \left[1 - \frac{Pi(1-Chi)}{Pf} \right] 100$$

Donde:

Pi: Masa inicial del café, g

Chi: Contenido inicial de humedad, %, b.h (53% constante).

Pf: Masa final, g

Chf: Contenido final de humedad estimada, %, b.h con el método de Gravimet

2.1.3 ESTADO DEL ARTE

2.1.3.1 “Secado de Pulpa de Café: Condiciones de Proceso, Modelación Matemática y Efecto sobre Propiedades Físicoquímicas”

Existen diversos factores que afectan al proceso de secado de la pulpa de café y que cambian sus propiedades físicoquímicas. Al momento de poner la pulpa en los recipientes de secado ay que asegurarse de que la capa sea delgada para que tenga un secado uniforme y cada trozo de pulpa tenga la misma coloración, contenido de cafeína, ácido cloro génico y la misma humedad para que no afecta en un futuro el resto de la pulpa. El modelo de Page es uno de los modelos bases en muchas investigaciones de secado de pulpa de café usando temperaturas constantes, Este proceso experimental se realizó en Armenia, Quindío- Colombia y se trabajó con pulpa de café recién extraída de variedad castilla, el proceso de secado se realizó a temperatura controlada de 40°, 50° y 60° c el objetivo era establecer el efecto del tiempo y temperatura sobre la cinética de secado de la pulpa de café. (Serna Jimenez, Torres Valenzuela, Martinez Cortinez, & Hernandez Sandoval , 2018).

2.1.3.2 Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja.

Se utilizó pulpa de café deshidratada en la dieta de alevines de tilapia roja, en el centro de alevinaje en la granja Bombi municipio el salvador, provincia Guantamano, Cuba. Se encuentran variaciones en la composición química de la pulpa, estas dependen del clima, altitud, suelo, prácticas de cultivo, variedades de café, época de cosecha y tecnologías de beneficio. (Castillo Corella, y otros, 2002).

Toda empresa usa métodos diferentes de producción en el caso de Supra café Colombia tienen una línea de beneficio de alta tecnología utilizando maquinas Multiscam que permiten

sacar cafés de alta calidad, por medio de la selección de impurezas como hojas palos café vanos, dañados, verdes y sobre maduros, también selección por tamaño de café dejando solo el café de alta calidad del cual se obtiene la pulpa utilizada para la exportación.

2.1.3.3 El nuevo lujo de la cáscara del café, que ahora supera el precio del propio grano.

Aida Batlle propietaria de la finca Kilimanjaro en el Salvador comenzó a comercializar la cascara seca de café hace 10 años, algunos de sus clientes son Blue Bottle propiedad de Nestlé y Slingshot Café, quienes la utilizan en sus infusiones de té.

Es un producto muy rentable, es más caro que el propio grano de café, para conseguir un kilo de cascara se necesita más grano por lo que el precio asciende a 10 euros por kg. (Alarcon , 2020).

En Colombia es nuevo el producto, pero apunta a que sea muy rentable para los caficultores los cuales solo lo ven como desecho, pero para esto deben conocer como es el proceso para secarla y procesarla el cual no existe aún.

CAPITULO 3

3.1 METODOLOGÍA

Tabla 1

Metodología.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	MÉTODO
Realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de secado de la pulpa de café que efectúa la empresa Supracafé.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostico • Lista de chequeo • Entrevista • Diagrama de recorrido • Diagrama de flujo • Braimstorming • Causa y efecto • Diagrama de Pareto • Formulación del problema 	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas más relevantes según la bibliografía • Análisis de los resultados del Braimstorming en conjunto con personal de la empresa. • Con el diagrama de Pareto analizar las causas más importantes del problema • Ayar el kaizen dentro del diagrama de recorrido
Determinar el modelo experimental del secado de la pulpa de café	<ul style="list-style-type: none"> • Se establece los 4 tipos de café del cual se extraerá la pulpa para el experimento. • Tipos de secado a utilizar • Cantidad de la muestra 	<ul style="list-style-type: none"> • Variedad de pulpa de café requerida para exportación. • Cantidad de la muestra • Secadores solares actual de la empresa.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	MÉTODO
a través de técnicas estadísticas.	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea la ficha de análisis de documentos • Determinación de las variables a manipular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizan 3 repeticiones de cada variedad de cascara de café para obtener una estimación de error experimental. • Ficha de recolección de datos • Tablas xr con el software estadístico (ANOVA).
Proponer el sistema de secado de la pulpa de café que garantice la optimización del proceso en la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de secado que optimice el proceso • Tipos de café donde se puede extraer la pulpa • Comparación entre el secado actuar y el secado propuesto 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el mismo experimento que en el secador actual y recoger los mismos datos en el nuevo secador. • Realizar los análisis correspondientes y comparar curvas de secado • Modelo 2*4 en Minitab de tiempos

Fuente: elaboración propia

3.2 ENFOQUE METODOLÓGICO

El Diseño del proceso de secado para la extracción de pulpa de café en la empresa SUPRACAFÉ ubicada en la venta-Cajibío, Cauca, es una investigación de carácter Mixto que se utiliza para recoger, constituir resumir, exhibir y analizar los resultados de las observaciones, con la presente indagación se pretende describir y determinar el proceso bajo el

cual, debe ser manejada la pupa de café, de tal manera que se logre utilizar para las infusiones aromáticas.

La investigación se fundamenta en fuentes bibliográficas, relatorías y experimentales de agrónomos que hacen parte de la empresa SUPRACAFÉ ubicada en la venta-Cajibío, Cauca.

Es una investigación de tipo exploratoria porque se pretende realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de secado de la pulpa de café que se efectúa al interior de la empresa, proponer el modelamiento del proceso de secado óptimo a través de técnicas de modelado y finalizar con la realización de la simulación del proceso de secado de la industria Supracafé.

3.3 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

La investigación exploratoria resuelve problemas con ayuda de experimentos y material bibliográfico, para tomar como ejemplo investigaciones similares y experimentar con varios métodos obteniendo datos que se analizaran estadísticamente, para comprobar la hipótesis inicial del problema. (Jimenez, 1998).

EXPERIMENTAL: En el estudio se manipulan y se controlan variables.

3.4 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable independiente Diseño experimental

Variable dependiente Condiciones industriales

3.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

VALIDEZ la validez de la información será dada por un especialista dentro de Supracafe.

CONFIABILIDAD programas especializados para el análisis de la información.

3.6 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Excel

Minitab

3.7 UNIVERSO POBLACIÓN Y MUESTRA. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN O INCLUSIÓN

Supracafé procesa 217 variedades de café de las cuales solo se utilizan 4 para el experimento, estos cafés son los que no se ha fumigado, la empresa no tiene un café o cafés definidos de los cuales sacar la cascara, en el momento toda cascara que se haya fumigado hace un año ya está siendo aprovechada por la empresa.

Las muestras se hacen en 3 repeticiones de 4 variedades en los dos secadores es decir un modelo $2*4$, en total serian 6 kilos de cada variedad que corresponden a 24 kilos en total.

CAPITULO 4 RESULTADOS

4.1 Diagnóstico Supracafé S.A pulpa de café

Para este diagnóstico se aplicó una entrevista a la jefe de producción, Lista de chequeo de control de calidad, diagrama de flujo del proceso de la pulpa de café a través de una inspección en el beneficiadero de Supracafé, diagrama de recorrido, brainstorming, causa y efecto, diagrama de Pareto.

4.1.1 Entrevista

La entrevista fue diseñada con el fin de saber que pasa actualmente con el proceso de obtención de materia prima para el producto Tabifruit el cual son infusiones de pulpa de café

Se evidencia que no se tiene conocimiento del proceso y se realiza empíricamente, hace falta un control y registro de las etapas del proceso, es por esto el porcentaje de baja utilización de pulpa de café por parte de la empresa como se puede evidenciar en la tabla 2 que fue sacada según el anexo 2, la tabla 3 y en la figura 3

Tabla 2

Cantidad de Café Cereza y Pulpa Producidas en el Año 2020

Ítems	kilos
Qué cantidad de café cereza cosechan al año	380.672
Cantidad de pulpa de café obtenida en el año	163.689
Que cantidad de pulpa es utilizada para el proceso de secado	4000
Qué cantidad secan en cada cama	13
Porcentaje de pulpa utilizada	2,4%

Fuente: propia

4.1.3 Datos históricos de pulpa húmeda

Tabla 3

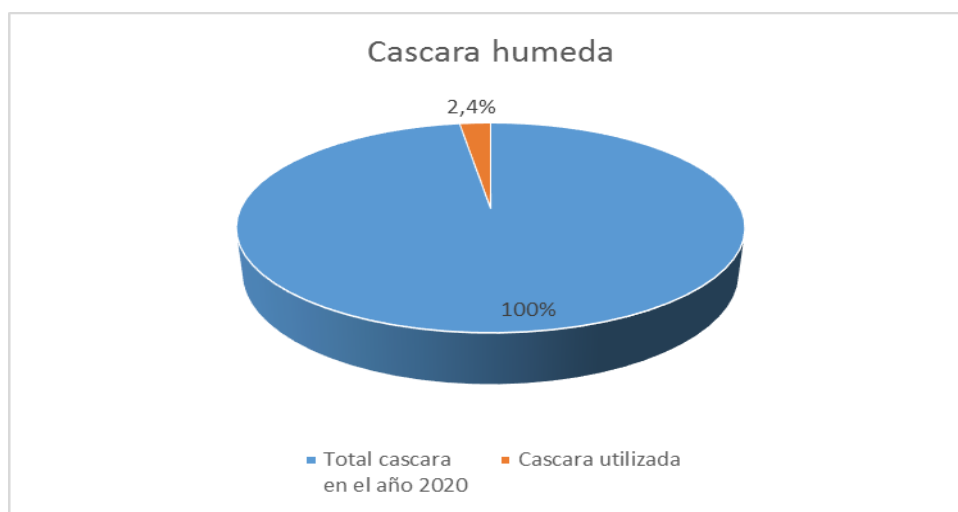
Producción de Café Cereza y Pulpa año 2020

AÑO 2020		
MES	KILO CAFÉ CEREZA	PULPA OBTENIDA DESPUES DEL DESPULPADO (kg)
Enero	733	315
Febrero	1.323	569
Marzo	1.115	479
Abril	11.037	4.746
Mayo	77.434	33.297
Junio	198.548	85.376
Julio	41.773	17.962
Agosto	6.236	2.681
Septiembre	4.232	1.820
Octubre	8.999	3.870
Noviembre	23.618	10.156
Diciembre	5.624	2.418
TOTAL	380.672	163.689
PULPA DE CAFÉ UTILIZADA		4.000
PULPA DE CAFÉ SECA OBTENIDA		600

Fuente: propia

Figura 3

Porcentaje de pulpa Húmeda



Fuente: propia

4.1.4 Lista de chequeo de proceso pn pulpa

La empresa es un beneficiadero de café por lo que la lista de chequeo es enfocada en el manejo que se le da a la pulpa de café desde que está en la mata hasta su embalaje, se toman como referencias investigaciones sobre el secado de pulpa de café.

La Función básica de las listas de chequeo es descubrir circunstancias peligrosas que puedan generar incidentes o enfermedades laborales, también es utilizado para recoger datos a través de un análisis del entorno o un asunto específico.

Se realizaron las siguientes preguntas de acuerdo a la bibliografía las cuales se establecieron para la elaboración del proyecto. Se tomaron algunos criterios de calidad y otros se modifican acoplándose a la razón de ser de la empresa los cuales se muestran en la tabla #4 y el resultado de la lista de chequeo en la figura 4 ver formato anexo 3

Tabla 4

Lista de Chequeo.

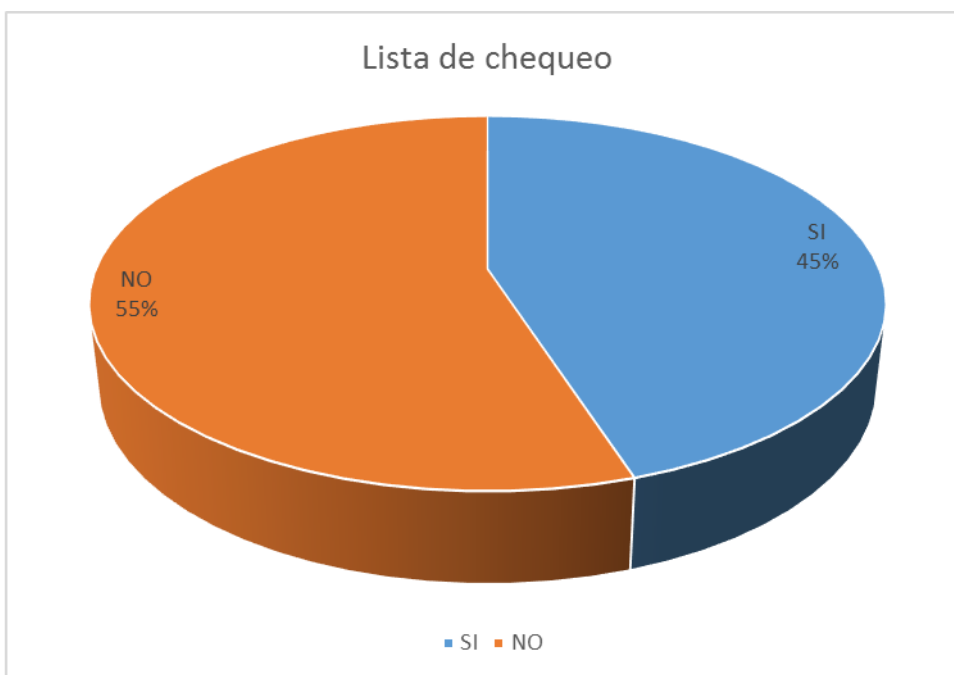
ITEMS	SI	NO
1	X	
2	X	
3		X
4		X
5	X	
6		X
7		X
8		X
9	X	
10		X
11	X	
Total	5	6
%	45%	55%

Fuente: Control de calidad

Grafica lista de chequeo

Figura 4

Lista de Chequeo



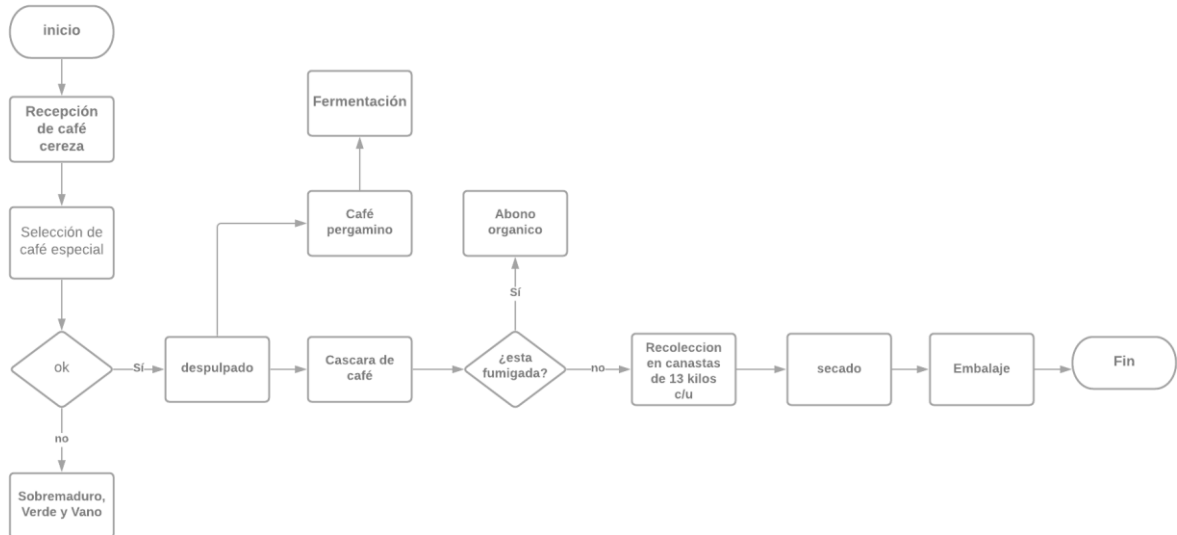
Fuente propia

De los 11 ítems de la lista de chequeo del proceso de secado se puede concluir que la empresa Supracafé está cumpliendo con el 45% de los requisitos para el proceso y un 55% no está cumpliendo, como se puede observar ese 55% es clave para la buena realización del proceso, debido a que este porcentaje hace referencia al faltante de control de calidad por esto es importante saber las causas que llevan a este problema; se hará primero el diagrama de recorrido (ver figura 6) y el diagrama de flujo del proceso (ver figura 5).

