

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



## TESIS

**DETERMINACIÓN COMPARATIVA DE TIEMPO DE SECADO DE CAFÉ  
(*Coffea arábica* L.) EN DOS TIPOS DE SECADORES SOLARES EN EL  
VALLE DE SANDIA-PUNO”**

**PRESENTADA POR:**

**JOSÉ SANTOS MAMANI VILLAVICENCIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO - PERÚ**

**2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL

## TESIS

DETERMINACIÓN COMPARATIVA DE TIEMPO DE SECADO DE CAFÉ  
(*Coffea arábica L.*) EN DOS TIPOS DE SECADORES SOLARES EN EL  
VALLE DE SANDIA-PUNO

PRESENTADA POR:

JOSÉ SANTOS MAMANI VILLAVICENCIO  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

  
Ing. M.Sc. LUIS ALBERTO JIMENEZ MONROY

PRIMER MIEMBRO

  
Ing. M.Sc. GENNY ISABEL LUNA MERCADO


SEGUNDO MIEMBRO

  
Ing. M.Sc. SAIRE ROENFI GUERRA LIMA

DIRECTOR DE TESIS

  
Ing. M.Sc. EDUARDO JUAN MANZANEDA CABALA

ASESOR DE TESIS

  
Ing. ROSARIO EDELY ORTEGA BARRIGA

ASESOR DE TESIS

  
Ing. MATEO QUISPE CAPAJAÑA

PUNO – PERU

2015

**Área: Ingeniería y tecnología****Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes**

## DEDICATORIA

Con el más profundo cariño a mis queridos padres Juan de la Cruz Mamani Calderón y en especial a mi madre Hilda Villavicencio Huaquisto que desde el cielo me da fuerzas, que siempre me apoyaron en mi formación personal y profesional.



Con cariño y gratitud a mis hermanos Juan Carlos y Rolando Junior, por su aliento e invaluable contribución en mi formación profesional.

**José Santos**

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por la oportunidad de la realización de mis estudios superiores y a su plana docente, por haber compartido sus sabias enseñanzas.

A la Ing. M. Sc Eduardo Juan Manzaneda Cabala, por aceptar la dirección del presente trabajo de investigación y haberme orientado en esta tarea, mostrando un constante e inestimable apoyo incondicional, paciencia y entusiasmo.

A los Ing. Rosario Edely Ortega Barriga y Ing. Mateo Quispe Capajaña, por haberme prestado una generosa ayuda en el desarrollo de este trabajo como Asesores.

A los distinguidos miembros de jurado: Ing. M. Sc. Luis Alberto Jiménez Monroy, Ing. M.Sc. Genny Isabel Luna Mercado e Ing. M.Sc. Saire Roenfi Guerra Lima, por acceder amablemente a formar parte del mismo y por su contribución en los aspectos de aprobación del proyecto, ejecución y redacción final del presente trabajo.

Al Proyecto Agroforestal II del distrito de San Pedro de Putina Punco, al productor Raúl Mamani Mamani del sector de Bajo Tunkimayo y a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, han estado a mi lado durante todo este tiempo, en el que me han ofrecido su amistad sin pedir nada a cambio.

## ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	3
2.1. EL CAFÉ.....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Taxonomía.....	3
2.1.3. Variedades.....	4
2.1.4. El fruto del café.....	4
2.2. PRODUCCION DEL CAFÉ.....	5
2.2.1. Producción regional del café.....	5
2.3. HUMEDAD DEL CAFÉ VERDE.....	6
2.4. CALIDAD DEL CAFE.....	7
2.4.1. CONCEPTO DE CALIDAD DE CAFÉ.....	7
2.4.2. FACTORES GENÉTICOS Y LA CALIDAD DEL CAFÉ.....	8
2.4.3. INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA CALIDAD DEL GRANO DEL CAFÉ.....	9
2.4.4. INFLUENCIA DE FACTORES DE COSECHA EN LA CALIDAD DEL CAFÉ.....	10
2.5. FACTORES DE POST COSECHA.....	11
2.5.1. Etapa del despulpado.....	11
2.5.2. Etapa de fermentación.....	12
2.5.3. Etapa del lavado.....	13
2.5.4. Etapa de secado.....	13
2.6.1. Principio básico de los secadores de café tipo invernadero.....	18
2.6.2. Tipos de Secadores.....	19
a) Secador solar multipropósito.....	19
b) Secador solar parabólico.....	20
c) Secador solar de tipo Túnel (prototipo evaluado).....	21
d) Secador solar parabólico.....	21
e) Secador combinado de café (tipo túnel con colector solar).....	22
2.7. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ VERDE ALMACENADO.....	24
2.7.1. Fragancia/Aroma.....	25
2.7.2. Acidez.....	25
2.7.3. Sabor.....	26
2.7.4. Cuerpo.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	28
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	28
3.2.1. MATERIA PRIMA.....	28

3.3.	EQUIPOS Y MATERIALES .....	28
3.3.1.	MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE LOS SECADORES SOLARES ..	28
3.3.2.	MATERIALES DE LABORATORIO .....	29
3.3.3.	EQUIPOS .....	29
3.4.	METODOLOGÍA DE PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE OPERACIONES.....	30
3.4.1.	CONSTRUCCION DE LOS TIPOS DE SECADORES SOLARES .....	30
3.4.1.1.	Demarcación del terreno .....	30
3.4.1.2.	Construcción del piso o cama .....	31
3.4.1.3.	Construcción de la cubierta .....	32
3.4.1.4.	Instalación del plástico .....	32
3.4.1.5.	Instalación del colector solar .....	34
3.4.2.	Evaluación de los modelos .....	35
3.4.2.1.	Colocación del grano de café en las camas de secado .....	36
3.4.2.2.	Toma de muestra .....	36
3.4.2.3.	Análisis de las muestras .....	36
3.4.2.4.	Morteado .....	36
3.4.2.5.	Pesado de la muestra a analizar .....	36
3.4.2.6.	Determinación de humedad .....	37
3.4.2.7.	Registro de datos .....	37
3.4.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	40
3.5.	FACTORES EN ESTUDIO .....	41
3.6.	VARIABLES DE RESPUESTA .....	41
3.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	41
3.7.1.	MODELO MATEMATICO .....	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	43
4.1.	COMPARACIÓN ENTRE DÍAS DE SECADO PARA UN MISMO TIPO DE SECADOR SOLAR .....	43
4.2.	COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE SECADORES SOLARES PARA UN MISMO DÍA .....	47
4.3.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL GRANO VERDE DE CAFÉ.....	50
4.3.1.	EFFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL AROMA DEL CAFE .....	50
4.3.2.	EFFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL ATRIBUTO SABOR .....	51
4.3.3.	EFFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL ATRIBUTO ACIDEZ.....	52
4.3.4.	EFFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL ATRIBUTO CUERPO.....	55
V.	CONCLUSIONES .....	57
VI.	RECOMENDACIONES .....	58
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
	ANEXOS .....	63



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Producción de café en (TM). En la Región de Puno-Campaña agrícola 2005-2006.....	6
Cuadro N° 2: influencia del clima en la calidad del grano del café .....	9
Cuadro N° 3 : Escala hedónica para evaluación organoléptica .....	39
Cuadro N° 4: diseño experimental del trabajo de investigación.....	40
Cuadro N° 5: tipos de control de evaluación.....	41
Cuadro N° 6: análisis de varianza para el modelo .....	41
Cuadro N° 7 . ANOVA del contenido de humedad entre los días para un mismo tipo de secador.....	43
Cuadro N° 8 Comparaciones múltiples Duncan para los días de secado de café ( <i>coffea arabica</i> ) para un mismo tipo de secador solar de la humedad de café .....	44
Cuadro N° 09 . ANOVA del contenido de humedad entre tipos de secadores para un mismo día .....	48
Cuadro N° 10 Comparaciones múltiples Duncan para los tipos de secadores solares de secado de café ( <i>coffea arabica</i> ) para un mismo día.....	49
Cuadro N°11: Análisis de Variancia para los tratamientos-Aroma.....	50
Cuadro N°12: Análisis de Variancia para los tratamientos-Sabor.....	51
Cuadro N° 13. análisis de varianza de efecto del tipo de secador solar sobre la acidez de café ( <i>coffea arabica</i> ).....	53
Cuadro N°14. Comparaciones multiples duncan de los tipos de secadores solares sobre la acidez del café ( <i>coffea arabica</i> ) .....	54
Cuadro N°15: Análisis de Variancia para los tratamientos-Cuerpo .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Café cereza .....	5
Fig. 2. Estructura interna del café .....	5
Fig. 3. Secador de bajo costo, de costos intermedios y de alto costo .....	17
Fig. 4. Esquema del proceso de secador sola .....	18
Fig. 5. Secador solar multipropósito .....	20
Fig. 6. Secador parabólico .....	20
Fig. 7. Secado solar de túnel .....	21
Fig. 8. Secador solar parabólico .....	22
Fig. 9. Secador tipo túnel con colector solar .....	23
Fig. 10. Demarcación del lote .....	30
Fig. 11. Detalles de la construcción del piso .....	31
Fig. 13. Arcos que forman la estructura para soportar la cubierta plástica .....	32
Fig. 14. Distancia sobre los arcos para fijar las compuertas laterales .....	33
Fig. 15. Detalles de la construcción de las compuertas .....	34
Fig. 16. Instalación del colector solar .....	35
Fig. 17. Efecto del Modelo de secador (con colector solar y sin colector solar) y el tiempo sobre la humedad del grano .....	46
Fig. 18. Efecto del Modelo de secador (con colector solar y sin colector solar) y el tiempo sobre la humedad del grano .....	47
Fig. 19. Efecto del tipo de Secador solar sobre la acidez del café ( <i>Coffea arabica</i> ) .....	53



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el sector de bajo Tunkimayo del distrito de San Pedro de Putina Punco y los análisis de cata en el laboratorio de CECOVASA.; con el objetivo de evaluar dos tipos de secadores solares: con colector solar, sin colector solar y el tiempo de secado en la variación de humedad del grano de café así como determinar el perfil de taza de café (sabor, aroma, cuerpo y acidez) influenciado por los mismos factores. A inicio los granos de café fermentados fueron secados en dos tipos de secadores solares, los mismos que fueron evaluados a 1, 2, 3, 4 y 5 días respectivamente, para ver el comportamiento de la humedad. Para el análisis de humedad del café y su análisis organolépticos, las muestras fueron obtenidas de la cosecha actual, las mismas luego del secado fueron analizadas en el laboratorio de Control de calidad de café para exportación de CECOVASA. Para el procesamiento de datos, se utilizó el diseño estadístico (DCA) con tres repeticiones, del cual se obtuvo los resultados siguientes: que el tipo de secador solar con colector solar alcanzo temperaturas de 51°C en un día soleado que permitió la reducción de la humedad del grano hasta 12% en un tiempo de 3 días y el tipo de secador solar sin colector solar alcanzo temperaturas de 41°C en un día soleado permitió la reducción de la humedad menor o igual a 12% en un tiempo de 5 días alargando el tiempo de secado de café. En la taza de café en el atributo acidez, el mejor puntaje fue la muestra 1(tipo de secador solar con colector) con un puntaje total de 8.58 catalogado como excelente, frente a la muestra 2 (tipo de secador sin colector solar) con puntaje 8.00 existiendo una diferencia altamente significativa. En cuanto a los demás atributos como aroma, sabor y cuerpo no hubo diferencia significativa por lo que no hubo influencia por parte de los tipos de secadores solares.