4.1.5 Diagrama de flujo

Figura 5

Diagrama de Flujo de Cascara de Café

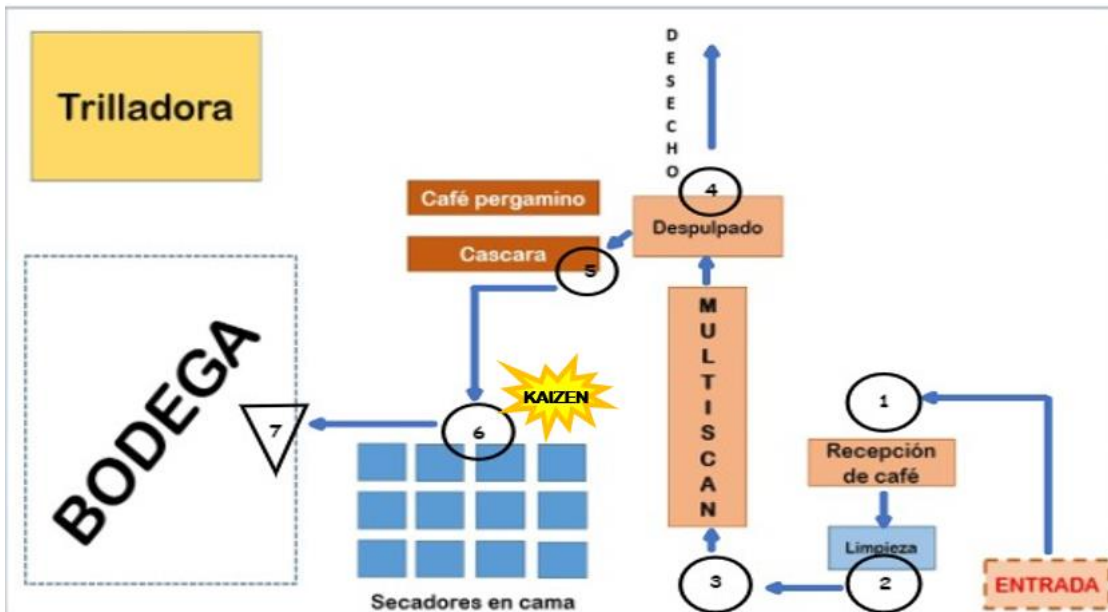


Fuente: propia

4.1.6 Diagrama de recorrido

Figura 6

Diagrama de Recorrido de la Pulpa de Café



Fuente: propia

4.1.7 Brainstorming

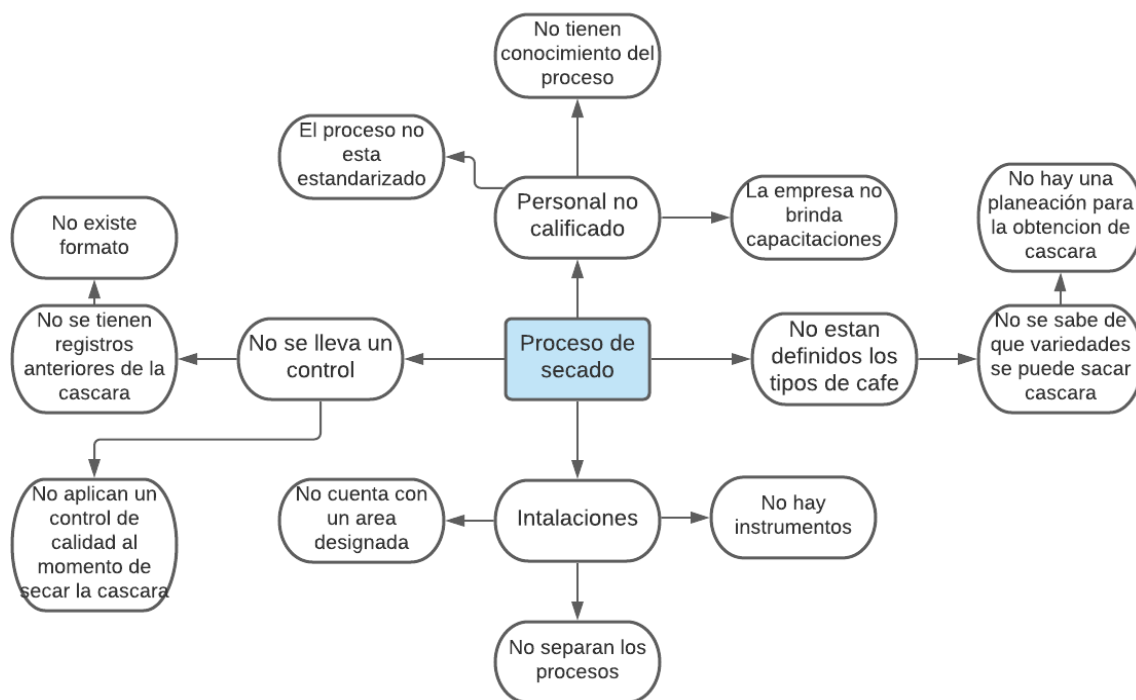
La lluvia de ideas se realizó en conjunto con el personal de la planta debido a que cada uno tiene una manera distinta de ver los problemas; con el fin de que grupalmente asociaran todos los inconvenientes que existen en el proceso de secado a raíz de los resultados de la entrevista y la lista de chequeo y poder implementar mejoras en el proceso.

Los resultados de este ejercicio se muestran en la figura 7.

Teniendo en cuenta la lluvia de ideas se realiza en diagrama causa y efecto donde se clasifica cada una de las causas que están generando el problema como se muestra en la figura 8.

Figura 7

Lluvia de Ideas



Fuente: propia

4.1.8 Causa y efecto

Figura 8

Diagrama de Ishikawa



Fuente: propia

El diagrama causa y efecto facilita la discusión y análisis en torno a la identificación de causas y sus posibles soluciones dándole priorización a las causas donde 1 es menos importante y 10 muy importante, como se puede observar en la tabla 4.

Tabla 5*Valorización de causas de Acuerdo a su Importancia*

	CAUSAS	ESCALA	PORCENTAJE	ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
1	No hay un secador para la cascara	10	18%	10	18%
2	No hay instrumentos de medición para la pulpa	8	15%	18	33%
3	No cuenta con un área designada de secado	6	11%	24	44%
4	No se lleva control	5	9%	29	53%
5	No existen formatos	5	9%	34	62%
6	No existe un control de calidad al momento de secar la cascara	5	9%	39	71%
7	No están definidas las variedades de café de las cuales obtener la cascara	4	7%	43	78%
8	Personal no calificado	3	5%	46	84%
9	La empresa no brinda capacitaciones sobre el proceso de secado de la pulpa	3	5%	49	89%
10	Falta de planeación	3	5%	52	95%
11	El proceso no está estandarizado	2	4%	54	98%
12	No se tiene registros anteriores de la cascara	1	2%	55	100%
	Total	55	100%		

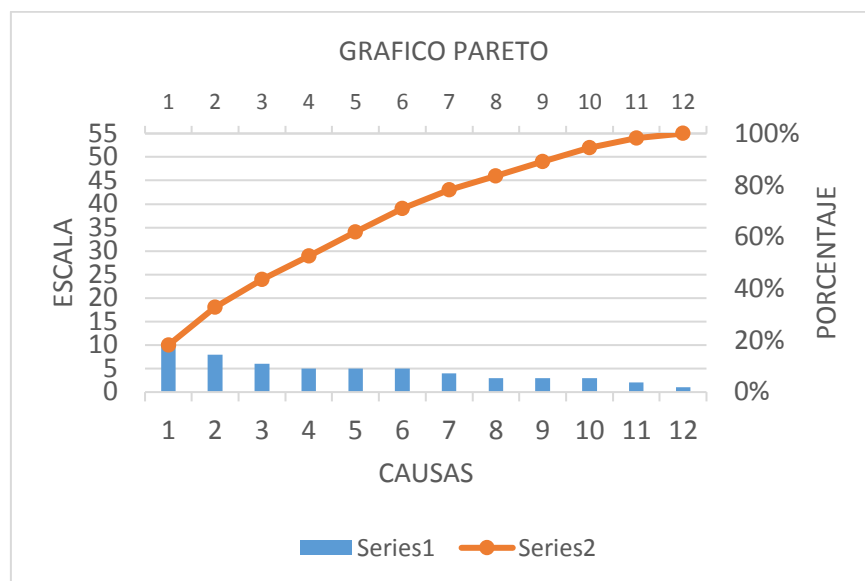
Fuente: propia

Se puede observar que la causa más relevante en el problema, es la falta de un secador para la pulpa según el gráfico de Pareto que se muestra en la figura 9, donde nos dice que el 20% de las causas representan el 80% del problema.

4.1.9 Diagrama de Pareto

Figura 9

Gráfico de Pareto



Fuente: Propia

4.1.10 Conclusión general diagnóstico

Para poder realizar el diagnóstico, se inició con una lista de chequeo (Check List) demostrada anteriormente, Visitamos la empresa con el fin de tomar datos presencialmente de las instalaciones, material (Café) y la conducta del personal. Con el fin de tomar las medidas correctas si la empresa se desempeñaba o no con los ítems descritos en la lista de chequeo.

Al analizar la figura # 3 la cual tiene como nombre resultado diagnóstico se pudo comprobar que se necesita mejorar en un 18% para lograr una mejor producción se puede decir que es un porcentaje bastante favorable para la empresa ya que se deben realizar un mínimo mejoramiento.

4.2 Modelo Experimental

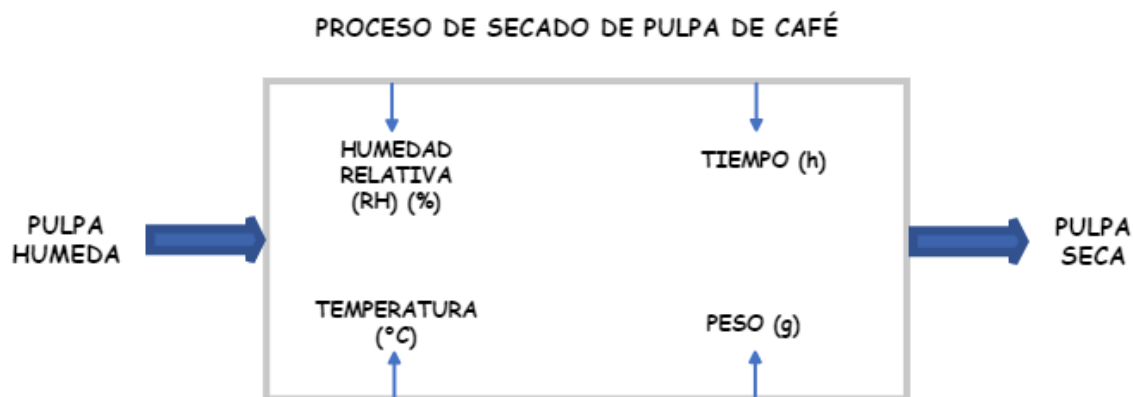
En este capítulo se tratará todo lo del modelo experimental del secado de la pulpa de café a través de técnicas estadísticas; donde se realiza un trabajo de campo donde se hace la recolección de las muestras y toma de datos, con estos se hace el análisis estadístico de temperatura, humedad relativa y disminución de peso en el transcurso de los días; todo esto para los 4 tipos de café en el secador de camas.

4.2.1 Trabajo de campo

Para el modelo experimental de pulpa de café, en el proceso de secado se tuvieron en cuenta las variables tales como se muestra en la figura: 10, que posteriormente nos servirán para resolver las causas más importantes del problema del proceso de secado.

Figura 10

Técnicas



Fuente: Propia

4.2.2 materiales

Camas hechas en madera de 1 metro cuadrado con una capacidad de 13 kilos, en las cuales el secado se hace bajo invernadero expuesto al sol, estas se colocan sobre unos soportes

en madera o a veces se colocan sobre el piso de cemento; el techo de la instalación es de plástico de invernadero como se muestra en la figura 11.

Para la recolección de datos se utiliza: balanza digital industrial en acero inoxidable de 20 kg figura: 11 (ver ficha técnica anexo 4) y Termohigrómetro Digital Htc-2 Sonda Temperatura Y Humedad figura 12 (ver ficha técnica anexo 5).

Figura 11

Balanza Digital



Figura 12

Termohigrómetro Digital Htc-2



Figura 13

Sistema Actual de Secado de Supracafé en Camas



Fuente: propia

4.2.3 Diseño de muestreo

El propósito del muestreo se realiza con el fin de monitorear las características de calidad durante el proceso de secado, el tipo de muestreo para esta investigación se realizará en base a la metodología estadística de sistema de bloques al azar 2x4 (2 secadores por 4 tipos de pulpa de café; en este capítulo se analizarán los resultados del secado actual y en el siguiente capítulo se analizan los resultados del secador propuesto. se desarrolla cada aspecto del esquema metodológico presentado en la figura: 14; de 4 tipos de café (Orgánico, Tabí, Borbón y Caturro) se realizan 10 muestras en diferente fecha de acuerdo al tipo de cosecha: 5 en el mes de mayo-junio y 5 en el mes de diciembre.

Figura 14

Procedimiento de Muestreo



Fuente: Propia

Aspectos a tener en cuenta: Del total de café cereza un 43.2% es pulpa, es importante aclarar que no todo el café se utiliza para la extracción de pulpa.

Para el muestreo se tomó 1 kilo por cada variedad de café en 10 muestras aleatorias; las cuales se secaron en una cama individual con capa de 1 cm, para la recolección de datos se utilizó una balanza digital industrial en acero inoxidable de 20 kg y un Termohigrómetro Digital Htc-2 Sonda Temperatura Y Humedad y una probeta de densidad. Los datos se registran en una tabla que se muestra en el anexo 1 donde se registra la hora, el peso, la temperatura ambiente y la humedad relativa. Para obtener una comparación de peso húmedo y peso seco de la cascara se toma como referencia el balance de los materiales obtenidos del procesamiento del café en cereza, del instituto de nutrición de centro América y Panamá INCAP de 1978 como se muestra en la tabla # 5.

Tabla 6*Balace de los Materiales Obtenidos del Proceso del Café en Cereza*

Producto	Peso fresco		Humedad	Peso seco	
	g	%	%	g	%
Café Cerezo	1000	100,0%	65,50%	345	100%
Pulpa de café	432	43,20%	77,0%	99	28,7%
Fruto de café, mucilago, cascarilla	568	56,80%	56,0%	250	72,2%
Mucilago				17	4,9%
Fruto de café, cascarilla	450		50,0%	225	
Cascarilla	61	6,1%	32,0%	41	11,9%
Fruto del café	389	38,9%	51,0%	191	55,4%

Fuente. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP, 1978

Los valores óptimos según el gerente de Supracafé para el secado de la pulpa se muestran en la tabla 7.

Tabla 7*Tabla de Limites Supracafé*

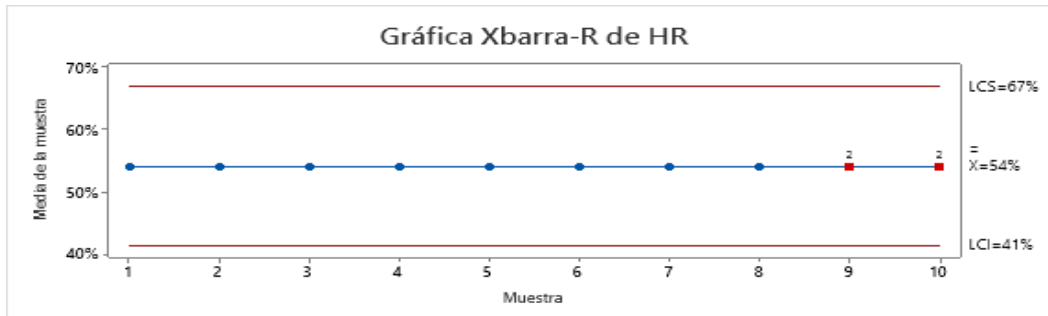
Tabla Estándar Supracafé		
Variables	Lci	Lcs
Temperatura	25 °C	35 °C
Humedad Relativa	11%	80%

Fuente: Supracafé

4.2.4 Resultados de las variables para café orgánico en Cama (ver tablas de datos en el anexo 6).

Figura 15

Media de la Humedad Relativa

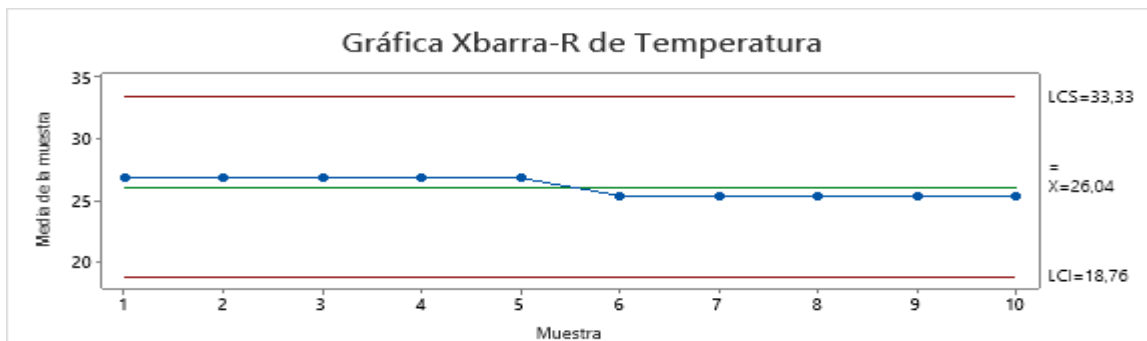


Fuente: minitab

En la figura 15 la humedad relativa es constante en 54% por lo que las condiciones ambientales se mantienen estables; cumpliendo con los límites de 11% y 80% de la empresa Supracafe.

Figura 16

Temperatura Ambiente



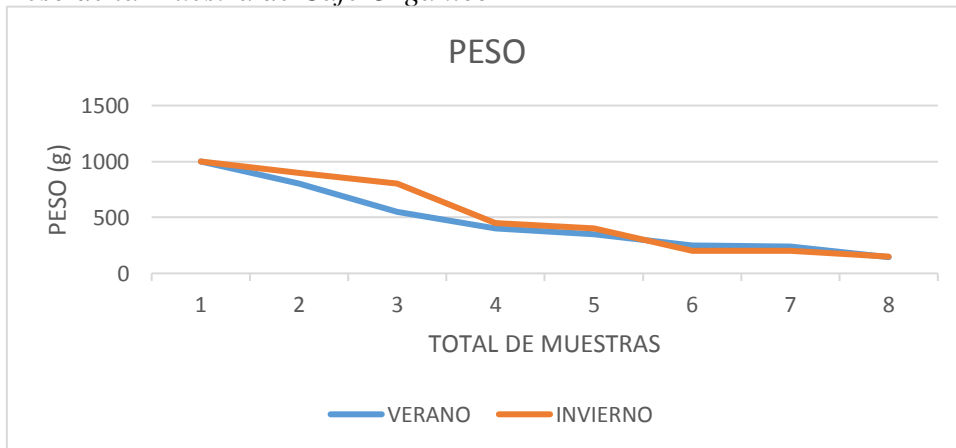
Fuente: minitab

La temperatura ambiente en la figura 16 se mantiene constante muy cerca de la media de 26,04, de las muestras de la 1-5 se encuentran por encima de la media con una temperatura de

27 °C y de las muestras 6-10 se encuentran por debajo de la media, pero no sobrepasan el límite de 25°C.

Figura 17

Peso de la Muestra de Café Orgánico



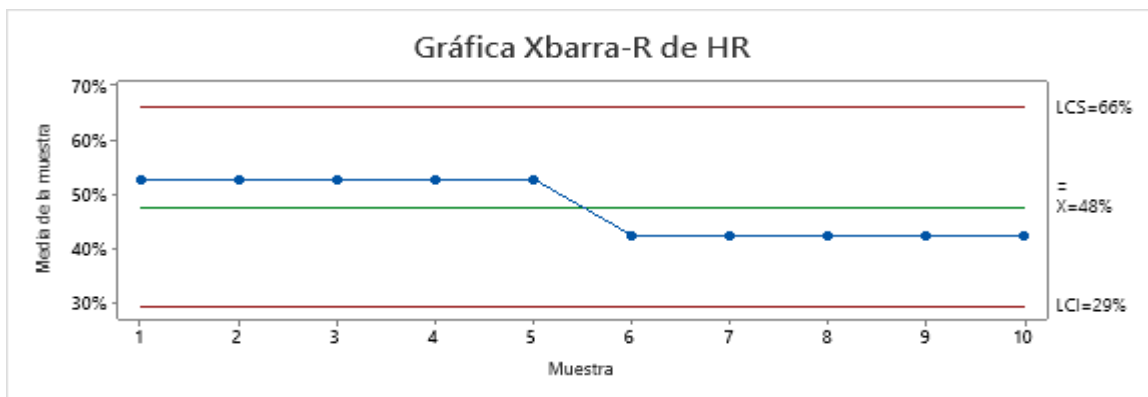
Fuente: propia

La curva de deshidratación en tiempo de verano es más constante que la de invierno por lo que es preferible secar la cascara en tiempo de verano para que no sufra cambios en el peso demasiado significativos.

4.2.5 Resultados de las variables para café Tabí en Cama

Figura 18

Media de la Humedad Relativa

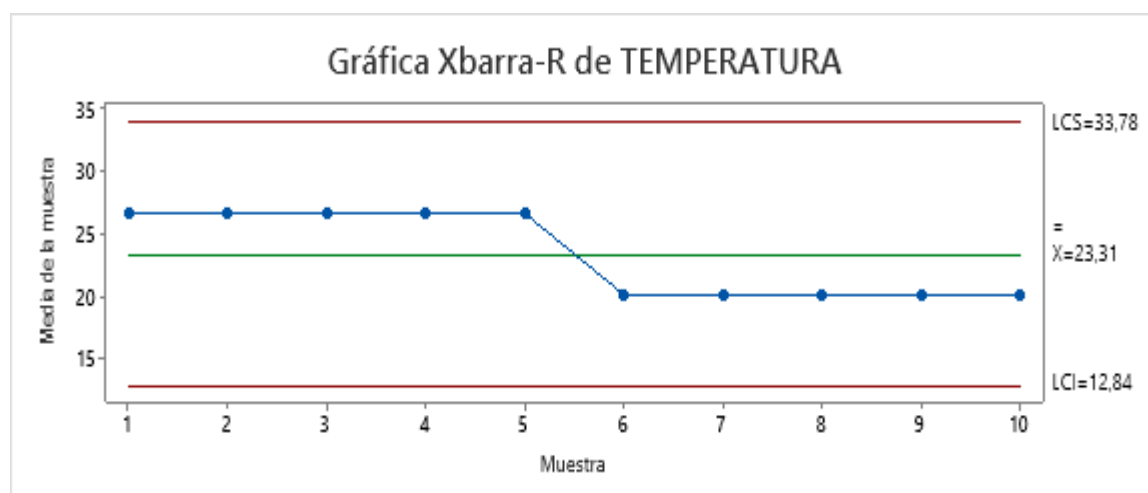


Fuente: minitab

Según la figura 18 se evidencia que en los meses de abril-mayo de los cuales se tomaron las muestras de 1 a 5 de pulpa de café tabí en donde se realizó el sistema de secado en cama, se encuentra dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa Supracafé los cuales determinan que la humedad relativa debe estar dentro de los límites del 11% y 80%; donde la media es 48%, los datos obtenidos en las muestras cumplen con las especificaciones dadas.

Figura 19

Temperatura Ambiente

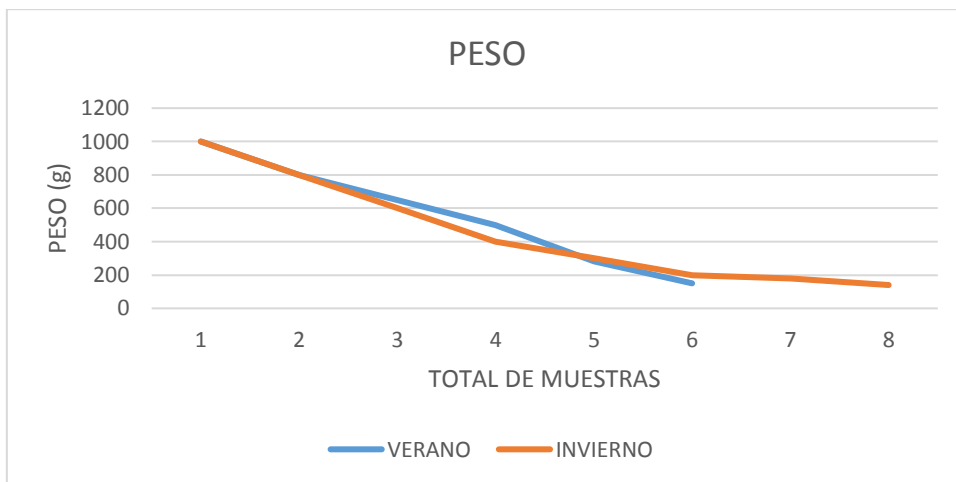


Fuente: minitab

En la figura 19 se observa que las muestras 1 a 5 el sistema de secado en cama, se encuentran dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa los cuales determinan que la temperatura debe estar dentro de los límites 25°C y 35°C y estas se encuentran con 27°C. las muestras del 6 al 10 están por debajo de la media, pero no cumple con los parámetros de la empresa donde dice que la temperatura mínima permitida es del 25%, esto se debe a que en el mes de diciembre donde fueron tomadas las muestras el clima fue demasiado lluvioso.

Figura 20

Peso de la Muestra de Café Tabí



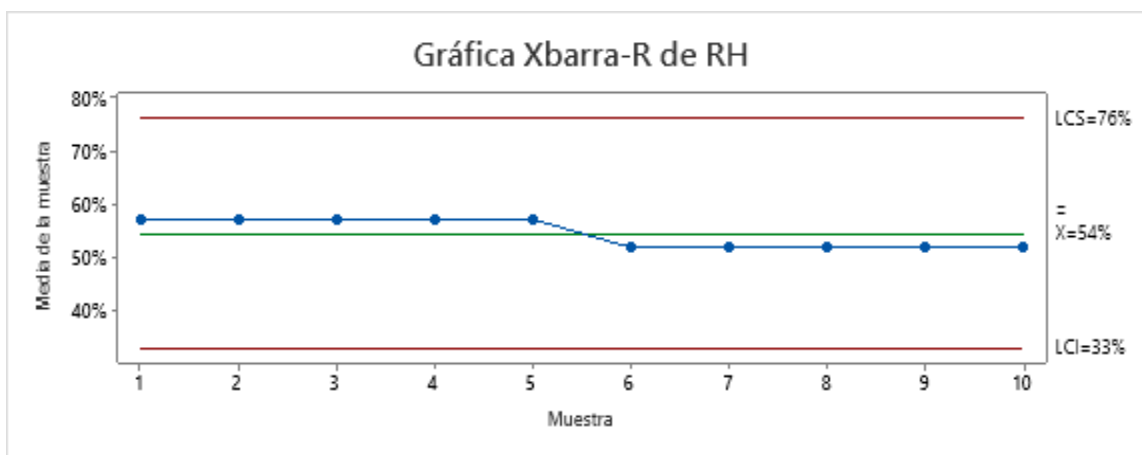
Fuente: propia

Para el café tabí las condiciones ambientales de secado en cama no son adecuadas en tiempo de invierno como se muestra en la figura 20, debido a que se demora más tiempo y esto puede afectar su calidad final.

4.2.6 Resultados de las variables para café borbón en Cama.

Figura 21

Media de la Humedad Relativa

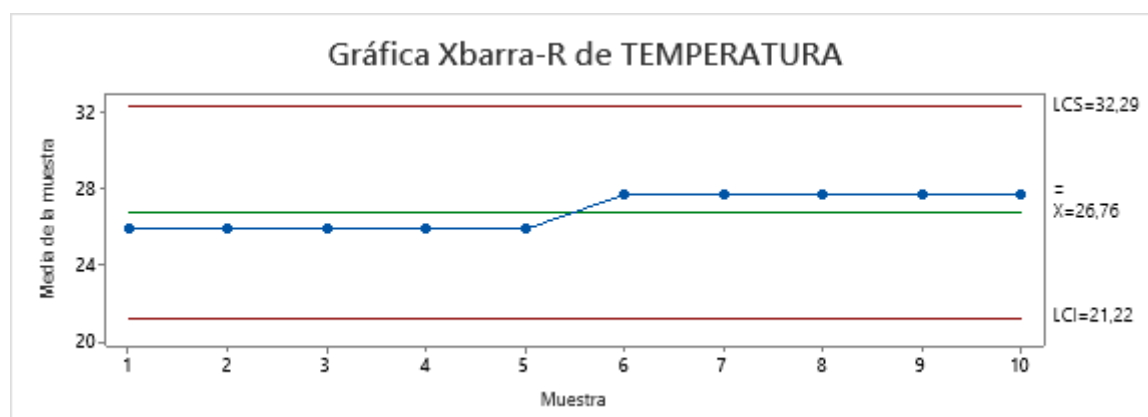


Fuente: minitab

Según la figura 21 se evidencia que en los meses de abril-mayo de los cuales se tomaron las muestras de 1 a 5 de pulpa de café borbón en donde se realizó el sistema de secado en cama, se encuentra dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa Supracafé los cuales determinan que la humedad relativa debe estar dentro de los límites del 11% y 80% ; donde la media es 54% y sus límites superior e inferior están dentro de los parámetros dados por la empresa, los datos obtenidos en las muestras cumplen con las especificaciones dadas.

Figura 22

Temperatura Ambiente

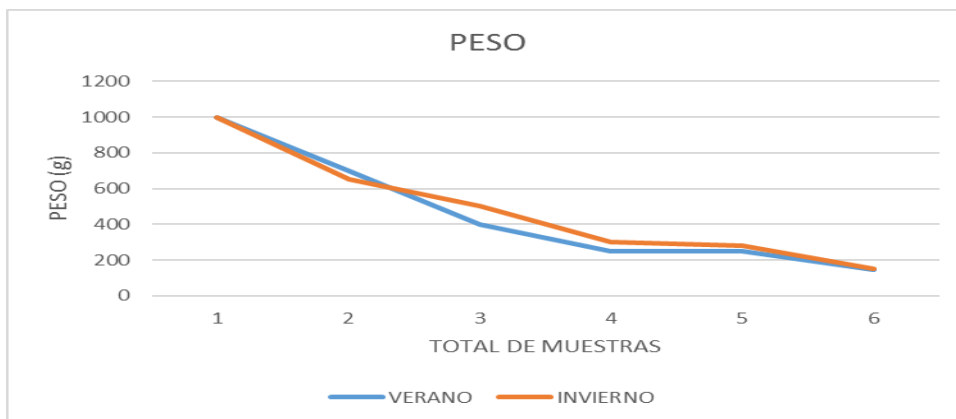


Fuente: minitab

En la figura 22 se observa que las muestras 1 a 5 las cuales se toman en los meses de abril-mayo en el sistema de secado en cama, se encuentran dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa los cuales determinan que la temperatura debe estar dentro de los límites 25°C y 35°C y estas se encuentran con 25°C. Para el mes de diciembre las muestras del 6 al 10 están por encima de la media y dentro del límite del análisis, cumple con los parámetros de la empresa donde dice que la temperatura máxima permitida es del 35°C.