## I. INTRODUCCIÓN

El secado del café (*Coffea arábica L.*) es una fase crítica de transición entre el café húmedo y el café totalmente seco, también es la operación más costosa del beneficiado húmedo del grano, representa alrededor del 90% del costo de operación. La forma tradicional de secado de café en el Valle de Sandia es en tarimas donde se exponen los granos húmedos directamente a los rayos del sol, removiéndolo periódicamente hasta alcanzar la reducción de humedad de 12%, para que esto ocurra pueden transcurrir entre 5-20 días, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar.

El grano después del lavado contiene alrededor de un 52% de humedad, si se seca deficientemente, se obtiene un café dañado que se vende a un precio más bajo en el mercado. Si el café se seca mucho, pierde peso, lo que genera zonas cristalizadas en los granos, que no permitirán un tostado uniforme y calidad de perfil de taza de café será muy baja. Si al café le falta secado, aparecen manchas por exceso de humedad en la superficie de los granos y se generan mohos en los cafés almacenados.

Es por ello que se hace necesaria la búsqueda de alternativas de secado para obtener café de buena calidad, que permita conservar sus atributos mediante los modelos de secadores solares tipo invernadero con colector de calor y sin colector de calor, el cual permitirá evaluar la temperatura, humedad relativa y determinar el tiempo de secado hasta llegar al 12 % de humedad del grano de café (*Coffea arabica*), a consecuencia el presente trabajo de investigación tuvo como objetivos:

- Evaluar los tipos de secadores solares con colector de calor, sin colector de calor y el tiempo de secado en la variación de humedad del grano de café y temperatura interior.
- Determinar el perfil de taza de café (sabor, aroma, cuerpo y acidez) influenciado por el tipo de secador solar y el tiempo de secado.



## II. MARCO TEORICO

### 2.1. EI CAFÉ

#### 2.1.1. Origen

El café (*Coffea arábica* L.) se originó en las tierras altas de Etiopía a más de 1000 msnm, en los años 575 y 890 los árabes lo llevaron a Arabia Yemsen y los nativos africanos a Mozambique y Madagascar, entre 1600 y 1700 los holandeses y portugueses trasladaron a Ceylan, posteriormente a Java e India, así como a otras regiones de Asia y África. El gobernador de Java, Von Hoor en el año 1708 llevó algunas plantas a Holanda, allí obsequio a Luis XIV rey de Francia. En 1727, fue trasladado de Sumatra a Brasil, luego paso a Perú y Paraguay (Fernández, 1981).

En la cuenca del río Tambopata, del Distrito de San Juan del Oro, durante la década de los cuarenta es cuando se inicia la colonización de la zona, se empieza a cultivar el café arábica de la variedad típica, denominándose como “café silvestre”. Es una planta arbutiva de mediano tamaño que puede llegar a medir 2.50 m de altura (Mejía, 2001).

#### 2.1.2. Taxonomía

El café está ubicado en el siguiente orden taxonómico (Fernández, 1981).

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Sub división	:	Angiospermae
Clase	:	Magnoliata
Sub clase	:	Asteridae
Orden	:	Rubiales
Familia	:	Rubiaceae
Género	:	<i>Coffea</i>
Especie	:	arabica

### 2.1.3. Variedades

La Cámara Peruana del Café (2001), señala que en el Perú solo cultiva *Coffea arabica* L. Las variedades cultivadas son Typica (70%), Caturra (20%) y otras como el Bourbon (10%). También se cultiva café orgánico y otros cafés especiales, por poseer características peculiares como su calidad de taza, acidez y sabor que se ajusta muy bien a los microclimas, temperatura y la estricta altura (1400 a 1800 msnm).

### 2.1.4. El fruto del café

Es una semilla procedente del árbol del cafeto, perteneciente a la familia de las Rubiáceas y al género *Coffea*. Los cafetos cultivados en el mundo a nivel industrial son de la especie *Coffea arábica* L. y *Coffea canephora* en su mayoría.

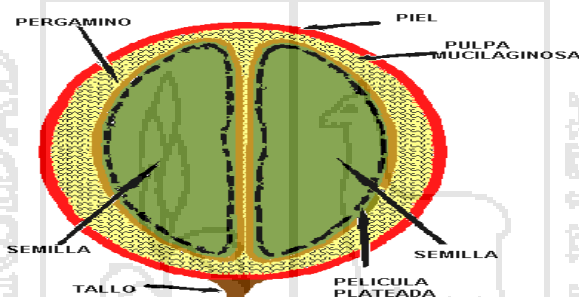
El café crece de manera apropiada en la zona tórrida en lugares que reúnen condiciones especiales de suelo, temperatura, altitud y radiación solar. Los suelos ricos en materia orgánica son ideales para el café. En general el suelo debe tener una profundidad de 80 cm para permitir la penetración de las raíces.

El café se desarrolla en el curso de 32 semanas siguientes a la aparición de la flor en el cafeto; cambia desde el verde claro a rojo oscuro (Figura 1) o a amarillo según la variedad, color en el cual ya se puede considerar maduro, para luego ser recolectado. La cereza del café, se forma en racimos unidos a las ramas por tallos muy cortos. (Prieto, 2002)



*Fig. 1. Café cereza*

La cereza o baya del café está formada por una piel (exocarpio), cuyo cambio en el color indica su evolución, y que recubre la pulpa (mesocarpio) de naturaleza mucilaginosa, que encierra en ella normalmente dos semillas, pegadas por su parte plana, y recubiertas una capa de coloración amarilla conocida como pergamino y finalmente está cubierto con una delgada membrana de tonalidad plateada, esta estructura se puede apreciar en la (Figura2)



*Fig. 2. Estructura interna del café*

## 2.2. PRODUCCION DEL CAFÉ

### 2.2.1. Producción regional del café

MINAG-DGIA (2007), informó que en el distrito de San Juan del Oro en la Región Puno, en los años 2005 al 2006, tuvo una producción neta de 6121 toneladas, siendo una cantidad elevada frente a los demás distritos restantes. En el cuadro 1 se presenta la producción local del café en los diferentes distritos.



**Cuadro 1. Producción de café en (TM). En la Región de Puno-Campaña agrícola  
2005-2006**

Distrito	San Juan del Oro	Sandía	Alto Inambari	Limbani	Phara	Patambuco	Yanahuaya	Total (tn)
Producción (tn)	4233	2	1183	5	1	3	694	6121

**Fuente:** MINAG-DGIA (2007)

### 2.3. HUMEDAD DEL CAFÉ VERDE

El contenido de humedad del café varía en corto tiempo dependiendo de la humedad relativa del ambiente, en un ambiente muy húmedo, el café absorbe humedad y al contrario en un ambiente muy seco, el café libera humedad en forma de vapor. A su vez refiere que el café con un contenido menor de humedad preserva por más tiempo las características de calidad en la taza por un periodo de seis meses, que todo lo contrario de un café con contenido de humedad alto, pierde su calidad original alrededor de dos meses (Wolfgang, 1995).

Para garantizar la calidad del café, los reglamentos internacionales recomiendan que la humedad del grano debe oscilar entre 10 y 12% en el grano seco, para preservar mejor y por más tiempo las características sensoriales de taza (Figueroa, 1996).

La NTP 209.027.(2001), realiza la clasificación de los granos de café por el contenido del porcentaje de humedad.

- Para el grado 1, la humedad del café verde debe ser entre 10% a 12%.
- Para los grados 2 y 3, la humedad del café verde debe ser entre 10% a 12.5%.
- Para los grados 4 y 5, la humedad del café verde no debe exceder del 13%.

## 2.4. CALIDAD DEL CAFE

Para la comercialización y valoración del café, las características sensoriales son más importantes que el valor nutritivo. Sin embargo, la calidad de un café puede significar diferentes cosas para diferentes personas por ejemplo contenido de humedad, la apariencia, la presencia de materiales extraños, el tamaño, el color y el olor del grano en pergamino, y tostado, constituyen su calidad física; resultado del control que se haya logrado en el cultivo, la cosecha, el beneficio, la trilla. (Wheeler 2001).

El proceso de beneficio tiene marcada influencia sobre la calidad del café; éste permite conservar o degradar las características sensoriales de la bebida, de tal forma que en el mercado mundial se distinguen los cafés procesados por la vía húmeda y seca. (Fajardo F.; Sanz J., 2006).

### 2.4.1. CONCEPTO DE CALIDAD DE CAFÉ

Es el resultado de un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico – químicas, intrínsecas del producto, hasta el momento de su transformación o consumo. Casi todo el café que produce el país, se exporta y el mercado internacional del café funciona con base en el concepto de calidad comercial y sus características han sido establecidas por los tostadores y productores de café, de acuerdo a la disponibilidad y precio de los diferentes tipos de café verde.

Las tendencias de los consumidores de café a nivel mundial es estar cada vez más dispuestos a pagar un mayor precio por los productores de mejor calidad, lo que hace prever que la mejor estrategia para enfrentar ahora el Comercio Internacional del café

es una excelente calidad natural del producto. Factores de precosecha que determinan la calidad del café (Cóndor, 2007).