Figura 23

Peso de la Muestra de Café Borbón.



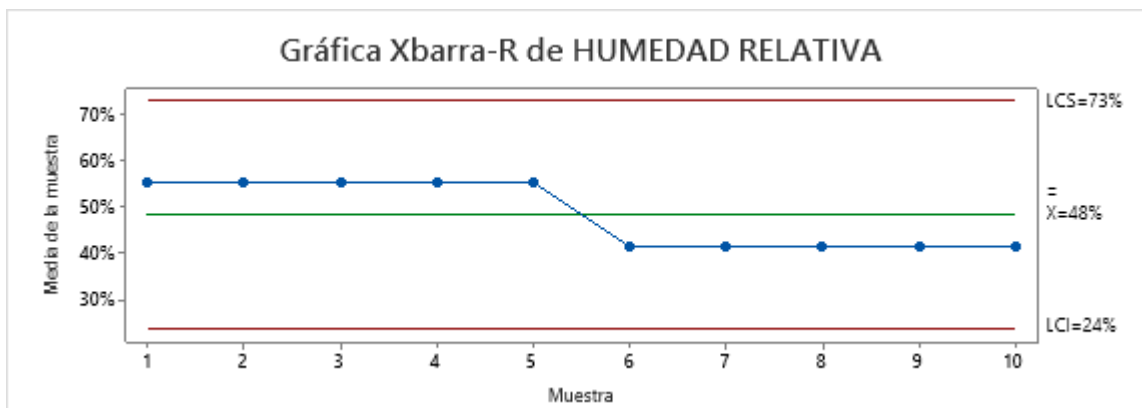
Fuente: propia

La curva de deshidratación para el café borbón en el sistema de secado en cama, en tiempo de verano es constante, en invierno estas variaciones son mayores.

4.2.7 Resultados de las variables para café Caturro en Cama.

Figura 24

Media de la Humedad Relativa



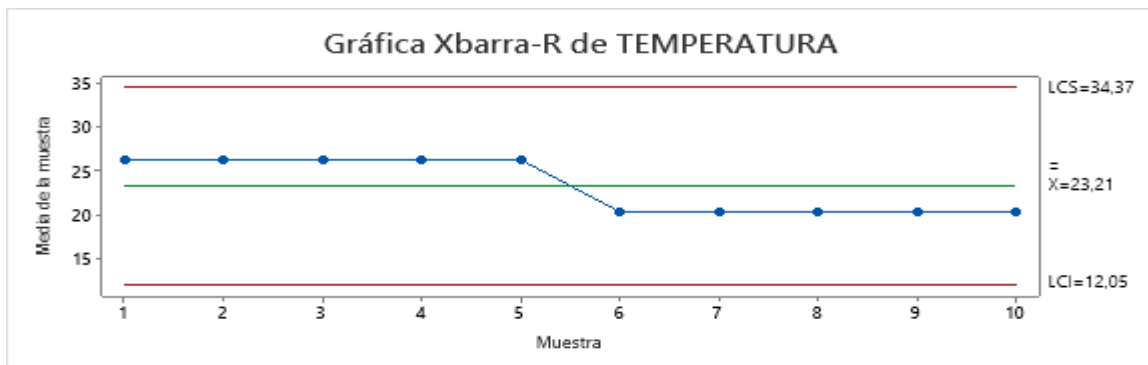
Fuente: propia

Según la figura 24 se evidencia que en los meses de abril-mayo de los cuales se tomaron las muestras de 1 a 5 de pulpa de café caturro en donde se realizó el sistema de secado en cama, se encuentra dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa Supracafé los

cuales determinan que la humedad relativa debe estar dentro de los límites del 11% y 80% ; la media es 48% y sus límites superior e inferior están dentro de los parámetros dados por la empresa, los datos obtenidos en las muestras cumplen con las especificaciones dadas con una variación mínima.

Figura 25

Temperatura Ambiente

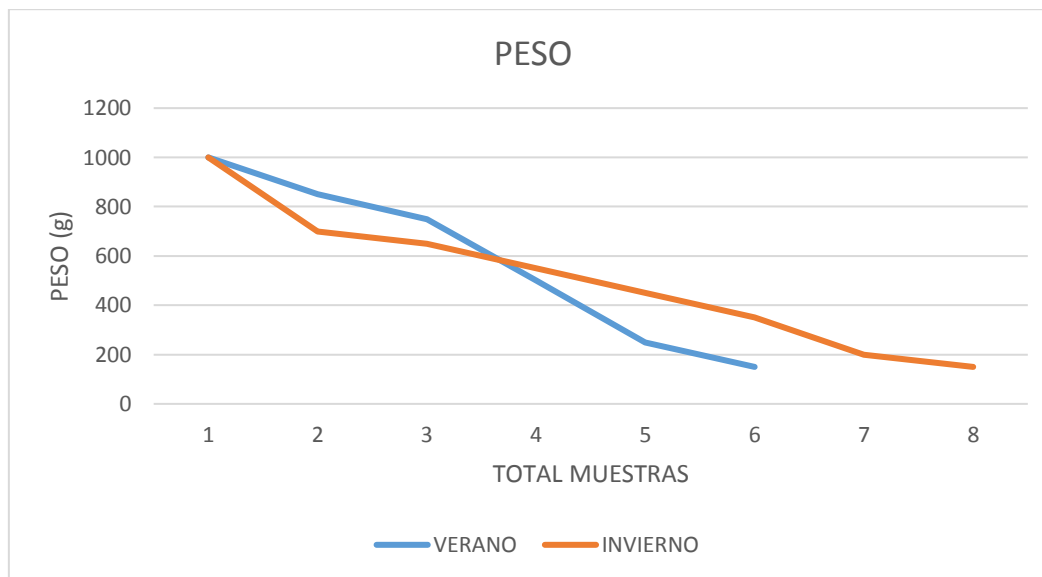


Fuente: minitab

En la figura 25 se observa que las muestras 1 a 5 las cuales se toman en los meses de abril-mayo en el sistema de secado en cama, se encuentran dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa los cuales determinan que la temperatura debe estar dentro de los límites 25°C y 35°C y estas se encuentran con 26°C. Para el mes de diciembre las muestras del 6 al 10 están por debajo de la media y no están dentro del límite del análisis, esto significa que no cumple con los parámetros de la empresa donde dice que la temperatura mínima permitida es del 25%, esto se debe a que en el mes de diciembre donde fueron tomadas las muestras el clima fue demasiado lluvioso.

Figura 26

Peso de la Muestra de Café Caturro



Fuente: propia

Las curvas de deshidratación no llevan una constante por lo que las condiciones ambientales del secado en cama no son adecuadas para el secado de pulpa de café.

La temperatura y humedad relativa de cada una de las muestras se resume en la tabla 7.

Tabla 8

Resumen de las Medias de Humedad Relativa y Temperatura Sistema de Secado en Cama

Tipo de café	Media Humedad Relativa	Media de la Temperatura
Orgánico	54%	25,042°C
Tabí	48%	23,31 °C
Borbón	54%	26,76 ° C
Caturro	48%	23,21°C
MEDIA DE LAS MEDIAS	51%	24,58 °C

Fuente: propia

La media de las medias de la temperatura en el sistema de secado en cama está por debajo de 25 °C óptimos para el secado de la pulpa de café, por lo que este sistema no cumple con las condiciones adecuadas para el proceso; debido a que este sistema de secado del café

pergamino y por la gran producción no existe espacio para la pulpa de café y en la mayoría de las veces se deben poner las camas en el piso (anexo 4), bloqueando así el flujo del aire y retrasando su deshidratación además de la falta de buenas prácticas de manufactura BPM.

4.3 Sistema de secado de pulpa de café propuesto

En este capítulo se propone el nuevo sistema de secado el cual aumentara la eficiencia en 80% El diseño de secado parabólico se tomó con base a los secadores parabólicos mejorados de Cenicafe en los cuales se ha notado una disminución considerable en el tiempo de secado, reducción del volumen del aire y mejora el aprovechamiento de la energía solar. (Oliveros Tascon, Ramirez Gomez, Sanz Uribe , & Panuela Martinez, 2008).

Estos secadores son muy utilizados por los pequeños caficultores del país por lo que este nuevo sistema de secado de pulpa de café lo podrán poner en práctica todos los caficultores del país y así obtener nuevos ingresos.

Debido a que es totalmente cerrado impide la entrada de bichos que puedan contaminar el producto.

4.3.1 Diseño del secador Parabólico.

Materiales: madera, tornillos plásticos y malla cafetera

Dimensiones:

Largo: 10 metros

Ancho: 5 metros

Altura: 1.80

Tamaño de las paseras: 2 * 10 metros

Consta de 4 paseras fijas de 20 metros cuadrados cada una, con capacidad de 260 kilos de pulpa húmeda por pasera, en total serian 1.040 kilos de pulpa húmeda. Se pueda observar la distribución en la figura 27(ver diseño por fuera en el anexo 7).

Figura 27

Secador Parabólico

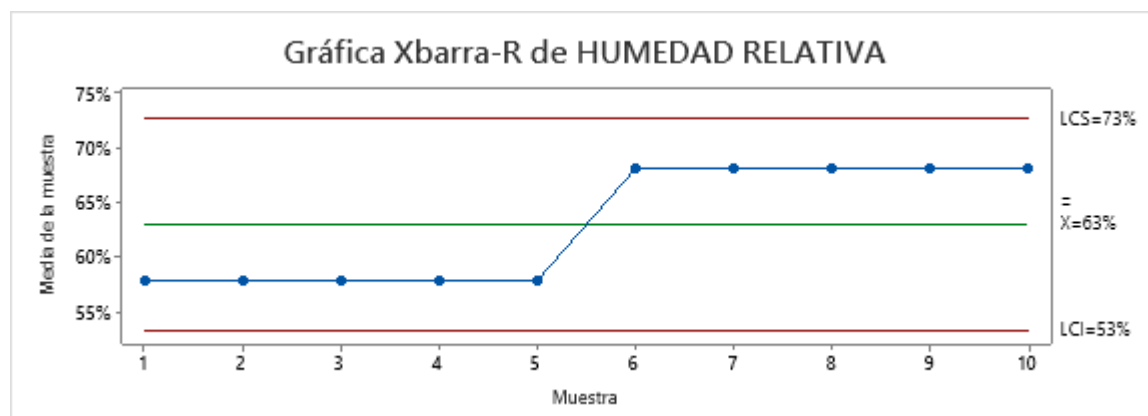


Fuente: propia

4.3.2 Resultado de variables de pulpa de café orgánico en secador parabólico (ver tabla de datos en el anexo 8).

Figura 28

Media de la Humedad Relativa



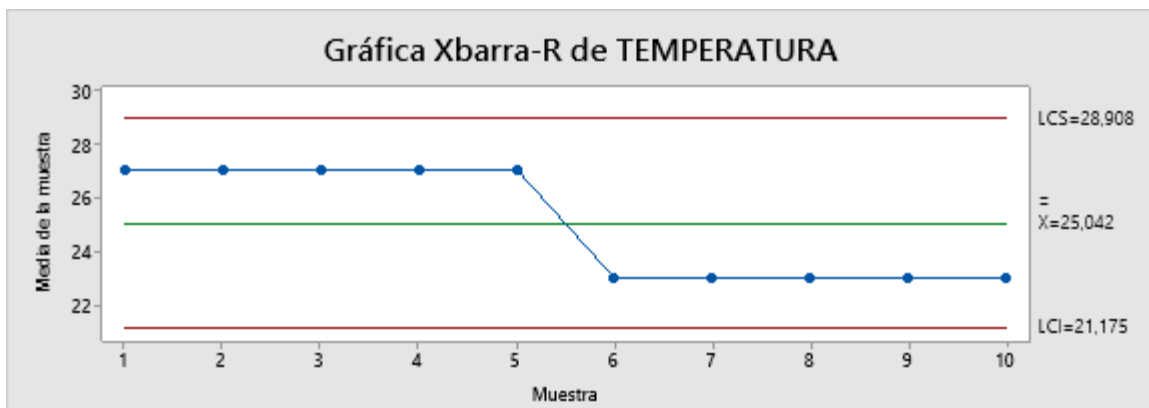
Fuente: minitab

Según la figura 27 se evidencia que en los meses de abril-mayo de los cuales se tomaron las muestras de 1 a 5 de pulpa de café orgánico en donde se realizó el sistema de secado parabólico, se encuentran dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa Supracafé los cuales determinan que la humedad relativa debe estar dentro de los límites del 11% y 80% ; la media es 63% y sus límites superior e inferior están dentro de los parámetros dados por la empresa, los datos obtenidos en las muestras cumplen con las especificaciones dadas.

Cuando la temperatura es mayor la humedad relativa disminuye es por eso que los datos del 1 al 5 se encuentran por debajo de la media debido a la estación del año (verano).

Figura 29

Temperatura Ambiente



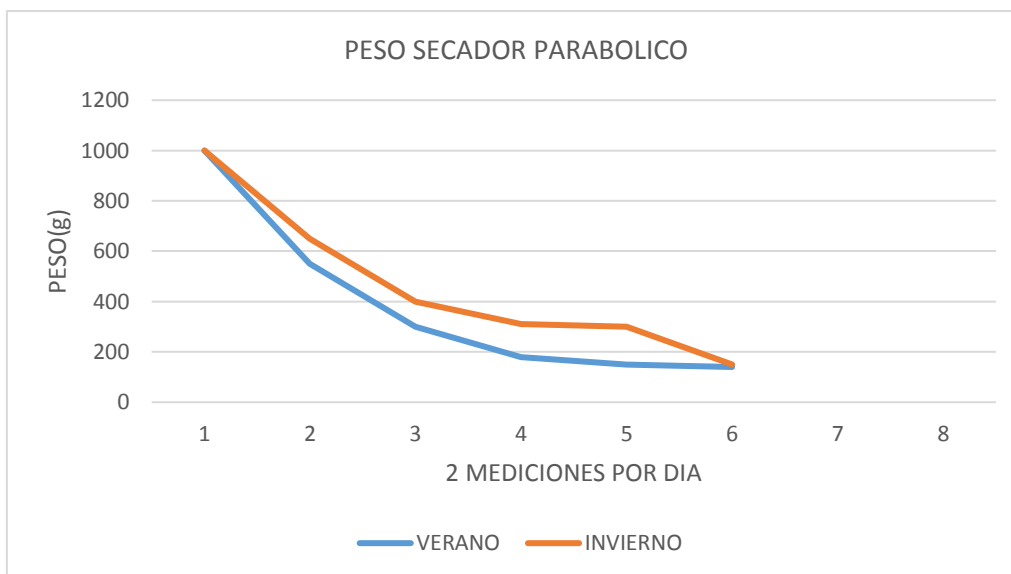
Fuente: minitab

En la figura 28 se observa que las muestras 1 a 5 las cuales se toman en los meses de abril-mayo en el sistema de secado parabólico, se encuentran dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa los cuales determinan que la temperatura debe estar dentro de los límites 25°C y 35°C y estas se encuentran con 27°C. Para el mes de diciembre las muestras del 6 al 10 están por debajo de la media y dentro del límite del análisis, pero no

cumple con los parámetros de la empresa donde dice que la temperatura mínima permitida es del 25%, esto se debe a que en el mes de diciembre donde fueron tomadas las muestras el clima fue demasiado lluvioso.

Figura 30

Peso de la Muestra de Café Orgánico



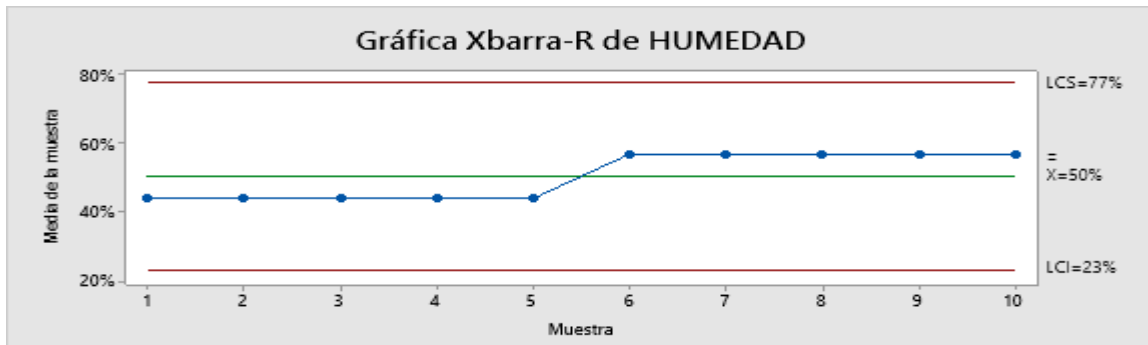
Fuente: minitab

Las curvas de deshidratación de pulpa de café tienen una velocidad constante hasta la toma de datos número 4 que se realiza al segundo día, de ahí disminuye la velocidad de secado hasta llegar a su peso óptimo en el día 3; la curva de secado en verano tiene una velocidad más constante que la de invierno debido que la temperatura ambiente se mantiene, mientras que en invierno tiene una variación repentina por lo que un cambio drástico podría secar la pulpa demasiado y ya no se podría utilizar.

4.3.3 Resultados de las variables de pulpa de café tabí en secador Parabólico.

Figura 31

Media de la Humedad Relativa



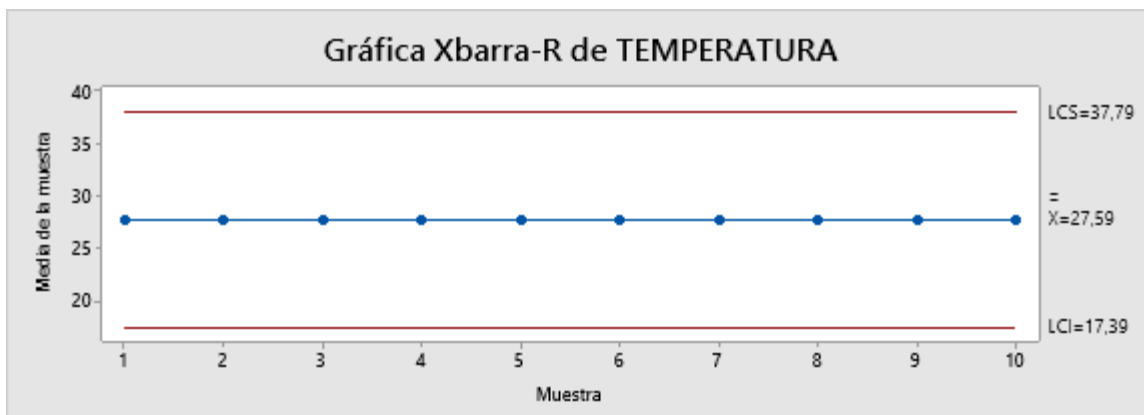
Fuente: minitab

Según la figura 30 se evidencia que en los meses de abril-mayo de los cuales se tomaron las muestras de 1 a 5 de pulpa de café tabí en donde se realizó el sistema de secado parabólico, se encuentra dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa Supracafé los cuales determinan que la humedad relativa debe estar dentro de los límites del 11% y 80% ; donde la media es 50% y sus límites superior e inferior están dentro de los parámetros dados por la empresa, los datos obtenidos en las muestras cumplen con las especificaciones dadas.

Cuando la temperatura es mayor la humedad relativa disminuye es por eso que los datos del 1 al 5 se encuentran por debajo de la media debido a la estación del año (verano).

Figura 32

Temperatura Ambiente

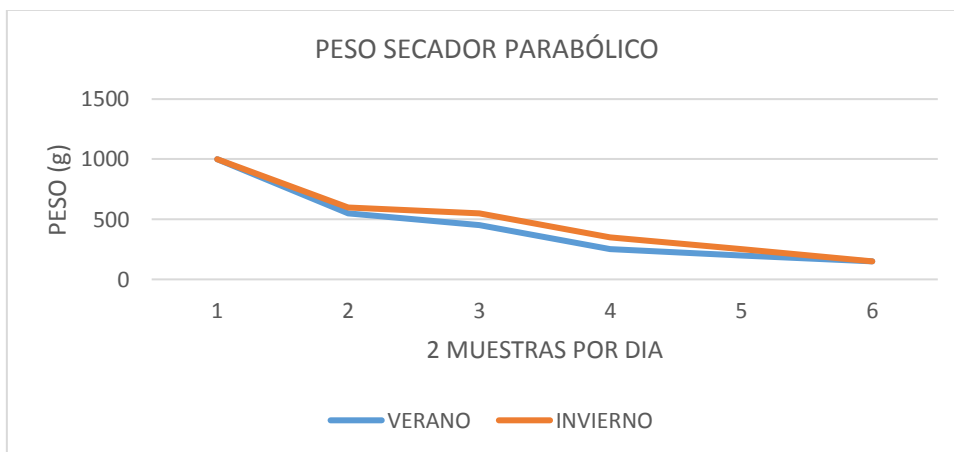


Fuente: Minitab

En la figura 31 se observa que las muestras llevan una temperatura constante sobre la media de 27,59°C; la cual se encuentra dentro de los límites establecidos por la empresa que son 25°C Y 35°C.

Figura 33

Peso de la Muestra de Café Tabí.



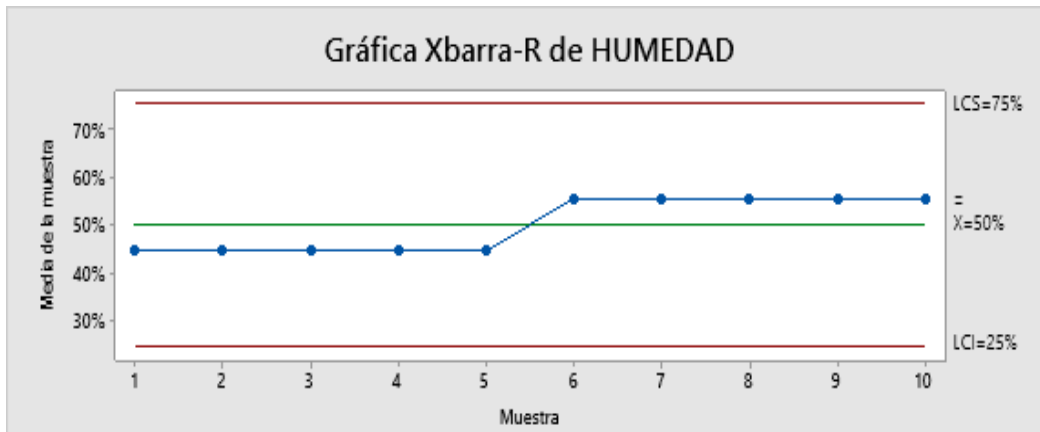
Fuente: propia

Las curvas de deshidratado para la pulpa de café tabí tanto en verano como en invierno llevan una velocidad constante y llegan a su peso optimo en el 3 día.

4.3.4 Resultados de las variables de pulpa de café borbón en secador parabólico.

Figura 34

Media de la Humedad Relativa



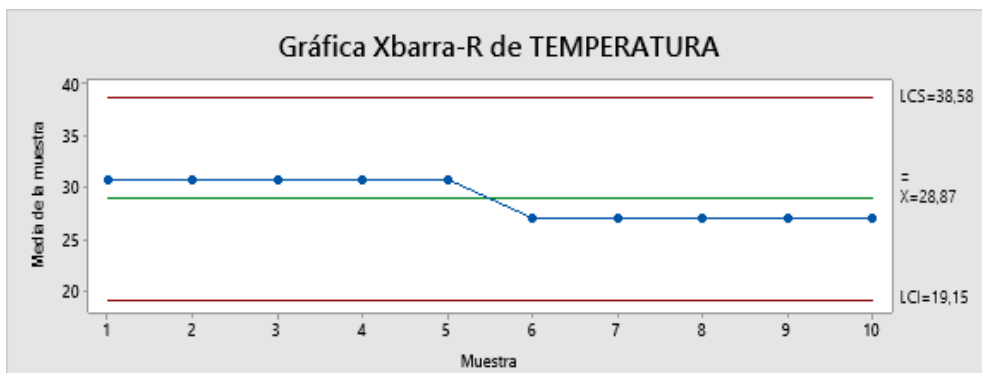
Fuente: minitab

Según la figura 33 se evidencia que en los meses de abril-mayo de los cuales se tomaron las muestras de 1 a 5 de pulpa de café borbón en donde se realizó el sistema de secado parabólico, se encuentra dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa Supracafé los cuales determinan que la humedad relativa debe estar dentro de los límites del 11% y 80% ; donde la media es 50% y sus límites superior e inferior están dentro de los parámetros dados por la empresa, los datos obtenidos en las muestras cumplen con las especificaciones dadas.

Cuando la temperatura es mayor la humedad relativa disminuye es por eso que los datos del 1 al 5 se encuentran por debajo de la media debido a la estación del año (verano).

Figura 35

Temperatura Ambiente

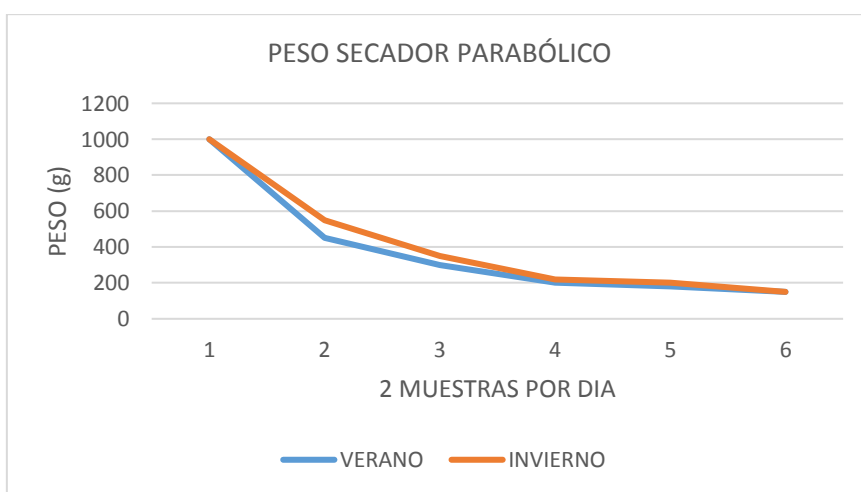


Fuente: minitab

En la figura 34 se observa que las muestras 1 a 5 las cuales se toman en los meses de abril-mayo en el sistema de secado parabólico, se encuentran dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa los cuales determinan que la temperatura debe estar dentro de los límites 25°C y 35°C y estas se encuentran con 31°C. Para el mes de diciembre las muestras del 6 al 10 están por debajo de la media y dentro del límite del análisis.

Figura 36

Peso de la Muestra de Café Borbón.



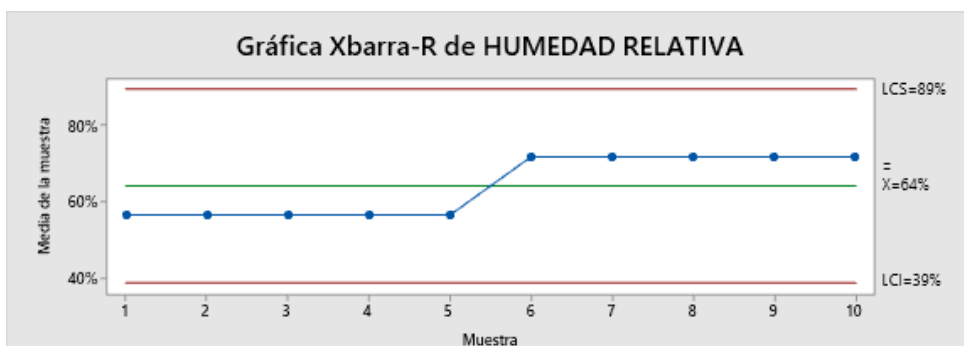
Fuente: propia

Las curvas de deshidratación en el sistema parabólico, tanto para verano e invierno tienen una velocidad constante, y se secan en el mismo tiempo sin importar la estación del año.

4.3.5 Resultados de las variables de pulpa de café caturro en secador parabólico.

Figura 37

Media de la Humedad Relativa

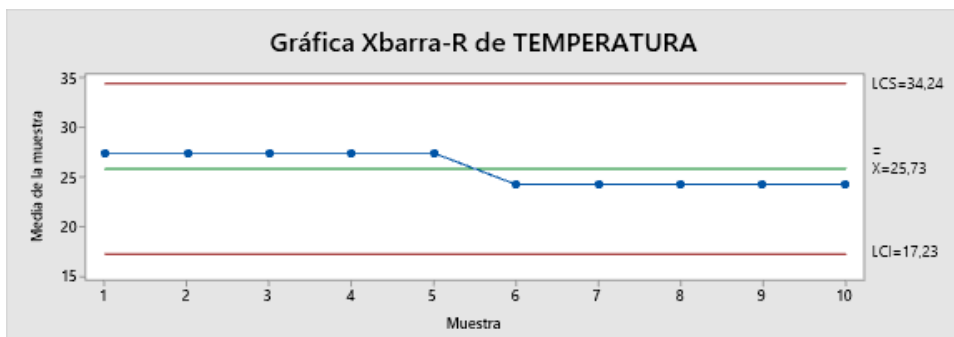


Fuente: minitab

Según la figura 36 se evidencia que en los meses de abril-mayo de los cuales se tomaron las muestras de 1 a 5 de pulpa de café caturro en donde se realizó el sistema de secado parabólico, se encuentra dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa Supracafé los cuales determinan que la humedad relativa debe estar dentro de los límites del 11% y 80% ; donde la media es 64% y sus límites superior e inferior están dentro de los parámetros dados por la empresa, los datos obtenidos en las muestras cumplen con las especificaciones dadas.

Figura 38

Temperatura Ambiente

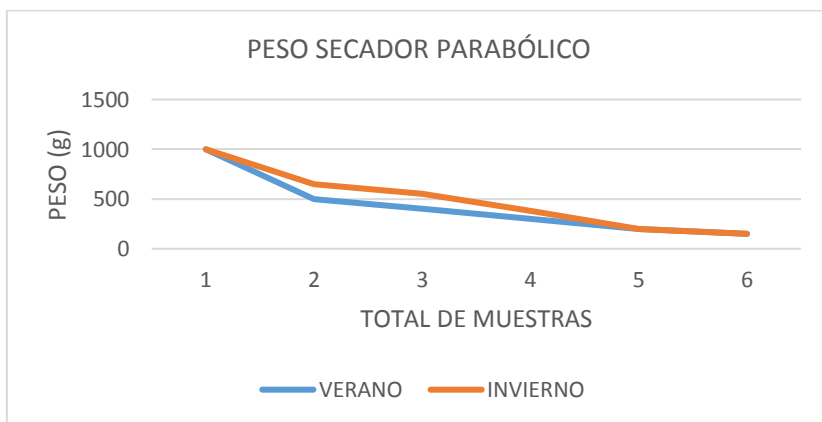


Fuente: minitab

En la figura 37 se observa que las muestras 1 a 5 las cuales se toman en los meses de abril-mayo en el sistema de secado parabólico, se encuentran dentro del parámetro según la información que nos brindó la empresa los cuales determinan que la temperatura debe estar dentro de los límites 25°C y 35°C y estas están sobre la media de 25,73°C. Para el mes de diciembre las muestras del 6 al 10 están por debajo de la media y por fuera del límite del análisis, no cumple con los parámetros de la empresa donde dice que la temperatura máxima permitida es del 35°C.

Figura 39

Peso de la Muestra de Café



Fuente: propia

Las curvas de deshidratado tienen una velocidad constante, pero se evidencia que en la época de verano la disminución es mayor, sin embargo la pulpa se seca en el mismo tiempo con una variación mínima de 2-3 horas.