#### 2.4.2. FACTORES GENÉTICOS Y LA CALIDAD DEL CAFÉ

En el género *Coffea*, hay dos especies de importancia comercial: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, las cuales se conocen comercialmente como arabica y robusta, respectivamente. Aproximadamente el 80% de la producción mundial es *Coffea arabica* que es tetraploide (dotación cromosómica doble de la de sus progenitores) y el otro porcentaje *Coffea canephora* que es diploide (dotación cromosómica doble de la de sus gametos). Esta diferenciación genética que son los responsables de la composición química de las semillas del café y por tanto de la calidad de la misma hace que el *Coffea arabica* sea de mejor calidad. Toda la producción del país es también de esta especie y siempre se han cultivado dos variedades “originales” de esta especie: Variedad **Típica** (criolla o silvestre) y variedad **bourbon**; pero también es ampliamente cultivado las variedades **caturra** (una variedad de bourbon), variedad **pache** (mutación del típica), variedad **catimor** (cruce entre el caturra con el híbrido timor) y en menores proporciones se cultivan las variedades **mundo novo** (cruce entre el bourbon y el sumatra) y **catuai** (cruce entre el caturra y el mundo novo). La determinación de la calidad del café no es más que la calificación de las características físicas y organolépticas o sensoriales del café y están basados en las exigencias del consumidor (Castañeda, 2004).

Pero la calidad de las diferentes variedades de la especie arábica es muy variada, destacado algunas por su relativa suavidad en cuerpo y amargor, otros por su pronunciado aroma y acidez, etc. Pero estas variaciones no son determinantes en la

calidad de la bebida propiamente dicha y si existen no pueden existir “nichos de mercados” para una u otra variedad específica no existe un fundamento técnico normativo para ello (Cóndor, 2007).

### 2.4.3. INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA CALIDAD DEL GRANO DEL CAFÉ

El café es un cultivo que requiere componentes climáticos primarios para obtener un grano de café de calidad como se indica en el cuadro 2:

**CUADRO 2: INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA CALIDAD DEL GRANO DEL CAFÉ**

Zonas Cafetaleras	Altitudes Varían entre 600 a 1800	Temp. media varía entre 18 a 24°C	Lluvias varían entre 1200 a 2600 mm/año	Humedad relativa varía entre 70 a 85%	Luminosidad varía entre 1600-1800 horas	Calidad del café
Zona alta	1200 a 2000	18 a 20	lluvias alta	Humedad Alta	Luminosidad baja	Excelente calidad
Zona media	900 a 1200	20 a 22	lluvias media	Humedad Media	Luminosidad media	Buena calidad
Zona Baja	600 a 900	22 a 24	lluvias baja	Humedad baja	Luminosidad alta	Calidad estándar

**Fuente:** Castañeda, 2004.

Cualquier cultivo de café que se encuentra por fuera de estas condiciones puede tener problemas de producción y calidad del grano. Aunque los componentes del clima son influenciados en gran medida por factores de latitud y altitud; pues la altitud tiene una gran influencia sobre la distribución de las lluvias, temperatura, humedad relativa, etc. Y estos factores climáticos, hacen que ciertas propiedades organolépticas del café se acentúen a medida que se incrementa la altura. Por ejemplo: a mayor altura el proceso de formación y maduración de los granos de café es más lenta, lo cual tiene como

resultado un desarrollo amplio de las sustancias aromáticas y de una acidez deseable en el café. La zona altitudinal de mejor optimización para el cultivo del café está entre los 1000 m.s.n.m. y los 1800 m.s.n.m. (Córdor, 2007).

#### **2.4.4. INFLUENCIA DE FACTORES DE COSECHA EN LA CALIDAD DEL CAFÉ**

No se debe cosechar granos verdes ni granos sobremaduros, sino cuando el fruto está en su óptima madurez. Y la cosecha se debe realizar en canastas o envases adecuados y en lo posible cada 15 días aproximadamente. La forma de realizar la cosecha, influye mucho en la calidad del café. Los frutos verdes presentan compuestos químicos en niveles diferentes al ideal, que alteran la calidad física del café (dando granos decolorados y de menor tamaño) que dan un sabor áspero y picante (sabor astringente o metálico) a la bebida. Mezclas de café normal con porcentajes mayores al 10% de granos verdes perjudican la calidad del café (Córdor, 2007).

Los frutos demasiados maduros también perjudican la calidad del grano, porque después de la maduración, los frutos entran en una fase de fermentación, dando un color rojo oscuro y produciendo una bebida con sabor y aroma a fruta (a piña sobremadura). La mejor calidad de café, tanto en grano como en la bebida, se obtiene cuando el fruto es cosechado en su estado óptimo de madurez (porque la composición química está a punto óptimo). Para que el fruto cosechado no se deteriore rápidamente a través de una fermentación espontánea que malograría su calidad, tiene que estar en envases ventilados y a la sombra; es por ello que se debe cosechar en canastas para evitar dañar al fruto y permitir escoger las impurezas existentes. Porque son granos con compuestos químicos derivados de procesos fermentativos o del ataque de microorganismos, dándose cerezas negras que originan un café con parte

de la pulpa pelada (grano media cara) así como una bebida con sabor a “madera”. No se debe cosechar los granos secos del árbol o los caídos con anterioridad del suelo. Al cosechar no mezclar los frutos maduros con hojas, palitos, piedras, etc. Las despulpadoras (molinos) deben estar bien graduadas o calibradas y se debe revisar constantemente que las camisas no estén dañadas (SURCAFE, 2002).

## **2.5. FACTORES DE POST COSECHA**

### **2.5.1. Etapa del despulpado**

En esta operación se remueve entre otras cosas, la pulpa del fruto con el fin de acelerar el proceso de descomposición del mucílago y así evitar el manchado del café pergamino por ciertos pigmentos del fruto. La pulpa constituye aproximadamente el 40% del peso fresco del fruto y el 30% en base seca con un contenido de humedad natural del 77%. Ya que el grano una vez cosechado, inicia una fermentación inadecuada (dentro del fruto) ocasionando mal sabor al café (café con aroma frutoso) que es llamado defecto fermento y es sumamente perjudicial para la calidad del café (Castañeda, 2004).

El despulpado del café debe realizarse el mismo día de la recolección. No deben pasar más de 10 horas después de la cosecha. Y no se debe mezclar cafés de cosechas pasadas. Así se evitará los granos mordidos o quebrados, que son daños físicos que tienen su efecto sobre la calidad del café, ya que frecuentemente se carbonizan en el proceso de torrefacción, cambiando por consecuencia la composición química original del café y por tanto sus propiedades sensoriales. Los granos mordidos o quebrados, son además el mayor defecto físico del café en el Perú (Cóndor, 2007).



### 2.5.2. Etapa de fermentación

En este proceso se descompone el resto del mucílago que cubre el café en pergamino con el fin de permitir su remoción en el lavado. Esta fermentación se produce por acción de numerosos microorganismos (bacterias, levaduras y enzimas) que transforman los compuestos pécticos y azúcares en alcoholes y diversos ácidos. Esta acción se realiza amontonando los granos en tanques, tinas, pilas o bateas, para que la temperatura aumente y se desarrollen los microorganismos. En esta fermentación es crítico el tiempo de proceso, por ello hay que tener siempre en cuenta: No realizar largos periodos de fermentación. No fermentar más de 24 horas. Los tanques, tinas, pilas o bateas de fermentación no deben contener agua en este proceso (Castañeda, 2004).

Cóndor (2007), Indica que, El tiempo de duración de este proceso depende del clima y temperatura del ambiente (y por lo tanto de la altura sobre el nivel del mar) este tiempo debe variar entre 12 y 20 horas. Si se realiza largos periodos de fermentación (sobrefermentación), aparecen daños en la calidad, por la formación de compuestos como los ácidos propiónicos y butíricos, que dan sabores, aromas y olores indeseables al café como a fruta (piña madura), a cebolla (por el ácido propiónico), a fermento natural (por el ácido acético) y agrio (vinoso). Todos los daños de calidad causados al grano por sobrefermentación, son de tipo químico y provocan rechazo del producto por parte de los compradores. Este según la intensidad del sabor, pueden ser:

- Sabor Frutoso (muy ligero)
- Sabor a fermento (ligero)
- Sabor a vinagre (intenso)
- Sabor hediondo (muy intenso).

### 2.5.3. Etapa del lavado

En esta operación se retira todos los productos del mucílago para evitar formaciones de sabores y olores indeseables en el secado y se puede realizar en el mismo tanque, tina, pila o batea de fermentación o utilizando canal de correteo, pero siempre teniendo en cuenta: No debe quedar residuos de mucílago pegados al grano, porque ocasionan granos manchados y dan sabores a fermento (frutuoso) y agrios, ocasionando el defecto sucio en la bebida. Lavar bien y con agua limpia los granos del café. De ninguna manera se debe pisar los granos de café en la batea al momento de lavarlos (SURCAFE, 2002).

### 2.5.4. Etapa de secado

El secado consiste en bajar el contenido de humedad presente (55 % aproximadamente) en el pergamino húmedo de café hasta un 12 % (ANACAFE 1999).

El tiempo de secado depende de las condiciones ambientales del lugar, de la cantidad de producto. (Oliveros C.; Ramírez C., Sanz J.; Peñuela A., 2006)

El secado de granos es una alternativa viable, donde se elimina agua del producto mediante el empleo de aire atmosférico a bajas temperaturas (65 °C para el caso de arveja verde, y 50 °C en el caso de arroz y café). (Restrepo A., Burbano J., 2005)

Es la operación más delicada del proceso de beneficio. Durante el secado se rebaja la humedad del café, del 52% al 12%, esto con el fin de poder almacenar el producto en condiciones que permitan conservar su calidad (impidiendo el desarrollo de hongos y bacterias. Por ello es importante: Porque de lo contrario el café adquiere un sabor a cebolla, causado por el ácido propiónico originada por esta acción. Porque el café secado sobre mantas de plástico, lonas u otros sobre la tierra, hace que el café

adquiera un sabor y olor sucio (café terroso) y es desagradable al gusto (Castañeda, 2004).

Después de lavar el café, hay que proceder a secarlo inmediatamente, sin amontonarlo húmedo (mojado). No secar el café sobre el suelo, se debe utilizar parihuelas o tarimas para ello. No mezclar cafés de diferentes humedades para secarlos, cada lote debe secarse en forma separada (Cóndor, 2007).

Si se almacena o se vende el café, con humedades mayores al 12%, se presentan ataques de hongos (micotoxinas) que causan daño al ser humano y deterioran la calidad del café, provocando defectos físicos como granos blanqueados o decolorados o granos partidos o aplastados y defectos en taza como sabor terroso o mohoso, con sabores a tierra húmeda, a piña sobremadura, a cebolla o a vinagre y que son rechazados por los compradores, llamándoles granos flojos. El café almacenado con menos del 12% de humedad, preserva mejor y por más tiempo su calidad (hasta por seis meses después de su elaboración). Al contrario, un café con contenido de humedad alto (mayores al 12%) pierde su calidad original rápidamente (alrededor de dos meses). Este secado inadecuado del café es el principal problema de taza en el Perú. Secar demasiado tiempo y con humedades menores al 10% también malogra la calidad del café, cristalizándolo al grano, que pierde su color original y adquiere un sabor a “madera” (insípido, sin acidez y aroma) (Castañeda, 2004).