Tabla 9

Resumen de las Medias de Humedad Relativa y Temperatura Sistema de Secado en Cama

Tipo de café	Media Humedad Relativa	Media de la Temperatura
Orgánico	63%	25,042°C
Tabí	50%	27,59°C
Borbón	50%	28,87°C
Caturro	64%	25,73°C
MEDIA DE LAS MEDIAS	57%	26,808°C

Fuente: propia

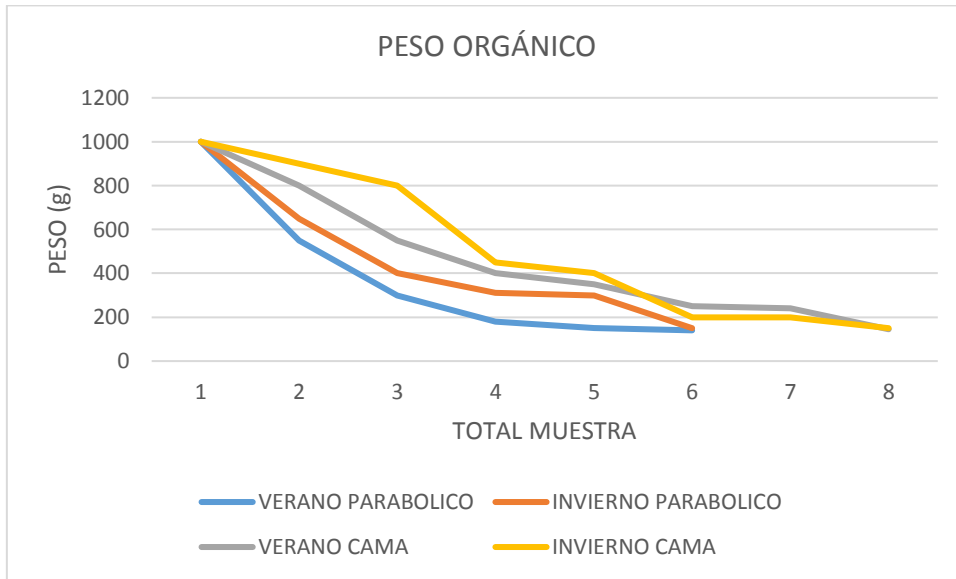
El sistema de secado parabólico nos indica una menor variabilidad en la temperatura para las dos temporadas del año, y las medias se mantiene dentro de los parámetros de la empresa de 25°C Y 35°C Dando como resultado la media de las medias una temperatura de 26.808 °C.

CAPÍTULO 5

5.1 Comparación entre los dos sistemas de secado cama-parabólico.

Figura 40

Curvas de deshidratación Cama vs Parabólico

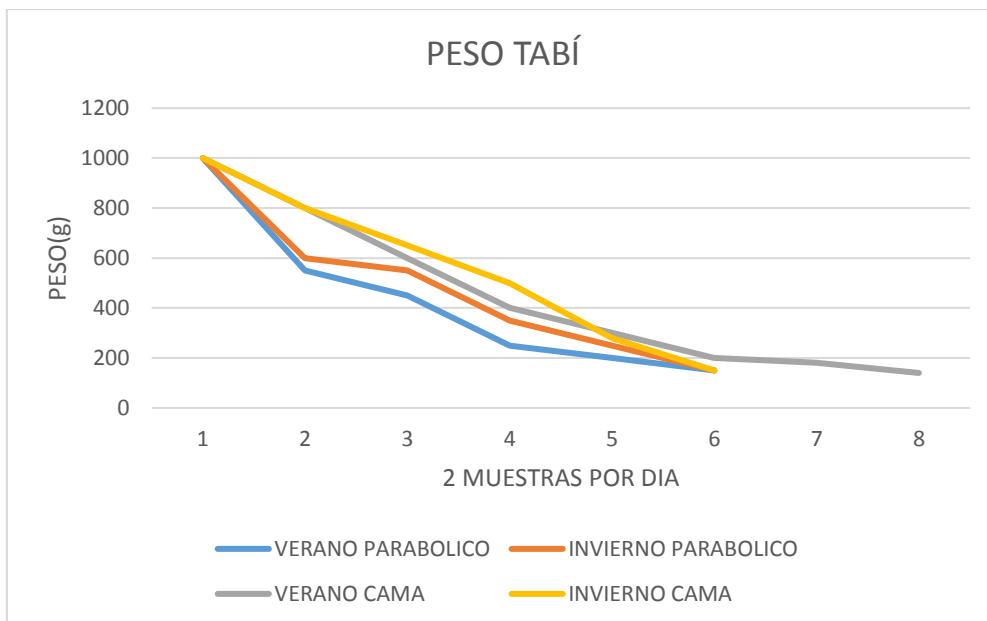


Fuente: propia

Comparando las curvas de deshidratación para la pulpa de café orgánico en los dos sistemas de secado, se puede evidenciar que tiene un mayor rendimiento el sistema de secado parabólico y en tiempo de verano como en invierno la curva se mantiene constante y se secan en el mismo tiempo.

Figura 41

Curvas de deshidratación Cama vs Parabólico

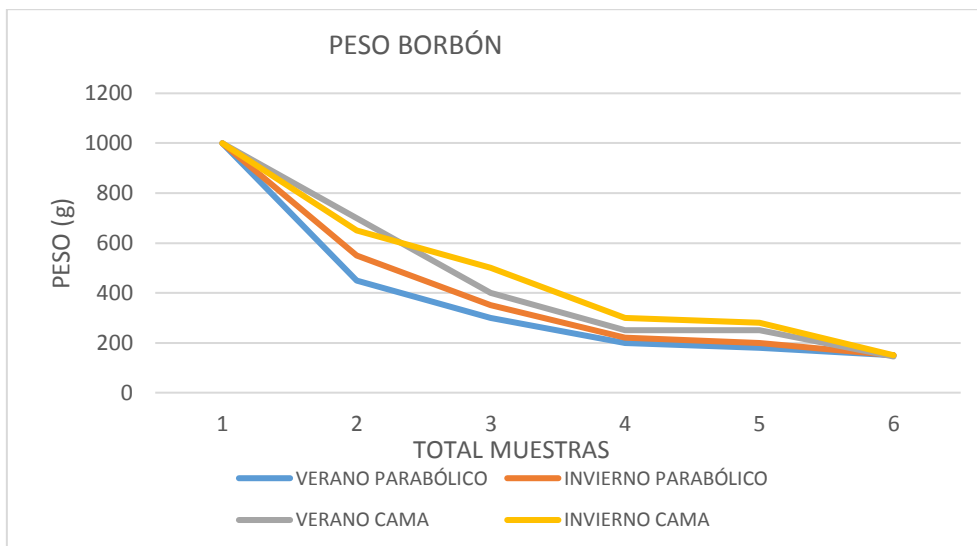


Fuente: propia

En la figura 41 se puede observar que la curva de deshidratación en verano, con el sistema de secado en cama se demora mucho más tiempo en secarse con respecto a las otras curvas debido a que hubo un cambio repentino del clima y no se puede controlar esta variable; a comparación de las curvas del sistema de secado parabólico constantes y llevan el mismo tiempo de secado.

Figura 42

Curvas de deshidratación Cama vs Parabólico

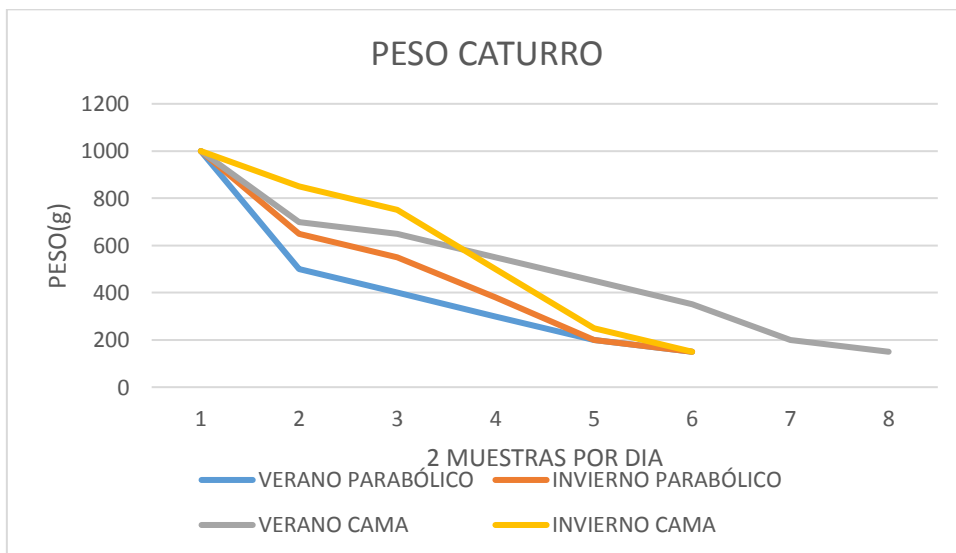


Fuente: propia

En la figura 42 las curvas de deshidratación terminan en el mismo tiempo, pero las curvas del parabólico llevan una velocidad de secado mucho mayor.

Figura 43

Curvas de deshidratación Cama vs Parabólico



Fuente: propia

En la figura 43 se evidencia que las curvas de deshidratación del sistema de secado en cama no son constantes por lo que es difícil su control, al contrario de las curvas del sistema de secado parabólico que muestra una variabilidad mínima entre las dos.

5.2 Datos Minitab

Tabla 10

Diseño de Bloques con Respecto al Tiempo de Secado

<i>TIEMPO DE SECADO (horas)</i>				
TIPO DE SECADO	TIPOS DE CAFÉ			
	ORGÁNICO (1)	TABI (2)	BORBÓN (3)	CATURRO (4)
<i>PARABÓLICO</i>	51	55	51	72
<i>CAMA</i>	76	76	57	81

Fuente: propia

En el modelo se quiere dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿existe variación entre los secadores?

¿qué secador es más viable?

¿Qué tipo de pulpa de café tiene menor tiempo de secado?

Método

Codificación de factores (-1. 0. +1)

Tabla 11

Información del Factor

Factor	Tipo	Niveles Valores
TIPO DE SECADO	Fijo	2 c. p
TIPO DE PULPA	Fijo	4 1. 2. 3. 4

Fuente: minitab

Tabla 12

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIPO DE SECADO	1	465,1	42,17%	465,1	465,13	11,04	0,045
TIPO DE PULPA	3	511,4	46,37%	511,4	170,46	4,05	0,141
Error	3	126,4	11,46%	126,4	42,13		
Total	7	1102,9	100,00%				

Fuente: minitab

- ¿existe variación entre los secadores?

Para darle solución a este interrogante nos basamos en la tabla # 12 en el valor p, como $p < 0.05$, se acepta la Hipótesis alternativa: Los dos tipos de secado son totalmente diferentes.

Con respecto al tipo de pulpa como $p > 0.05$ quiere decir que no importa qué tipo de cascara se utilice, el secador va a trabajar de la misma manera.

- ¿qué secador es más viable?

Comparaciones por parejas de Tukey: TIPO DE SECADO

Tabla 13

Comparaciones por parejas de Tukey: TIPO DE SECADO

Agrupar Información Utilizando el Método de Tukey y una Confianza de 95%

TIPO DE SECADO	N	Media	Agrupación
c	4	72,50	A
p	4	57,25	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: minitab

El mejor tipo de secado es el que menor tiempo tiene como se muestra en la tabla 13, en este caso es el parabólico que lleva una media de 57.25 horas.

Ahorrando dentro del proceso de secado 15.25 horas esto conlleva a una mejora del 21%.

Toda disminución de tiempo en un proceso disminuye gastos de producción

- ¿Qué tipo de cascara de café tiene menor tiempo de secado?

Tabla 14

Agrupar Información Utilizando el Método de Tukey y una Confianza de 95%

TIPO DE PULPA	N	Media	Agrupación
4	2	76,5	A
2	2	65,5	A
1	2	63,5	A
3	2	54,0	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

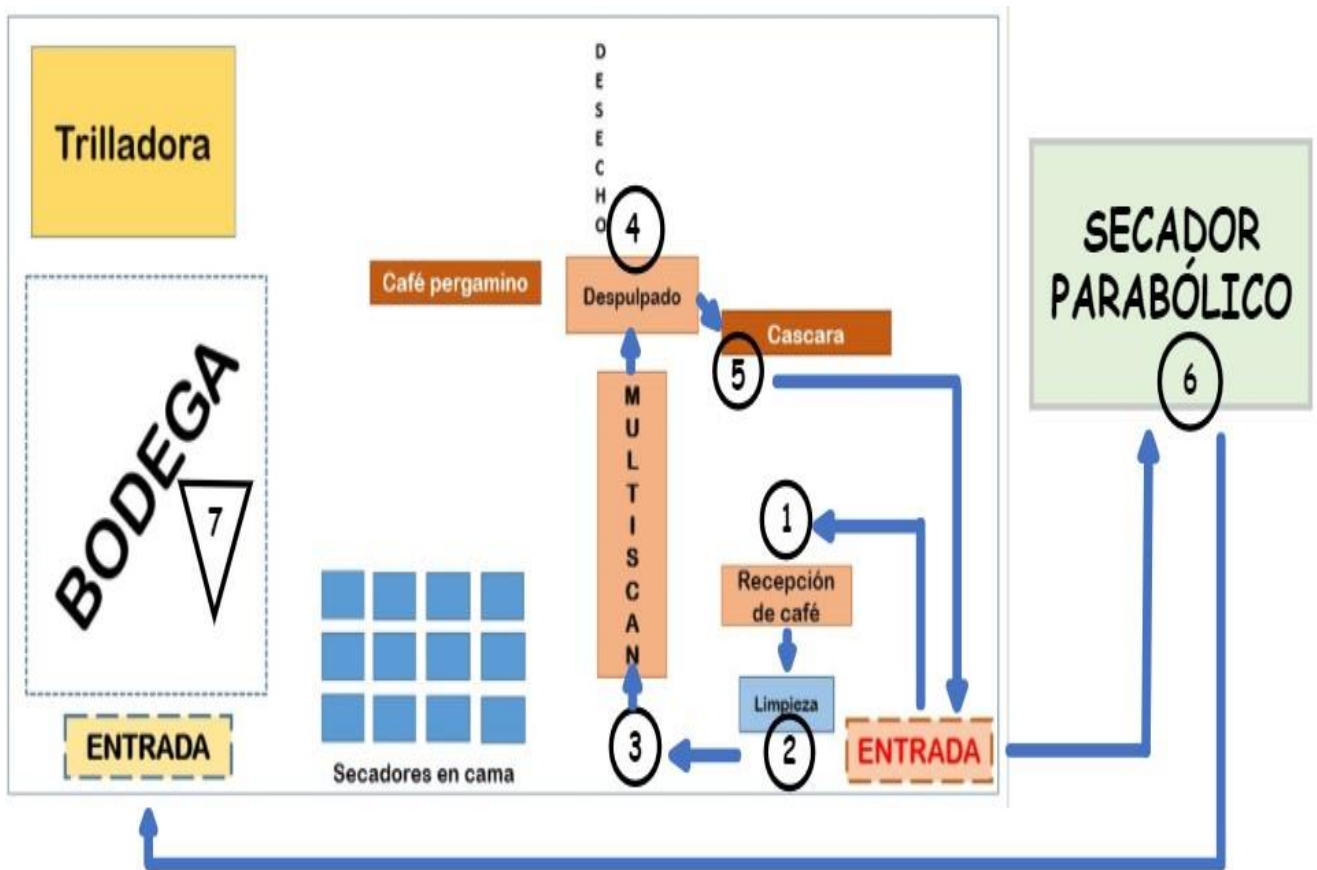
Fuente: minitab

Como se puede observar en la tabla 14, los 4 tipos de pulpa tienen la misma agrupación esto quiere decir que los secadores funcionan de la misma manera sin tener en cuenta el tipo de pulpa.