## **2.6. SECADORES SOLARES**

Los secadores solares pueden dividirse en tres clases generales, En la primer clase están aquellos que usan un colector que provee aire caliente a una cámara de secado. En la segunda, los que generan el aire caliente directamente en la cámara de secado a través del efecto invernadero. Finalmente, en la tercer clase están los secadores

solares asistidos con aire calentado usando fuentes alternas, tales como madera, carbón y paneles de celdas fotovoltaicas (Leopold et al., 2003).

Oti-Boateng y Axtell (1998), mencionan las siguientes ventajas que tienen los secadores solares para café comparados al secado del grano en patio:

- Las temperaturas son más elevadas y, en consecuencia, la humedad relativa interior menor. Esto trae como resultado un secado más rápido.
- Las temperaturas elevadas que se generan actúan como una barrera contra la presencia de insectos y el desarrollo de moho.
- El producto dentro de los modelos está protegido del polvo y los insectos.
- El ritmo de secado es más acelerado, y el uso de sistemas de rejillas o mallas requiere de menor cantidad de terreno.
- Permite un grado considerable de protección contra la lluvia, lo que hace innecesaria mano de obra adicional para recoger el material.
- Resulta comparativamente más barato de construir y no necesita mano de obra especializada.

PROARCA (1994) hace las siguientes recomendaciones a tomar en cuenta en la construcción de secadores tipo invernadero: colocar el grano de café en zarandas de malla o lamina a un metro del suelo, utilizar en el techo un material grueso y transparente, con una altura del suelo de dos metros, su orientación tiene que ser de oriente a poniente para permitir la circulación del aire, y evitar que el café entre en contacto con la lluvia o el sereno.

CERTIMEX (2009), en sus normas para certificar café orgánico nos habla que en la etapa de secado de café se tienen que cumplir requisitos tales como: el aprovechamiento máximo de la energía del sol, evitar el contacto del grano con el suelo, prohibido el uso de combustible fósil (gasolina, diesel o petróleo). Tampoco se permite el uso de plástico en el secado, pero según Berrueta et al., (2003) en el caso que el café no entre en contacto directo con el plástico, se permite el uso del mismo para protección si están elaborados por polietileno o polipropileno.

Restrepo y Burano (2005) compararon diferentes tipos de secadores solares para café y encontraron que la mejor alternativa son los secadores tipo invernadero con cubierta de plástico térmico, por ejemplo el secador tipo parabólico de 20m<sup>2</sup> propuesto por el CENICAFE , diseñado para un quintal de grano y que consta de estructura de bambú y plástico. Otras ventajas que posee este tipo de secadores es que el grano de café se continúa ventilándose y secándose aun en días lluviosos y evitan de igual manera que el granos se rehumedezca. (Roa et al., 2000).

En la construcción de un secador se recomienda el uso de estructuras de madera, cubiertas de polietileno y una chimenea para facilitar la circulación de aire. Para reducir las pérdidas de calor por convección, se propone el uso de capas dobles de polietileno en las paredes, la exterior debe ser más transparente que la interior.

Para que el secado sea más rápido la capa de granos de café no debe ser mayor a 3cm (Roa et al., 2000). Paswan y Mohit (2010) recomienda en el caso de que los secadores solares no cuenten con una estructura de madera debajo del mismo utilizar pisos de concreto.

Kamaruddin (2007) propone el concepto de Pequeñas Unidades de Procesamiento (SPU), que incluyen un secador solar de efecto invernadero (GHE) para productos tales como los granos de cacao y otras semillas. Por su parte el Danish Technological Institute (2002), reporta la prueba de un secador solar para granos y semillas, provisto de un área de colección y calentamiento de aire de 24m<sup>2</sup>, donde la circulación interior del aire se realiza con ventiladores alimentados por paneles de celdas fotovoltaicas. Con este secador, diseñado para 500 kg, fue posible reducir el contenido de humedad en el maíz de un 20% al 10% en día y medio.

Basados en su costo y características, Green y Schwarz (2001) clasifican a los secadores solares en tres tipos: de costo bajo (US\$ 15) los cuales son portátiles (Figura 3), con estructura de bambú y con una superficie de secado de 7 m<sup>2</sup>, los de costo intermedio (US\$ 400), con una superficie de secado de 5 m<sup>2</sup> y cinco charolas sobrepuestas (Figura 3), haciendo un total de 25 m<sup>2</sup> de área de secado. Finalmente y los secadores (Figura 3) de alto costo (US\$ 5000), con carga de secado que varía de 1.5 kg/m<sup>2</sup> en plantas medicinales y hasta 25 kg/m<sup>2</sup> para arroz y café.

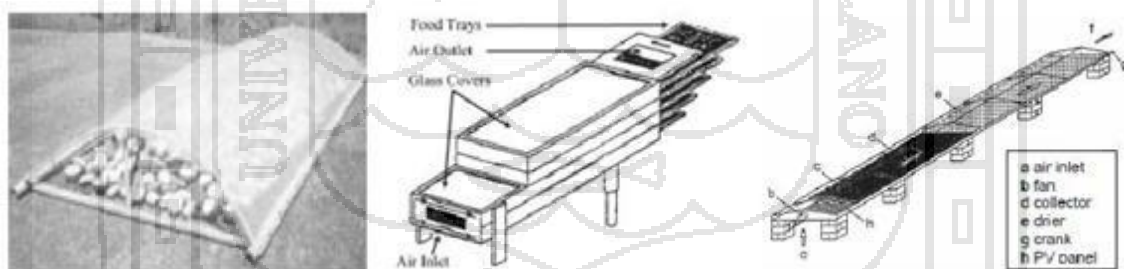


Fig. 3. Secador de bajo costo, de costos intermedios y de alto costo

Berrueta et al. (2003) desarrollaron, con participación de productores, un secador solar de 7.5m<sup>2</sup> hecho de madera y plástico para invernadero. En la operación encontraron una reducción de hasta un 50% del trabajo físico requerido para el manejo del grano.

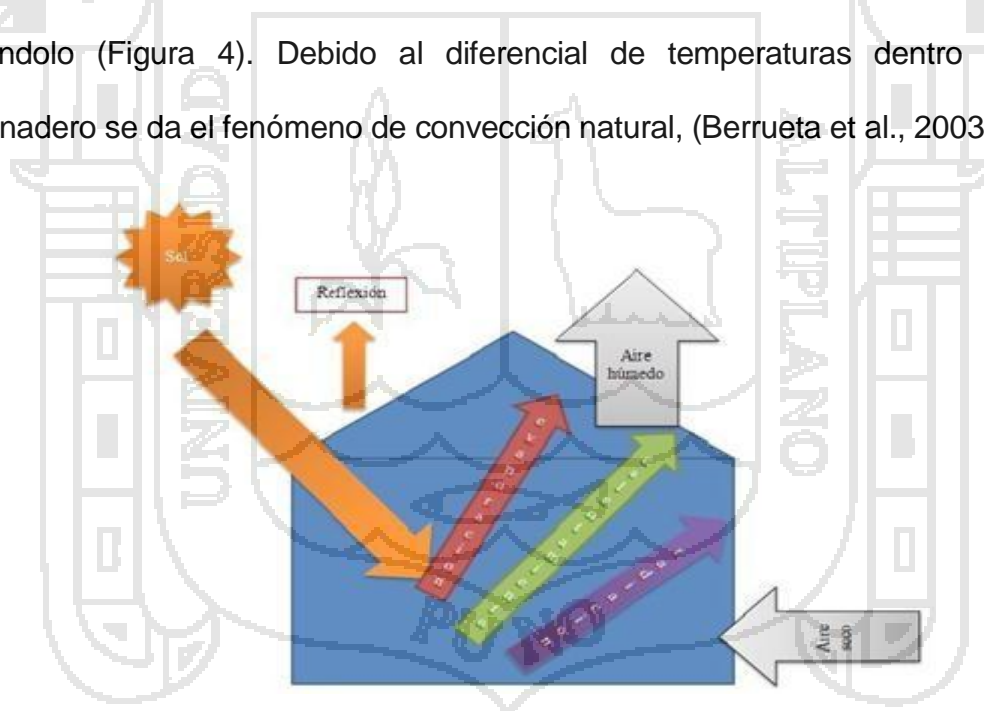


No todos los secadores solares para café son eficientes, debido a que estos son inicialmente diseñados para otros tipos de granos y luego adaptados para café. Por esta razón, proponen un secador con sistema neumático para agitar el grano y asistido con un flujo de aire. (Sampaio et al. ,2007)

Los secadores solares que usan un colector que provee aire caliente a una cámara de secado las temperaturas son más elevadas y, en consecuencia, la humedad relativa interior menor. Esto trae como resultado un secado más rápido. (Leopold et al., 2003)

### 2.6.1. Principio básico de los secadores de café tipo invernadero

El aire en el interior del invernadero se calienta por efecto de los rayos del sol, disminuyendo la humedad relativa, el aire caliente absorbe el agua del grano, secándolo (Figura 4). Debido al diferencial de temperaturas dentro y fuera del invernadero se da el fenómeno de convección natural, (Berrueta et al., 2003).



*Fig.4. Esquema del proceso de secador solar*

Los secadores solares reducen la cantidad de trabajo físico requerido para el manejo del grano, pues no se requiere tender y levantar el grano diariamente. Además, reducen el tiempo de secado, en relación al secado en patios, hasta en un 40%. Además, eliminan factores que pueden afectar la calidad del grano, tales como

basura, polvo, animales, el pisoteo de las personas, lluvia, etc. Finalmente, se obtiene un grano con mejor apariencia física, dado que se evita el re- humedecimiento y el recalentamiento del mismo (Barrueta et al., 2003).

Algunos aspectos mencionado por Cruz (2008) para el manejo y el mantenimiento de las secadoras solares tipo invernadero son:

- No debe interrumpirse la circulación aire.
- Si el lugar es frío, hay que disminuir el tamaño de la entrada de aire pero no se debe de cerrar completamente.
- Tener cuidado que no se acumule vapor dentro del invernadero.
- No debe proyectarse sombra hacia la secadora.
- Las salidas y entradas de aire deben de cerrarse por la noche para evitar que se introduzca humedad dentro del invernadero.
- Las puertas deben estar siempre cerradas para evitar que entre polvo, basuras y animales.