5.2 Propuesta del nuevo diseño de diagrama de recorrido con el secador parabólico.

Figura 44

Diagrama de Recorrido con el nuevo secador parabólico



Fuente: propia

Tabla 15

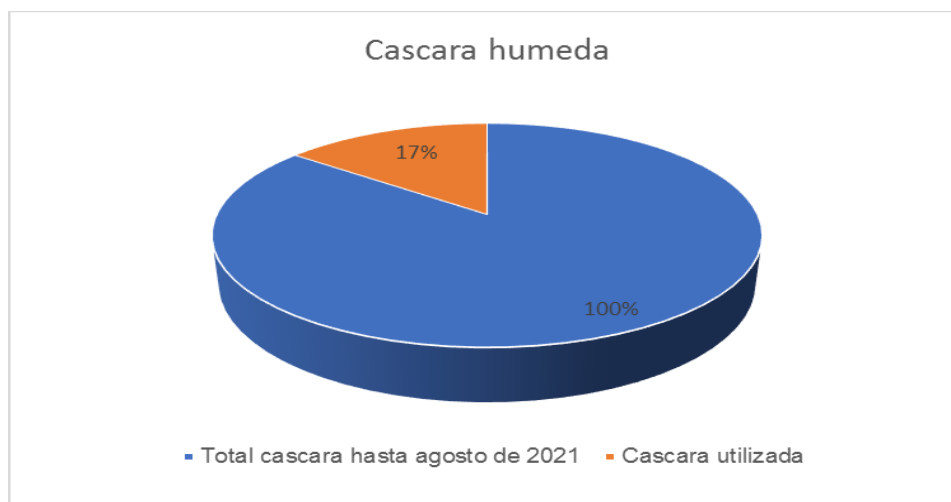
Datos de utilización de pulpa de café para el año 2021

PRODUCCIÓN DE CAFÉ CEREZA HASTA AGOSTO DEL AÑO 2021		
Mes	Kilo café cereza	Pulpa obtenida después del despulpado (Kg)
Desde enero hasta agosto	362.276	156.503,23
Pulpa de café utilizada		26.667
Pulpa de café seca obtenida		4.000

Fuente: propia

Figura 45

Porcentaje de pulpa Húmeda



Fuente: Propia

Se evidencia un aumento en la utilización de la cascara húmeda que pasa de 2.4 % a un 17% solo en la mitad del año 2021 para diciembre de este año se espera a cumplir con un 34%

CAPÍTULO 6

6.1 Conclusiones

Según los datos obtenidos del diagnóstico como: entrevista, lista de chequeo, brainstorming, diagrama de flujo, diagrama de recorrido, causa y efecto y diagrama de Pareto se llegó a la conclusión que en la empresa Supracafé hace falta un sistema de secado óptimo y que cumpla con buenas prácticas de manufactura e instrumentos de medición apropiados para el proceso.

Según los datos recolectados del sistema actual de secado tiene una variación de 2.11°C por debajo del límite inferior permitido, esto se pudo determinar gracias al modelo experimental donde se recolectaron datos de 4 tipos de café con 10 muestras cada uno en diferente tiempo, por lo que se evidencia que el secado en cama no es apropiado para el proceso y se debe crear otra alternativa.

El sistema de secado propuesto fue el parabólico donde se tomaron las mismas muestras que en el secador de cama, se compararon las curvas de deshidratación y se evidencio una mejora en cuanto a variación que fue de 2.2°C dentro de los límites de 25°C - 35°C , además el secador cuenta con espacios adecuados y que cumplen con las buenas prácticas de manufactura.

El manejo adecuado de la pulpa de café reduce el impacto ambiental y genera ganancias económicas que aumentan la productividad de la empresa; este sistema puede servir de guía para muchos más caficultores del país que quieran generar ingresos a partir de la pulpa de café.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda a la empresa Supracafé adecuar tiempos para capacitar al personal los cuales se encuentran involucrados en el proceso de obtención de secado de pulpa de café, también adquirir nuevos instrumentos de medición específicamente para el proceso de secado de pulpa de café.

Implementar el sistema de secado parabólico debido a que es más eficiente en el proceso de secado que se realiza actualmente, e ir mejorándolo en cuanto a diseño con mejores materiales para así lograr garantizar su durabilidad y capacidad.

Si creen necesario secar la pulpa de café en sistema de secado en cama, se recomienda no colocar sobre el piso, debido a que el flujo de aire se vería obstruido permitiendo la creación de hongos en la pulpa de café como resultado se podría obtener pérdidas económicas.

La pulpa de café tiene diferentes usos: producción de harina, obtención de miel y alimento para bovinos, por medio de la investigación y experimentación constante se le puede dar otros usos que podrían ser más rentables.

Bibliografía

- Alarcon , J. (2020). El nuevo lujo de la cáscara del café, que ahora supera el precio del propio grano. *Tradicional de Etiopía*, 1-3.
- Besora Magem, J. (2017). Informe Tecnico Para la Construcción de un Secador Solar de Cafe. *Ingenieria sin Fronteras*, 1-39.
- Braham, J. E., & Bressani, R. (1978). Instituto de nutricion de centro amaerica y panama. *Pulpa de Café*, 71-88.
- Cappelletti, S., Piacentino, D., Sani, G., & Aromatario, M. (2015). Caffeine: Cognitive and Physical Performance Enhancer or Psychoactive Drug? *Current Neuropharmacology*, 71-88.
- Castillo Corella, E., Acosta Acosta, Y., Betancourt Santos , N., Castellanos Mc Cook, E. L., Matos Gomez, A. M., Cobos Tellez , V., & Jover, C. M. (2002). Utilización de la pulpa de café en la alimentaion de alevines de tilapia roja . *Acuatic*, 16.
- Dadi, D., mengistie, e., Terefe, G., Getahun, T., Haddis, A., Birke, W., . . . Bruggen, B. v. (2018). Assessment of the effluent quality of wet coffee processing wastewater and its influence on downstream water quality. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 201-2011.
- Echeverri Gomez, E. (2015). Variedades de Cafe Sembradas en Colombia. *Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia*, 3-21.
- Federación Nacional de Cafeteros . (10 de julio de 2019). *cafes de colombia*. Obtenido de cafes de colombia: <https://colombiacoffee10.blogspot.com/?m=1>
- Jimenez, R. (1998). *Metodologia de la Investigación*. La Habana: Ciencias Medicas.
- Martinez, M. P. (8 de Noviembre de 2017). *Blog.elinsignia.com*. Obtenido de Blog.elinsignia.com: <https://blog.elinsignia.com/2017/11/08/ea-la-importancia-del-cafe-en-colombia/>
- México, U. N. (2007). *Diseño de Ecxperimentos Curso Practico*. México: Faculta de Estudios Superiores Zaragoza.
- minitab18, s. d. (2019). *soporte de minitab 18*. Obtenido de soporte de minitab 18: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>
- Molina, M. (1978). secado de la pulpa de cafe. *pulpa de cafe*, 111-124.

Nacional, U. (29 de Abril de 2016). *cursos ciencia* . Obtenido de Cursos ciencia :

http://red.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000352/html/un2/cont_201-21.html

Núñez, G. E. (2019). Café bendito del Cauca, un sacrilegio no tomarlo. *Diario la Economía.com*, 1-3.

Oliveros Tascon, C., Ramirez Gomez, C., Sanz Uribe , J., & Panuela Martinez, A. (2008). Secador Parabólico Mejorado. *Avances Tecnicos Cenicafé*, 8.

Oliveros, E., Pañuelan , M., & Jurado, C. (2013). Controle la humedad del café en el secado solar utilizando el método Gravimet. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé)*, 4.

Rodriguez Valencia , N., Sanz Uribe, J. R., Oliveros Tascon, C. E., & Ramirez Gomez, C. A. (2015). *Beneficio del café en Colombia*. Chinchina: Comite Editorial Cenicafé.

Rodriguez Valencia, N., & Zambrano Franco, D. A. (2010). los subproductos del café: fuente de energía renovable, federación nacional de cafeteros. *Cenicafé*, 2-3.

S.A.S, C. d. (2021). *Pergamino*. Obtenido de Pergamino: <https://co.pergamino.co/products/cascara-de-cafe-250g>

Serna Jimenez, J. A., Torres Valenzuela, L. S., Martinez Cortinez, K., & Hernandez Sandoval , M. C. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como. *ION*, 37-42.

Supracafé. (19 de agosto de 2018). *Supracafe.com*. Obtenido de Supracafe.com:

<https://www.supracafe.com/conoces-la-infusion-de-cascara-de-cafe-supracafe-maximiza-su-sostenibilidad-con-tabifruit/>

Toci, A. T., & Boldrin, M. V. (2018). *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes*. Copyright.

Torres Valenzuela, L., Martinez, K., Serna Jimenez, J., & Hernandez, M. (2019). Secado de Pulpa de Café: Condiciones de Proceso,. *Información Tecnológica*, 191-200.

Vanegas, F. (2018). El nuevo lujo de la cáscara del café, que ahora supera el precio del propio grano. *Coffe media*, 3.

ANEXOS

Anexo 1 bolsa de cascara de café deshidratada de Pergamino Café



Anexo 2 entrevista

Nombre: Marcela Tapue

¿Qué función desempeña en Supracafé?

Jefe de Producción

- **¿Cómo se aprovechan los derivados del café?**

La cascara de café se utiliza como abono orgánico y hace poco la empresa Supracafé España empezó a utilizarla como materia prima en un nuevo producto para consumo humano, llamado Tabifruit (infusiones de cascara de café).

Mucilago: se utiliza en dulce de café, se realiza cera para artesanías

Cascarilla: como combustible

- **¿De qué variedad es extraída la cascara de café para realizar las infusiones?**

En un principio solo se sacaba de la variedad Tabí rojo, en este momento cualquier café que haya sido fumigado hace un año ya está siendo aprovechado por la empresa.

- **¿Qué cantidad de cascara secan?**

Para este año la meta son 8 toneladas

- **¿Qué destino tiene la pulpa?**

Supracafé España

- **¿Qué resultados y complicaciones hubo para realizar dicha exportación?**

El primer lote enviado presento mogo, el cual no fue utilizado para la realización de las infusiones y el segundo lote se encontraba muy seco, por lo cual la exportación realizada no tuvo gran éxito como era esperado.

- **¿Cómo es el procedimiento de obtención de cascara?**

La cascara se obtiene de cualquier variedad de café, el procedimiento se lleva a cabo a partir de la cosecha, el café en cereza se transporta hasta la planta beneficio, donde la línea de despulpado cuenta con máquinas tecnológicas (multiscam) donde en la primera etapa se separa el café de palos y hojas, luego pasa por rayos x donde se separa el café por tamaño, sobre maduro y el verde por aparte dejando así el café maduro y de más tamaño para el despulpado, de este tipo de café ya seleccionado se obtiene la cascara para el proceso de secado garantizando una cascara de calidad.

- **¿Qué cantidad de café cereza cosechan al año?**

Para el año 2020 se obtuvieron 380.672 kilos

- **¿En dónde secan la pulpa?**

En camas construidas en madera con maya metálica

- **¿Qué cantidad secan en cada cama?**

13 kilos.

- **¿De qué variedad de pulpa utilizan para el secado?**

Al principio solo se utilizaba Tabí rojo, pero en la actualidad cualquier café que no se haya fumigado en el transcurso de 1 año se está utilizando la pulpa.

- **Pros y contras del secado**

Pros: disposición de un sitio para el proceso, aprovechamiento de un subproducto que era desecho y nueva fuente de ingresos para la empresa

Contras: poco conocimiento del proceso, el sitio donde se lleva a cabo el proceso de secado no está adecuado para este y falta de control de calidad.

Anexo 3

Lista de Chequeo.

LISTA DE CHEQUEO (CHECK LIST)				
PRODUCCIÓN				
ITEMS	PREGUNTAS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿La empresa posee la capacidad de satisfacer la demanda del mercado?	X		
2	¿La empresa tiene un lugar específico para el almacenamiento de los desechos?	X		
3	¿Existe un control para la extracción de la pulpa de café?		X	llevar registros de las etapas del proceso
4	¿El personal tiene conocimiento del proceso de secado de pulpa de café?		X	
5	¿Los empleados son capacitados frecuentemente?	X		
6	¿Las instalaciones de la empresa cuenta con un área designada para el proceso de secado de la pulpa de café?		X	
7	¿La empresa tiene un control de calidad en el producto?		X	
8	¿La empresa lleva registros anteriores del proceso de secado?		X	
9	¿La empresa tiene un control de calidad en el proceso de obtención de la pulpa?	X		
10	¿Se maneja buenas prácticas de manufactura en el proceso de la obtención de pulpa de café?		X	Adecuar el sitio de secado
11	¿Le dan un buen manejo a la pulpa de café sobrante?	X		
TOTAL		5	6	
PORCENTAJE		45%	55%	



FICHA TECNICA

TERMOHIGROMETRO HTC2



Marca: LWH - Modelo: HTC-2 - Color: blanco - Material: Carcasa de plástico - Visualización de la pantalla: 3.9 pulgadas LCD - Interior rango de medición de temperatura: 0 ~ 50°C (32 ~ 122°F) - Al aire libre rango de medición de temperatura: -50°C ~ 50°C - Desarrollado por 1 pila AAA (no incluidas) - Precisión de la temperatura: +/- 1°C (15°C ~ 35°C) - Exactitud de la humedad: +/- 5% (40 ~ 80%) - Resolución de la temperatura: 0,1 °C - Resolución de la humedad: 1% - Con cable de la sonda - Lista de embalaje: - 1 termómetro / higrómetro - 1 x cable de la sonda (3m)

Contacto:


Paola Andrea Ramírez Tel: 311 610 92 31

Ramiro Andrés Suarez Tel: 301 256 83 78

Email: biometrometrologia@gmail.com; comercialbiometro@gmail.com

BIO - METRO Metrología & Calidad Calle 25 Nro. 58 dd 20 Medellín-Ant

Anexo 5 Ficha técnica balanza digital

Ficha técnica		
Procedencia	Taiwan	
Garantía	1 año	
Alto	13 centímetros	
Material	Acero inoxidable	
Ancho	30,5 centímetros	
Color	Plateado	
Observaciones	La foto de este producto ha sido ambientada, por lo cual no incluye ningún adorno, ni accesorios, ni piezas adicionales ni ningún otro elemento que lo acompañan.	
Diámetro	22 centímetros x 30 centímetros	
Características	Construcción en acero inoxidable. Capacidad máxima: 20 Kilos. División mínima 2gr. (de 0 a 4 Kg) / 5 gr. (de 4 a 20 Kg). Tara máxima de 10 Kg. Batería de 6 voltios recargable con capacidad para operar 200 horas de uso ininterrumpido cuando se encuentra bien cargada. Display fluorescente fijación de tara. 100 memorias para precios. Plato removible en acero inoxidable de 0.22 x 0.30 mts. Voltaje: 110V. (Contiene adaptador y bandeja)	
Largo	Frente 30,5 centímetros / Fondo 29,2 centímetros	
Origen	Importado	