### 2.6.2. Tipos de Secadores

En esencia un deshidratador solar es un aparato que aprovecha la energía solar para calentar aire, provocando por convección, una corriente de aire caliente que pasa entre los productos colocados en su camino, secándolos, y arrastrando la humedad al exterior por una chimenea. (Maocho, 2009)

#### a) Secador solar multipropósito

Está constituido por una estructura de perfiles metálicos en forma de paralelepípedo. Posee doble cubierta de vidrio transparente en la parte superior y laterales flanco Este y Oeste. Los vidrios se fijan con juntas y separadores que garantizan la

impermeabilización. El secador se ubica con su dimensión mayor (largo) en la dirección Norte-Sur. Para el acceso a la cámara de secado el secador tiene en su interior un túnel metálico ennegrecido con pintura negro mate, el cual capta la radiación solar incidente y la transfiere al aire del interior de la cámara de secado. Dentro del equipo existen zarandas de malla metálica sobre las que se coloca carga (Restrepo A. & Burbano J., 2005).



*Fig. 5. Secador solar multipropósito*

#### **b) Secador solar parabólico**

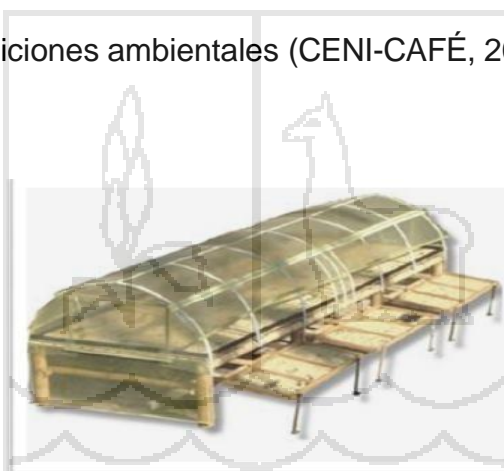
El secador solar con cubierta parabólica es una máquina con estructura en la misma forma, que facilita el secado de café pergamino (Figura 6). El sistema básico empleado por este secador es de tipo invernadero, donde como su nombre lo indica, aprovecha este fenómeno para producir una concentración de calor debido al principio físico que involucra. (Restrepo A. & Burbano J., 2005)



*Fig. 6. Secador parabólico*

### c) Secador solar de tipo Túnel (prototipo evaluado)

Este al igual que el secador parabólico construido en otros materiales disponibles en la finca o en la región, una cubierta plástica transparente, un piso de malla plástica y compuertas enrollables de plástico transparente. El secador solar de túnel dispone de una superficie de 20 m<sup>2</sup>, adecuada para atender el secado de café de una finca con producción anual de 1500 kg de café por ciclo. Sin embargo las dimensiones se pueden acomodar a otras producciones (Figura 7). Este logra alcanzar temperaturas máximas de hasta 50°C y en días muy soleados con capas de 3 cm el secado de café puede tardar de 3 a 4 días (moda 5 días), mientras que en tiempo lluviosos puede demorar hasta 9 días ya que más tiempo puede ocasionar defectos en la calidad física del grano por causa de una mayor pérdida de humedad o puede rehumedecerse el café según las condiciones ambientales (CENI-CAFÉ, 2006).



*Fig. 7. Secado solar de túnel*

### d) Secador solar parabólico

El secador solar con cubierta parabólica es una máquina con estructura en la misma forma, que facilita el secado de café pergamino. El sistema básico empleado por este secador es de tipo invernadero, aprovecha este fenómeno para producir una concentración de calor debido a al principio físico que involucra. (Restrepo A., Burbano J., 2005).



*Fig. 8. Secador solar parabólico*

**e) Secador combinado de café (tipo túnel con colector solar)**

Con frecuencia en las fincas cafetaleras se utiliza energía solar junto con secadores mecánicos para el secado del café, denominando secado combinado. En los secadores solares (tipo túnel con colector solar) se retira la humedad en 1 o 2 días, obteniendo un producto de excelente calidad física y en taza. Es importante tener en cuenta que no se deben de mezclar cafés de diferentes días en una cámara del secador, porque no se logra que los dos productos queden en las mismas condiciones de humedad.

Con el empleo de secadores solares (Figura N°9), se logra reducir notoriamente el tiempo de secado, en condiciones climáticas adversas, típicas de cosecha principal y de mitaca, disminuyendo el riesgo de deterioro de la calidad del producto, que puede ocurrir en el secado solar prolongado. (CENI-CAFÉ, 2009).

El fenómeno térmico que se presenta en los colectores solares es la convección natural debido a que no se utiliza ningún mecanismo que force al aire a pasar a través del túnel colector generando el calentamiento del aire. Con estos colectores se pueden lograr temperaturas entre 50 y 35 °C a la salida cuando existe temperatura ambiente de 28 °C reduciendo el tiempo de secado al producto que se emplee. (Cifuentes, Marín y Muñoz 2009)



*Figura 9. Secador tipo túnel con colector solar*

- **Principio de funcionamiento**

El secado del material (colocado en bandejas o capas en carros portadores a lo largo de la cámara de secado, ubicada debajo y a lo largo de la cámara de calentamiento) se realiza por el paso continuo del aire caliente a través del material, que produce un intenso proceso de intercambio de calor y masa, durante el cual la humedad superficial del material se incorpora al aire por evaporación, en la medida en que el aire transfiere su calor. (Delgado M., Leiva G., Perdigón Z., Bérriz L., 2009)

- **Limite seguro de temperatura**

Para mantener la calidad del café que está en proceso de secamiento y mantener que no hayan pérdidas en su sabor; se debe entender claramente que no es suficiente con establecer solamente un límite de temperatura. Además de la temperatura, el tiempo durante el cual se mantiene el café a una temperatura dada es lo que resulta importante para el mantenimiento de la calidad. (MARCALA, 2010)



Es muy difícil, por no decir imposible especificar niveles seguros de temperatura del café o aún combinaciones seguras de tiempo y temperatura; como una guía aproximada podemos establecer los siguientes rangos de temperatura que es apto para el café:

- El café tolerará 40°C por un dos a tres días
- El café tolerará 50°C por pocas horas: 1 a 2 días
- La tolerancia a 60°C , periodo para deterioro de calidad de taza menos a 6 hora.

El sobrecalentamiento durante el secado produce sabores agrios o “cocinados” en la bebida de café Para establecer la temperatura del café en proceso de secado, se debe remover una muestra de la secadora, colocarla rápidamente en un contenedor aislante, como un “termo”, colocar un termómetro y tomar la lectura más alta de temperatura a pocos minutos de la toma.(MARCALA-2010)

En cuanto al aprovechamiento de la energía según la etapa de secado se puede decir que:

- Oreado: El aire arrastra humedad por contacto y máximo aprovechamiento de la energía
- Presecado: Débiles fuerzas de retención de humedad y se aprovecha el 85% de la energía
- Secado: La humedad es retenida por fuerzas capilares y se aprovecha el 65% de la energía

## 2.7. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ VERDE ALMACENADO

Para realizar la evaluación organoléptica de la calidad de taza de café los parámetros principales utilizados son los siguientes:

### 2.7.1. Fragancia/Aroma

Según Cañas (2008), los aspectos aromáticos incluyen La Fragancia (definida como el olor del café de la muestra molida cuando todavía está seca) y el Aroma (el olor del café mezclado con agua caliente).

El aroma del café es captado por los receptores olfáticos durante la catación. Estas características se deben a los aceites esenciales contenidos en la almendra. El aroma es catalogado tanto cuantitativa como cualitativamente. Un aroma delicado, fino, fragante y penetrante caracteriza un buen café. Otros términos usados por los catadores para la descripción de los aromas son: floral, acaramelado, malteado, achocolatado, cítrico, entre otros (Fischersworing y Roskamp, 2001).

Aroma, una sensación aromática comúnmente encontrada en el aroma de la taza de la infusión de café, creada por un conjunto altamente volátil de aldehídos y de esterres que se transforman en gases en la temperatura elevada de la infusión de café, se percibe como una sensación dulce que recuerda a un cítrico o como una sensación seca que recuerda a una baya (Lingle, 2011).

### 2.7.2. Acidez

Los sabores ácidos los percibimos principalmente en sustancias que son ácidas. Estos compuestos contienen átomos de hidrógeno, que son los principales responsables de dicho sabor. Cuando se mezcla la sustancia que contiene el ácido con agua (recuérdese que para que las papilas gustativas reaccionen, las sustancias tienen que estar húmedas), en general desprenden algunos de sus átomos de hidrógeno. Por ejemplo, el ácido cítrico que existe en la naranja, el limón, etc., tiene un sabor ácido muy pronunciado. Otro ejemplo es el caso del vinagre, que está compuesto de ácido acético (Cañas, 2008).

El grado de acidez, es decir, su intensidad, acidez varía notablemente conforme a la procedencia del café, destacándose los cafés de altura por una acidez alta a mediana mientras que los cafés de bajura tienen acidez ligera y en casos extremos careen de ella. Otro factor que influye es la edad del grano, pues en su envejecimiento baja el grado de acidez (Fischersworrning y Rosskamp, 2001). Acidez, un gusto deseable en el café cultivado en altura, ácido y agradable, no amargo (Lingle, 2011).

### 2.7.3. Sabor

El Sabor representa la característica principal de café, "las notas de medio alcance" las primeras impresiones dadas por la aroma y acidez a su resabio final. Es una impresión combinada de todas las sensaciones gustativas (papilas gustativas) y aromas retronasales que van de la boca a la nariz.

La cuenta dada al Sabor debe justificar la intensidad, la calidad y la complejidad de su sabor y el aroma combinados, que se experimenta cuando el café es sorbido con ruido en la boca para implicar vigorosamente el paladar entero en la evaluación (Cañas, 2008).

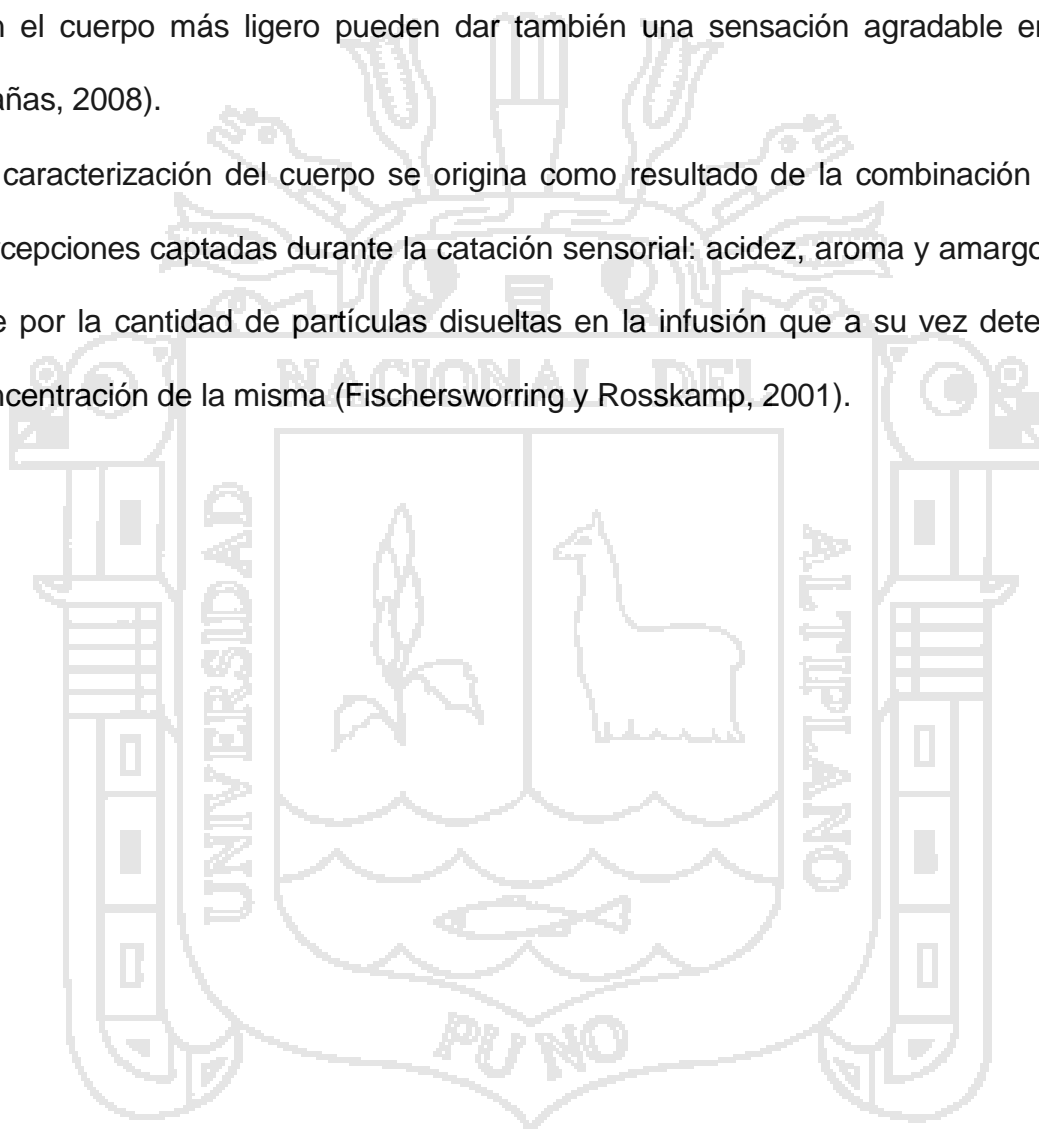
Es de suma importancia que los catadores realicen los análisis según ciertas reglas y normas internacionalmente establecidas que les permita detectar todo sabor extraño. En este proceso es crucial tener en cuenta el comprador del café, ya que las exigencias al sabor varían de país a país (Fischersworrning y Rosskamp, 2001).

Una sensación primaria de sabor relacionada con la presencia de los componentes de sabor dulce que se forman en el café. Se crean a manera de ácidos y se combinan con azúcares a fin de incrementar la dulzura general de la bebida del café (Lingle, 2011).

#### 2.7.4. Cuerpo

La calidad del Cuerpo se basa sobre la sensación táctil del líquido en la boca, especialmente como es percibido entre la lengua y el paladar. La mayoría de las muestras con cuerpo pesado pueden recibir una cuenta alta en términos de la calidad debido a la presencia de coloides (de infusión). Sin embargo; algunas muestras con el cuerpo más ligero pueden dar también una sensación agradable en la boca (Cañas, 2008).

La caracterización del cuerpo se origina como resultado de la combinación de varias percepciones captadas durante la catación sensorial: acidez, aroma y amargor, al igual que por la cantidad de partículas disueltas en la infusión que a su vez determinan la concentración de la misma (Fischersworing y Roskamp, 2001).



### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente proyecto de investigación se ejecutó en el distrito de San Pedro de Putina Punco entre los meses de Junio a Setiembre del año 2014. Para la parte experimental, se realizó el secado de café pergamino fermentado en dos tipos de secadores solares tipo túnel con colector de calor y sin colector de calor en el sector de Bajo Tunkimayo Distrito de San Pedro de Putina Punco, Provincia de Sandia Departamento de Puno.

Las pruebas de evaluaciones de las características físicas y organolépticas del café verde y tostado se realizaron en el laboratorio de control de calidad de café CECOVASA y con un equipo de catadores.

#### **3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL**

##### **3.2.1. MATERIA PRIMA**

La materia prima utilizada para el presente trabajo de investigación fue café pergamino fermentado de cosecha actual del tipo arábica en su variedad caturra roja proveniente del Sector Bajo Tunkimayo catalogado como el mejor productor de café a nivel nacional ubicado en el distrito de San Pedro de Putina Punco de la Provincia de Sandia.

#### **3.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

##### **3.3.1. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE LOS SECADORES SOLARES**

- Malla galvanizada
- Plástico calibre 720 para cubierta
- Plástico negro

- Tecnopor (aislante para el colector)
- Calaminas
- Malla mosquetera
- Maderas y bigas
- Tubos
- Clavos
- Alambres

### 3.3.2. MATERIALES DE LABORATORIO

- Muestras para café
- Cucharas de catación
- Vasos pirex
- Mesa para catación
- Agua mineral
- Probetas
- Vasos para desperdicio
- Tableros de calificación

### 3.3.3. EQUIPOS

- Balanza analítica de 2000 g (marca OHAUS). resolución: 0,001 g
- Medidor de Humedad para grano de café. Marca Gehaca, Modelo G-600.
- Termómetros digital marca TAYLOR
- Trilladora de grano ( Marca SIEMENS, tipo 1RF3 054-4YC31)
- Cronometro digital

- Selladora para bolsas (polipropileno, polietileno), perilla de control de temperatura para graduar calor según el grosor de la bolsa
- Tostadora de café, Modelo ERT-15 Marca IMSA
- Molino de café. Marca Zanesco (Made in Germany)

### 3.4. METODOLOGÍA DE PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE OPERACIONES

#### 3.4.1. CONSTRUCCION DE LOS TIPOS DE SECADORES SOLARES

La construcción de los modelos se llevó a cabo en un área de 15 x 10 m, cercana al área de beneficio de café. El terreno fue nivelado y aplanado. Los tipos de secadores solares fueron construidos de manera que el sol les diera por las paredes laterales la mayor parte del día y tomando en cuenta la dirección de circulación del aire.

##### 3.4.1.1. Demarcación del terreno

Con estacas, hilos y niveles se ubicó en cada sitio donde serán levantadas las 10 columnas separadas 2 m entre ejes, y de longitud variable, según la pendiente del terreno estas soportan el piso del secador con una altura mínima de 70 cm.



*Fig. 10. Demarcación del lote*



### 3.4.1.2. Construcción del piso o cama

El piso del secador está apoyado en una estructura de cuatro bambús de 5m de longitud, unidas para formar vigas de 10 m de largo, apoyadas en las columnas de bambús. Sobre estas vigas se colocan en dirección transversal 21 viguetas hechas de la mitad de los bambús de 2.20 m de longitud previamente cortadas, separadas entre sí 50 cm.



*Fig. 11. Detalles de la construcción del piso*

Sobre estas se instalan 14 hileras de bambú de 10 m de longitud en dirección longitudinal, separadas 15 cm (Figura 11). El borde del piso que sirve como tope para evitar derrames de café al suelo, se construye con listones de madera cepillada de 2.5 cm x 5 cm, formando un marco, en los cuales se enrolla la malla sobrante y se ejerce la tensión adecuada para evitar el contacto del café con la madera (Figura 12).



*Fig. 12. Piso con malla*

### 3.4.1.3. Construcción de la cubierta

Para soportar el plástico que cubre el secador se utilizan 13 PVC de 1 ½ pulgada 4.5 m de longitud dobladas en forma de arco, separadas cada 83.3 cm, las cuales se fijan con puntillas a las vigas que soportan la estructura del piso (Figura 13) y con alambre dulce a las columnas.

El caballete de 10.30 m de longitud lo constituye una hilera de bambú de 4.5 cm de ancho, fijadas a cada arco sujetadas con jebe en la parte superior.



*Fig. 13. Arcos que forman la estructura para soportar la cubierta plástica.*

### 3.4.1.4. Instalación del plástico.

Primero se instala las compuertas laterales enrollables, de plástico que facilitan el acceso y la operación del secado; cada una mide 1 m de ancho x 5.2 m de longitud. El borde superior de cada compuerta lateral se fija a las tiras de bambú que forman un arco a los 77 cm del borde inferior del marco del piso. El otro extremo de la compuerta permite enrollar el plástico y ajustar la compuerta a la posición requerida: totalmente abierta para cargar, resolver y descargar café. Luego se coloca el plástico de 2m de ancho por 10.3 m de largo, se enrolla dando

dos vueltas hacia adentro y se fija en las tiras de bambú para asegurar el plástico se utilizan grapas de acero o tachuelas y un refuerzo de un trozo de botella (PET) preferiblemente de forma redondeada para evitar daños al plástico.



*Fig. 14. Distancia sobre los arcos para fijar las compuertas laterales*

En la parte frontal y posterior del secador también se cuenta con compuertas enrollables. Para su construcción en cada cara se utilizan dos bambús a la mitad de  $80 \times 4$  cm colocadas en posición vertical, con una separación entre ellos de 100 cm, se fijan con jebe y clavos de  $\frac{1}{2}$  pulgada. En el otro extremo con dirección al norte el plástico se coloca con las mismas dimensiones que permitan la entrada de aire.

En la parte superior de la compuerta frontal se dispone de abertura de  $20 \text{ cm}^2$  para permitir la salida del aire húmedo durante el secado; están protegidas con un alero del plástico para evitar la entrada de agua lluvia que podría rehumedecer el café y alterar su calidad final.