Anexo 6 tablas de registro de toma de datos a las muestras en secador topo cama

TIPO DE SECADO			CAMA									
ORGANICO			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
DÍA	HORA	VARIABLES										
	7:00 a.m.	Peso (g)	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
		Temperatura	23°C	23°C	23°C	23°C	23°C	22,4°C	22,4°C	22,4°C	22,4°C	22,4°C
		Humedad Relativa	66%	66%	66%	66%	66%	70%	70%	70%	70%	70%
	4:00 p. m.	Peso (g)	800 g	800 g	800 g	800 g	800 g	900	900 g	450 g	900 g	900 g
		Temperatura	24,3°C	24,3°C	24,3°C	24,3°C	24,3°C	21,5°C	21,5°C	21,5°C	21,5°C	21,5°C
		Humedad Relativa	66%	66%	66%	66%	66%	72%	72%	72%	72%	72%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g	800	800 g	800 g	800 g	800 g
		Temperatura	26,5°C	26,5°C	26,5°C	26,5°C	26,5°C	24,3°C	24,3°C	24,3°C	24,3°C	24,3°C
		Humedad Relativa	52%	52%	52%	52%	52%	64%	64%	64%	64%	64%
	4:00 p. m.	Peso (g)	400 g	400 g	400 g	400 g	400 g	450	450 g	450 g	450 g	450 g
		Temperatura	33,8°C	33,8°C	33,8°C	33,8°C	33,8°C	23°C	23°C	23°C	23°C	23°C
		Humedad Relativa	34%	34%	34%	34%	34%	66%	66%	66%	66%	66%
3	7:00 a. m.	Peso (g)	350 g	350 g	350 g	350 g	350 g	400	400 g	400 g	400 g	400 g
		Temperatura	20,4°C	20,4°C	20,4°C	20,4°C	20,4°C	24,4°C	24,4°C	24,4°C	24,4°C	24,4°C
		Humedad Relativa	68%	68%	68%	68%	68%	65%	65%	65%	65%	65%
	4:00 p. m.	Peso (g)	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g	200	200 g	200 g	200 g	200 g
		Temperatura	29°C	29°C	29°C	29°C	29°C	20,4°C	20,4°C	20,4°C	20,4°C	20,4°C
		Humedad Relativa	38%	38%	38%	38%	38%	68%	68%	68%	68%	68%
4	7:00 a. m.	Peso (g)	240 g	240 g	240 g	240 g	240 g	200	200 g	200 g	200 g	200 g
		Temperatura	20°C	20°C	20°C	20°C	20°C	24,2°C	24,2°C	24,2°C	24,2°C	24,2°C
		Humedad Relativa	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%
	11:00 a. m.	Peso (g)	145 g	145 g	145 g	145 g	145 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g
		Temperatura	37°C	37°C	37°C	37°C	37°C	42,5°C	42,5°C	42,5°C	42,5°C	42,5°C
		Humedad Relativa	40%	40%	40%	40%	40%	14%	14%	14%	14%	14%

Fuente: Propia

TIPO DE SECADO:			CAMA										
TABI			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10	
DÍA	HORA	VARIABLES											
	7:00 a.m.	Peso (g)	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	
		Temperatura	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C
		Humedad Relativa	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
	4:00 p. m.	Peso (g)	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g	800 g	800 g	800 g	800 g	800 g	800 g
		Temperatura	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	30,2 °C	30,2 °C	30,2 °C	30,2 °C	30,2 °C	30,2 °C
		Humedad Relativa	66%	66%	66%	66%	66%	54%	54%	54%	54%	54%	54%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	450 g	450 g	450 g	450 g	450 g	600 g	600 g	600 g	600 g	600 g	
		Temperatura	24,9 °C	24,9 °C	24,9 °C	24,9 °C	24,9 °C	22,6 °C	22,6 °C	22,6 °C	22,6 °C	22,6 °C	
		Humedad Relativa	64%	64%	64%	64%	64%	62%	62%	62%	62%	62%	
	4:00 p. m.	Peso (g)	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	350 g	350 g	350 g	350 g	350 g	
		Temperatura	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	34 °C	34 °C	34 °C	34 °C	34 °C	
		Humedad Relativa	68%	68%	68%	68%	68%	38%	38%	38%	38%	38%	
3	7:00 a. m.	Peso (g)	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	
		Temperatura	24,3 °C	24,3 °C	24,3 °C	24,3 °C	24,3 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	
		Humedad Relativa	67%	67%	67%	67%	67%	68%	68%	68%	68%	68%	
	4:00 p. m.	Peso (g)	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	180 g	180 g	180 g	180 g	180 g	
		Temperatura	42,2 °C	42,2 °C	42,2 °C	42,2 °C	42,2 °C	31,6 °C	31,6 °C	31,6 °C	31,6 °C	31,6 °C	
		Humedad Relativa	14%	14%	14%	14%	14%	38%	38%	38%	38%	38%	
4	7:00 a. m.	Peso (g)						180 g	180 g	180 g	180 g	180 g	
		Temperatura						21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
		Humedad Relativa						54%	54%	54%	54%	54%	
	11:00 a. m.	Peso (g)						140 g	140 g	140 g	140 g	140 g	
		Temperatura						27 °C	27 °C	27 °C	27 °C	27 °C	
		Humedad Relativa						47%	47%	47%	47%	47%	

Fuente: Propia

TIPO DE SECADO			CAMA									
BORBÓN			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
DÍA	HORA	VARIABLES										
1	7:00 a. m.	Peso (g)	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
		Temperatura	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C	34,4 °C	34,4 °C	34,4 °C	34,4 °C	34,4 °C
		Humedad Relativa	52%	52%	52%	52%	52%	29%	29%	29%	29%	29%
	4:00 p. m.	Peso (g)	700 g	700 g	700 g	700 g	700 g	650 g	650 g	650 g	650 g	650 g
		Temperatura	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	25,1 °C	25,1 °C	25,1 °C	25,1 °C	25,1 °C
		Humedad Relativa	77%	77%	77%	77%	77%	64%	64%	64%	64%	64%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	400 g	400 g	400 g	400 g	400 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g
		Temperatura	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C
		Humedad Relativa	55%	55%	55%	55%	55%	52%	52%	52%	52%	52%
	4:00 p. m.	Peso (g)	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g
		Temperatura	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C
		Humedad Relativa	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%
3	7:00 a. m.	Peso (g)	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g	280 g	280 g	280 g	280 g	280 g
		Temperatura	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	22,1 °C	22,1 °C	22,1 °C	22,1 °C	22,1 °C
		Humedad Relativa	61%	61%	61%	61%	61%	62%	62%	62%	62%	62%
	4:00 p. m.	Peso (g)	145 g	145 g	145 g	145 g	145 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g
		Temperatura	31,6 °C	31,6 °C	31,6 °C	31,6 °C	31,6 °C	33,8 °C	33,8 °C	33,8 °C	33,8 °C	33,8 °C
		Humedad Relativa	28%	28%	28%	28%	28%	34%	34%	34%	34%	34%

Fuente: Propia

TIPO DE SECADO:			CAMA									
CATURRO			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
DÍA	HORA	VARIABLES										
	7:00 a. m.	Peso (g)	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
		Temperatura	27,1 °C	27,1 °C	27,1 °C	27,1 °C	27,1 °C	35,5 °C	35,5 °C	35,5 °C	35,5 °C	35,5 °C
		Humedad Relativa	52%	52%	52%	52%	52%	24%	24%	24%	24%	24%
	4:00 p. m.	Peso (g)	850 g	850 g	850 g	850 g	850 g	700 g	700 g	700 g	700 g	700 g
		Temperatura	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C
		Humedad Relativa	66%	66%	66%	66%	66%	57%	57%	57%	57%	57%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	750 g	750 g	750 g	750 g	750 g	650 g	650 g	650 g	650 g	650 g
		Temperatura	25,1 °C	25,1 °C	25,1 °C	25,1 °C	25,1 °C	18,6 °C	18,6 °C	18,6 °C	18,6 °C	18,6 °C
		Humedad Relativa	63%	63%	63%	63%	63%	87%	87%	87%	87%	87%
	4:00 p. m.	Peso (g)	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g
		Temperatura	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C
		Humedad Relativa	68%	68%	68%	68%	68%	55%	55%	55%	55%	55%
3	7:00 a. m.	Peso (g)	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g	450 g	450 g	450 g	450 g	450 g
		Temperatura	24,2 °C	24,2 °C	24,2 °C	24,2 °C	24,2 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C
		Humedad Relativa	67%	67%	67%	67%	67%	71%	71%	71%	71%	71%
	4:00 p. m.	Peso (g)	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	350 g	350 g	350 g	350 g	350 g
		Temperatura	42,4 °C	42,4 °C	42,4 °C	42,4 °C	42,4 °C	31,8 °C	31,8 °C	31,8 °C	31,8 °C	31,8 °C
		Humedad Relativa	14%	14%	14%	14%	14%	41%	41%	41%	41%	41%
4	7:00 a. m.	Peso (g)						200 g	200 g	200 g	200 g	200 g
		Temperatura						18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C
		Humedad Relativa						80%	80%	80%	80%	80%
	4:00 p. m.	Peso (g)						150 g	150 g	150 g	150 g	150 g
		Temperatura						32,3 °C	32,3 °C	32,3 °C	32,3 °C	32,3 °C
		Humedad Relativa						26%	26%	26%	26%	26%

Fuente: Propia

Anexo 7 secador parabólico



Anexo 8 tablas de registro de toma de datos a las muestras en secador tipo parabólico

TIPO DE SECADO:			PARABÓLICO									
ORGÁNICO			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
DÍA	HORA	VARIABLES										
1	7:00 a. m.	Peso (g)	1000	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
		Temperatura	24,3	24,3 °C	24,3 °C	24,3 °C	24,3 °C	22,2 °C	22,2 °C	22,2 °C	22,2 °C	22,2 °C
		Humedad Relativa	64%	64%	64%	64%	64%	74%	74%	74%	74%	74%
	4:00 p. m.	Peso (g)	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g	650 g	650 g	650 g	650 g	650 g
		Temperatura	32 °C	32 °C	32 °C	32 °C	32 °C	21,4 °C	21,4 °C	21,4 °C	21,4 °C	21,4 °C
		Humedad Relativa	44%	44%	44%	44%	44%	76%	76%	76%	76%	76%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	400 g	400 g	400 g	400 g	400 g
		Temperatura	26 °C	26 °C	26 °C	26 °C	26 °C	26,9	26,9 °C	26,9 °C	26,9 °C	26,9 °C
		Humedad Relativa	52%	52%	52%	52%	52%	57%	57%	57%	57%	57%
	4:00 p. m.	Peso (g)	180 g	180 g	180 g	180 g	180 g	310 g	310 g	310 g	310 g	310 g
		Temperatura	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C	22,8	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C
		Humedad Relativa	62%	62%	62%	62%	62%	69%	69%	69%	69%	69%
3	7:00 a. m.	Peso (g)	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g
		Temperatura	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C
		Humedad Relativa	65%	65%	65%	65%	65%	61%	61%	61%	61%	61%
	10:00 a. m.	Peso (g)	140 g	140 g	140 g	140 g	140 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g
		Temperatura	29 °C	29 °C	29 °C	29 °C	29 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C
		Humedad Relativa	60%	60%	60%	60%	60%	71%	71%	71%	71%	71%

Fuente: Propia

TIPO DE SECADO:			PARABÓLICO									
TABI			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
DÍA	HORA	VARIABLES										
1	7:00 a. m.	Peso (g)	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
		Temperatura	20,7 °C	20,7 °C	20,7 °C	20,7 °C	20,7 °C	29,1 °C	29,1 °C	29,1 °C	29,1 °C	29,1 °C
		Humedad Relativa	64%	64%	64%	64%	64%	54%	54%	54%	54%	54%
	4:00 p. m.	Peso (g)	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g	600 g	600 g	600 g	600 g	600 g
		Temperatura	35 °C	35 °C	35 °C	35 °C	35 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C
		Humedad Relativa	12%	12%	12%	12%	12%	69%	69%	69%	69%	69%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	450 g	450 g	450 g	450 g	450 g	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g
		Temperatura	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C
		Humedad Relativa	66%	66%	66%	66%	66%	61%	61%	61%	61%	61%
	4:00 p. m.	Peso (g)	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g	350 g	350 g	350 g	350 g	350 g
		Temperatura	38,6 °C	38,6 °C	38,6 °C	38,9 °C	38,6 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C
		Humedad Relativa	19%	19%	19%	19%	19%	71%	71%	71%	71%	71%
3	7:00 a. m.	Peso (g)	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g
		Temperatura	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	24,8 °C	24,8 °C	24,8 °C	24,8 °C	24,8 °C
		Humedad Relativa	68%	68%	68%	68%	68%	70%	70%	70%	70%	70%
	2:00 p. m.	Peso (g)	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150	150 g	150 g	150 g	150 g
		Temperatura	27 °C	27 °C	27 °C	27 °C	27 °C	44,2 °C	44,2 °C	44,2 °C	44,2 °C	44,2 °C
		Humedad Relativa	34%	34%	34%	34%	34%	15%	15%	15%	15%	15%

Fuente: Propia

TIPO DE SECADO:			PARABÓLICO									
BORBÓN			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
DÍA	HORA	VARIABLES										
1	7:00 a. m.	Peso (g)	1000	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
		Temperatura	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,7 °C
		Humedad Relativa	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%
	4:00 p. m.	Peso (g)	450 g	450 g	450 g	450 g	450 g	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g
		Temperatura	43 °C	43 °C	43 °C	43 °C	43 °C	21,2 °C	21,2 °C	21,2 °C	21,2 °C	21,2 °C
		Humedad Relativa	13%	13%	13%	13%	13%	75%	75%	75%	75%	75%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	350 g	350 g	350 g	350 g	350 g
		Temperatura	24,1 °C	24,1 °C	24,1 °C	24,1 °C	24,1 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C
		Humedad Relativa	62%	62%	62%	62%	62%	55%	55%	55%	55%	55%
	4:00 p. m.	Peso (g)	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	220 g	220 g	220 g	220 g	220 g
		Temperatura	33,8 °C	33,8 °C	33,8 °C	33,8 °C	33,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C	22,8 °C
		Humedad Relativa	39%	39%	39%	39%	39%	69%	69%	69%	69%	69%
3	7:00 a. m.	Peso (g)	180 g	180 g	180 g	180 g	180 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g
		Temperatura	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C
		Humedad Relativa	62%	62%	62%	62%	62%	61%	61%	61%	61%	61%
	10:00 a. m.	Peso (g)	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g
		Temperatura	35,6 °C	35,6 °C	35,6 °C	35,6 °C	35,6 °C	38,4 °C	38,4 °C	38,4 °C	38,4 °C	38,4 °C
		Humedad Relativa	39%	39%	39%	39%	39%	20%	20%	20%	20%	20%

Fuente: Propia

TIPO DE SECADO:			PARABÓLICO									
CATURRO			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
DÍA	HORA	VARIABLES										
1	7:00 a. m.	Peso (g)	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
		Temperatura	27 °C	27 °C	27 °C	27 °C	27 °C	30,5 °C	30,5 °C	30,5 °C	30,5 °C	30,5 °C
		Humedad Relativa	52%	52%	52%	52%	52%	44%	44%	44%	44%	44%
	4:00 p. m.	Peso (g)	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	650 g	650 g	6500 g	650 g	650 g
		Temperatura	22,9 °C	22,9 °C	22,9 °C	22,9 °C	22,9 °C	20,7 °C	20,7 °C	20,7 °C	20,7 °C	20,7 °C
		Humedad Relativa	69%	69%	69%	69%	69%	87%	87%	87%	87%	87%
2	7:00 a. m.	Peso (g)	400 g	400 g	400 g	400 g	400 g	550 g	550 g	550 g	550 g	550 g
		Temperatura	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C	20,4 °C
		Humedad Relativa	61%	61%	61%	61%	61%	88%	88%	88%	88%	88%
	4:00 p. m.	Peso (g)	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	380 g	380 g	380 g	380 g	380 g
		Temperatura	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C	19,9 °C	20,9 °C	20,9 °C	20,9 °C	20,9 °C	20,9 °C
		Humedad Relativa	71%	71%	71%	71%	71%	92%	92%	92%	92%	92%
3	7:00 a. m.	Peso (g)	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g
		Temperatura	24,8 °C	24,8 °C	24,8 °C	24,8 °C	24,8 °C	21,2 °C	21,2 °C	21,2 °C	21,2 °C	21,2 °C
		Humedad Relativa	70%	70%	70%	70%	70%	73%	73%	73%	73%	73%
	4:00 p. m.	Peso (g)	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g
		Temperatura	44,2 °C	44,2 °C	44,2 °C	44,2 °C	44,2 °C	31,3 °C	31,3 °C	31,3 °C	31,3 °C	31,3 °C
		Humedad Relativa	15%	15%	15%	15%	15%	45%	45%	45%	45%	45%

Fuente: Propia

Anexo 9 evidencia fotográfica de secado de pulpa de café en el piso



Anexo 10 fotografías del proceso