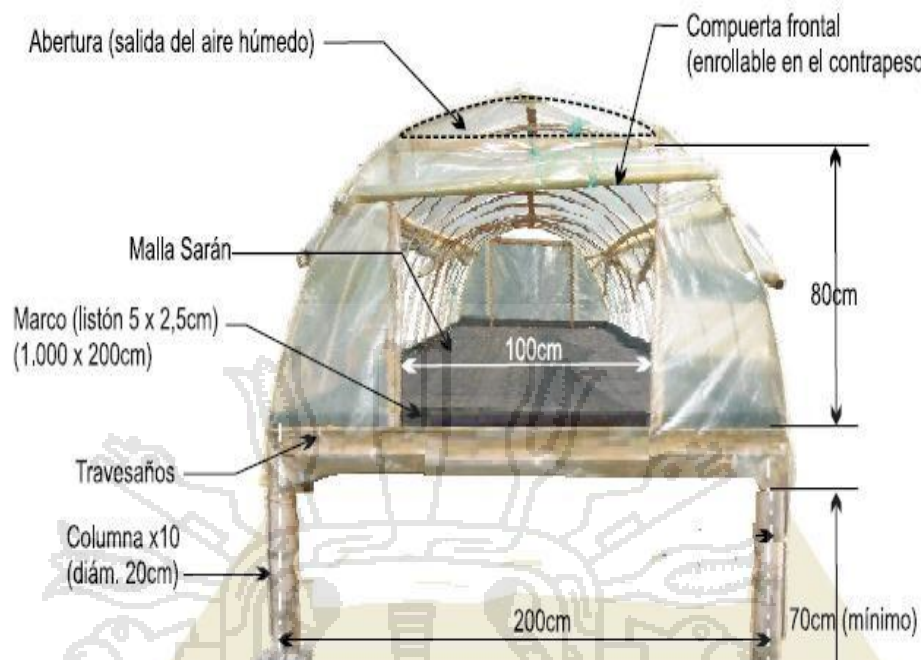


Fig. 15. Detalles de la construcción de las compuertas

#### 3.4.1.5. Instalación del colector solar

Este detalle también es muy importante tener en cuenta durante la construcción e instalación del colector solar, la entrada principal está orientada en la misma dirección del mayor viento dominante, en algunos lugares coincide con el SUR, pero no siempre, esta vez se instaló mirando hacia el norte.

El colector varía de acuerdo al ancho de la cama de secado, en esta investigación se realizó con 1.50 de ancho por 2 metros de largo (con tablas de 20 cm de ancho), con un ángulo de 30°, luego colocamos tecno por en todo el área del colector, esto para poder preservar el calor que se adquiere, también sirve con aislante térmico, unos 10 cm de distancia instalamos las calaminas (Figura 16), por último sellamos el colector con plástico a una distancia de 3 cm de la calamina.





*Fig. 16. Instalación del colector solar*

### 3.4.2. Evaluación de los modelos

En la evaluación de los dos tipos de secadores solares se utilizó grano proveniente de la plantación experimental de café (*C. arábica*) de Bajo Tunkimayo. El fruto cosechado fue inmediatamente despulpado, fermentado en tanques de concreto y lavado en botes plásticos de 200 L de capacidad.

Posterior a su lavado, se dejó escurrir por un periodo de media hora para eliminar el exceso de agua. Finalmente, se procedió a colocar el grano de café en las camas de secado y en ellas se evaluó el secado del grano. Con la finalidad de tener datos suficientes para detectar diferencias entre tipos de secadores y tiempo dentro de un mismo tipo de secador, se realizaron tres ensayos independientes.

Cada día se evaluó los siguientes parámetros:

- a) Temperatura interior del secador
- b) Pérdida de humedad del grano por día.

La evaluación finalizó cuando el grano alcanzó el 12% de humedad en los tipos de secaderos solares durante los 5 días.

#### **3.4.2.1. Colocación del grano de café en las camas de secado**

En cada una de las camas se colocó y distribuyó uniformemente la cantidad de 9.48 kg de café, los cuales fueron pesados en una báscula móvil marca Torrey.

#### **3.4.2.2. Toma de muestra**

Se diseñó un formato para toma de datos (anexo 3), en el cual se registró el contenido de humedad relativa interna de cada uno de los tipos de secadores solares, así como la temperatura interna, se utilizó un termo higrómetro.

El muestreo consistió en tomar, con las yemas de los dedos, una cantidad de granos en diferentes puntos de la cama, la muestra era de 226.8 g. En total, por cama, se tiene una muestra compuesta de 680.39 g, la cual fue depositada en una bolsa ziploc. El aire contenido en el interior de la bolsa fue retirado manualmente realizando un dobléz. La bolsa fue sellada inmediatamente para evitar que el grano absorbiera humedad del ambiente. Este procedimiento se repitió en cada uno de los dos tipos de secadores solares, durante el periodo de muestreo.

#### **3.4.2.3. Análisis de las muestras**

Las muestras contenidas en las bolsas fueron trasladadas al laboratorio de CECOVASA donde se realizaron las siguientes operaciones.

#### **3.4.2.4. Morteado**

El morteado consistió en colocar los granos contenidos en cada bolsa en una morteadora (SIEMENS, tipo 1RF3 054-4YC31) con la finalidad de eliminar el pergamino del grano.

#### **3.4.2.5. Pesado de la muestra a analizar**

Una vez que se obtuvo el grano en verde (sin pajilla o pergamino), se procedió a pesar la cantidad de 10g. La cuantificación del peso se realizó utilizando un equipo Bernar max 2000g/2268 g.

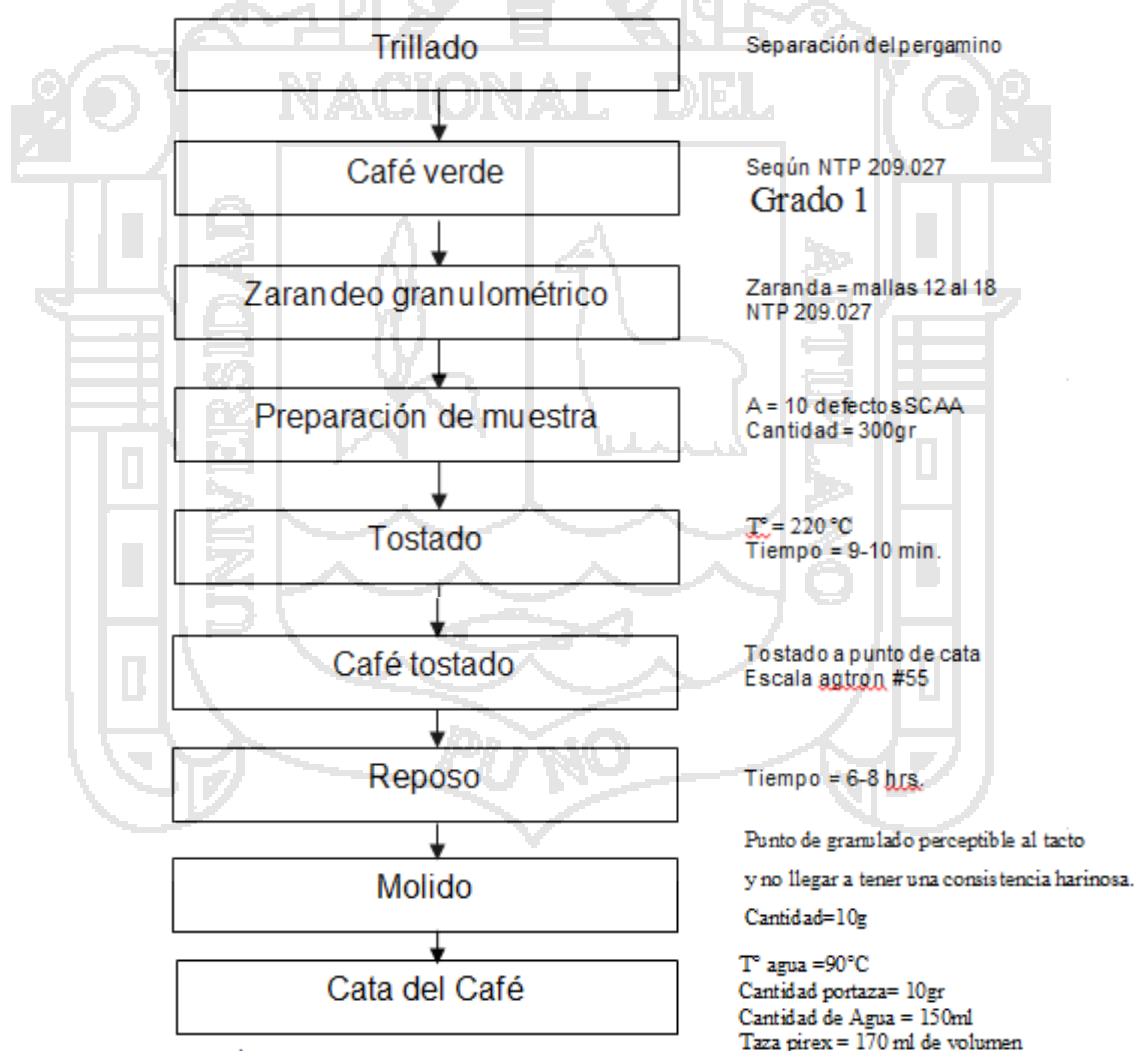
### 3.4.2.6. Determinación de humedad

Del grano triturado se tomaron alrededor de 2.500 g, que fueron colocados en la charola del analizador halógeno de humedad HG63 marca METLER TOLEDO.

### 3.4.2.7. Registro de datos

El determinador de humedad requirió entre 7 y 14 minutos para procesar una muestra, dependiendo del contenido inicial de humedad del grano. Los datos se registraron en la hoja de recolección de datos y se pasaron posteriormente a una hoja de cálculo, en Excel.

**Diagrama 1: Flujo de evaluación y organoléptico.**





- **Trillado.**- El café pergamino es trillado y pulido en una maquina trilladora de laboratorio, para quitar la cáscara o pergamino del café.
- **Café verde.**- Se obtuvo después de trillado, granos libres de películas o cáscaras, llamado café pilado o exportación según NTP 209.027 de Grado 1.
- **Zarandeo granulométrico.**- Tenido el café verde se sometió a unas zarandas, como base la malla No 14, los grano que no pasan serán para la catación según NTP 209.027.
- **Preparación de Muestra.**- Café verde limpio, preparado a 10 defectos según NTP 209.027 (Normas Técnicas Peruanas).
- **Tostado.**- La muestra de café con 12% de humedad, ha sido tostada sólo 300 gramos, en una hornilla tostadora de laboratorio, a una temperatura de 220°C, 100gr. cada bach, en este proceso de tostado, se controló los puntos de tueste y los minutos transcurridos entre +/- 9 minutos
- **Café Tostado.**- Café tostado después de someter a la hornilla tostadora, se retiró el café de tueste a punto de catación, color marrón – Protocolo de SCAA 55-60 en la escala estándar o agrón, tostado #55 (Asociación de cafés especiales de América).
- **Reposo.**- Una vez tostado el café se llevaron a un reposo por 6-8 horas antes de su catación a una temperatura ambiental +/-20°C.

- **Molido.**- El café tostado se sometió a una molienda, a punto granulado, para cada taza fue pesado 8.5 gramos separadamente. Punto de granulado perceptible al tacto y no llegar a tener una consistencia harinosa.
- **Cata del Café** Es un proceso de evaluación sensorial o catación de café en taza de pirex de 170ml, conteniendo 8.5 g de café tostado molido, con 150 ml de agua natural hervido por cada muestra, es evaluado primero el tostado, en seguida evaluar los atributos del café entre ellos aroma, sabor, acidez y cuerpo describiendo las características que presenta el café.

**CUADRO 3: Escala hedónica para evaluación organoléptica**

<b>CALIFICACIONES (AROMA, SABOR, ACIDEZ, CUERPO)+10</b>			
<b>Bueno</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Extraordinario</b>
6.00=16	7.00=17	8.00=18	9.00=19
6.25=16.25	7.25=17.25	8.25=18.25	9.25=19.25
6.50=16.50	7.50=17.50	8.50=18.50	9.50=19.50
6.75=16.75	7.75=17.75	8.75=18.75	9.75=19.75

*Fuente: Manual del Catador de Café SCAA 2011*

**3.4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL**

**CUADRO 4: DISEÑO EXPERIMENTAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

PARAMETROS DE DETERMINACION	
<p>Secado de café en dos tipos de secadores solares</p> <p>Con colector solar 0, 1,2,3 y 4 días</p> <p>M1 M2</p> <p>Sin colector solar 0, 1,2,3 y 4 días</p> <p>M1 M2</p> <p>Evaluación organoléptica</p> <p>Evaluación organoléptica</p>	<p><b>VARIABLE DE RESPUESTA</b></p> <p><b>Evaluación organoléptica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad del grano de café</li> <li>• Evaluación de taza (aroma, acidez, cuerpo, sabor,).</li> </ul>
VARIABLES EN ESTUDIO	
<p><b>Determinación de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de secadores solares (con colector solar y sin colector solar)</li> <li>•Días de secado de café (0,1,2,3,4)</li> </ul>	

### 3.5. FACTORES EN ESTUDIO

Tipos de secadores solares, días de secado

**CUADRO 5: TIPOS DE CONTROL DE EVALUACIÓN**

MUESTRA	TIPOS DE SECADORES SOLARES	RANGOS DE TIEMPO (Días)
M1	CON COLECTOR SOLAR	0, 1,2,3,4,5
M2	SIN COLECTOR SOLAR	0,1,2,3,4,5

### 3.6. VARIABLES DE RESPUESTA

- Humedad del grano de café (%)
- Evaluación de Taza (acidez, aroma, sabor, cuerpo)

### 3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar si existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tipos de secadores solares, en diferentes días, de un mismo tipo de secador solar, se utilizó el procedimiento ANOVA, mediante el software STATGRAPHICS Centurión.

Para la determinación de cada uno de los parámetros, se realizó un diseño estadístico completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial para cada uno de los atributos realizados como se detalla a continuación

**CUADRO 6: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL TIPO DE SECADOR SOLAR**

Fuentes de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrados Medios (C.M.)	F <sub>0</sub>
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2$	$\frac{S.C.TRAT.}{t-1}$	$\frac{C.M.TRAT}{C.M.ERROR}$
Error	$\sum_{i=1}^t n_i - t$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$	$\frac{S.C.ERROR}{\sum_{i=1}^t n_i - t} = \sigma^2$	
Total	$\sum_{i=1}^t n_i - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$		

### 3.7.1. MODELO MATEMATICO

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i

$\epsilon_{ij}$  = Error aleatorio, donde  $\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Análisis de la varianza para el modelo  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k = 0$$

$H_a$ : Al menos una muestra es diferente a los demás

Para el análisis de los atributos se utilizó ANOVA y DUNCAN, para las muestras de tipo de secador solar.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. COMPARACIÓN ENTRE DÍAS DE SECADO PARA UN MISMO TIPO DE SECADOR SOLAR

En el Cuadro N° 7, se presenta el análisis de varianza del contenido de humedad entre los días para un mismo tipo de secador. Cada uno de los factores, mostraron diferencias altamente significativas. Nos indica que en cada tipo, un día es diferente a los otros cuatro ( $p < 0.01$ ), en cuanto al contenido de humedad del café.

La varianza de días en el modelo de secador con colector solar al obtener un valor de  $F_c = 2249.24 > F_t = 4.34$  a un nivel de significancia del 1% existe una diferencia altamente significativa entre la media de humedad del grano entre días.

Respecto a los días en el modelo de secador sin colector el valor de  $F_c = 986.83 > F_t = 4.34$  a un nivel de significancia del 1% que el tiempo produce efectos sobre la reducción de la humedad de grano.

**Cuadro N° 7 . ANOVA del contenido de humedad entre los días para un mismo tipo de secador.**

Tipo de secador	F. de V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft 1%	Signif.
Con Colector	Entre Días	5	3929.92	785.985	2249.24	4.34	**
	Error	12	4.19333	0.349444			
	Total	17	3934.12				
Sin Colector	Entre Días	5	3171.56	634.312	986.83	4.34	**
	Error	12	7.71333	0.642778			
	Total	17	3179.27				

$\alpha = 0.01$  altamente significativa \*\*

En el Cuadro N° 8 Se observa, mediante la prueba de comparaciones de Duncan que se ha encontrado el mejor tratamiento con colector solar fue a los 3 días de secado alcanzando un 12% de humedad del grano de café, que es inferior en promedio al tratamiento 0, 1 y 3 días y superior a los 4 y 5 días, existiendo diferencia en cada uno de los promedios de humedad en grano, durante el periodo de secado en el tipo de secador con colector solar, a lo que Leopold et al., (2003). Donde afirma que Los secadores solares que usan un colector que provee aire caliente a una cámara de secado las temperaturas son más elevadas y, en consecuencia, la humedad relativa interior menor. Figueroa (1996), afirma que para garantizar la calidad del café, los reglamentos internacionales recomiendan que la humedad del grano deba oscilar entre 10 y 12% en el grano seco.

**Cuadro N° 8 Comparaciones múltiples Duncan para los días de secado de café (*coffea arabica*) para un mismo tipo de secador solar de la humedad de café**

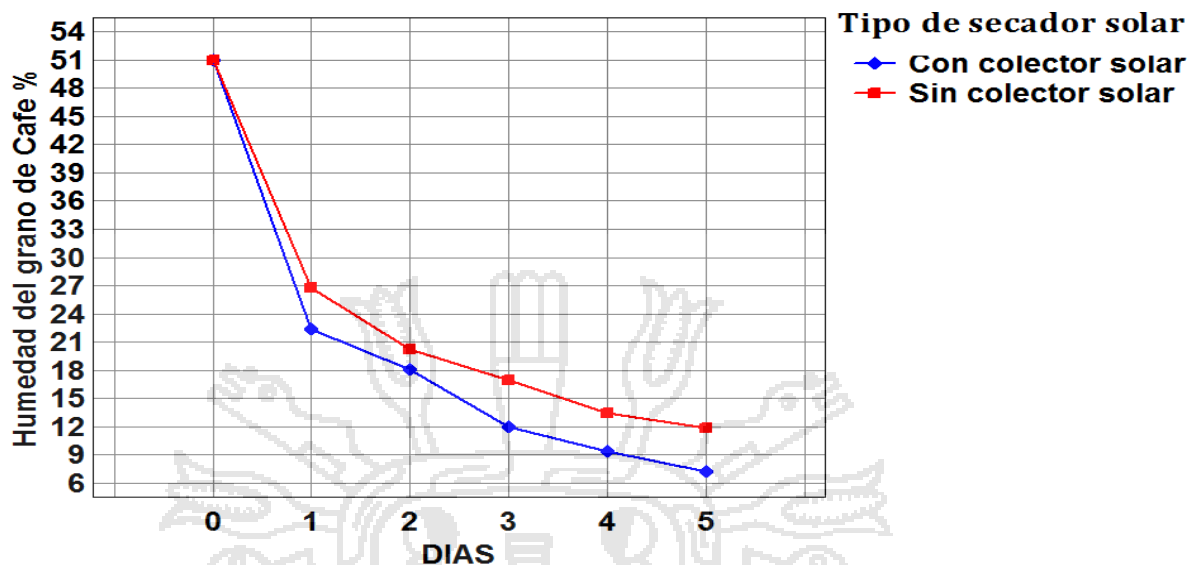
Tipo de secador solar	DIAS	N	PROMEDIO	Duncan(P<0.01)
CON COLECTOR	0	3	51	a
	1	3	22.4	b
	2	3	18.03	c
	3	3	12	d
	4	3	9.4	e
	5	3	7.23	f
SIN COLECTOR	0	3	51	a
	1	3	26.8	b
	2	3	20.3	c
	3	3	16.93	d
	4	3	13.47	e
	5	3	11.83	f



En el Cuadro N° 8 Se observa, mediante la prueba de comparaciones de Duncan que a los 5 días la humedad del grano alcanzó un 11.83% , comparado al 0, 1, 2, 3 y 4 que presentó con 26.77, 20.27, 16.93 y 13.47 % de humedad en grano respectivamente , durante el periodo de secado en el tipo de secador sin colector solar (secador solar tipo túnel), a lo que CENI-CAFÉ,( 2006) afirma que el secador solar de túnel dispone de una superficie de 20 m<sup>2</sup>, adecuada para atender el secado de café de una finca con producción anual de 1500 kg de café por campaña. Sin embargo, las dimensiones se pueden acomodar a otras producciones. Este logra alcanzar temperaturas máximas de hasta 50 °C en días muy soleados con capas de 3 cm el secador puede tardar de 3 a 5 días y en días lluvioso 9 días. Obteniéndose así que la mejor humedad de grano de café en el proceso de secado se alcanzó a los 5 días

La Figura 17 , muestra para el tipo de secador con colector solar durante el secado, al evaluar las muestras a 0, 1, 2, 3, 4 y 5 días la humedad del grano de café pergamino logra alcanzar al tercer día un porcentaje de humedad menor o igual al 12% con mayor rapidez, lo que significa que se ha reducido la humedad en el tiempo de secado manteniendo las características físicas y organolépticas del café, a lo que la FAO,( 2013) afirma que el secado rápido de los granos de café recién recolectados tiene como fin fundamental evitar el crecimiento de hongos y producción de Ocratoxina A (OTA).

**Fig. 17. Efecto del Modelo de secador (con colector solar y sin colector solar) y el tiempo sobre la humedad del grano.**

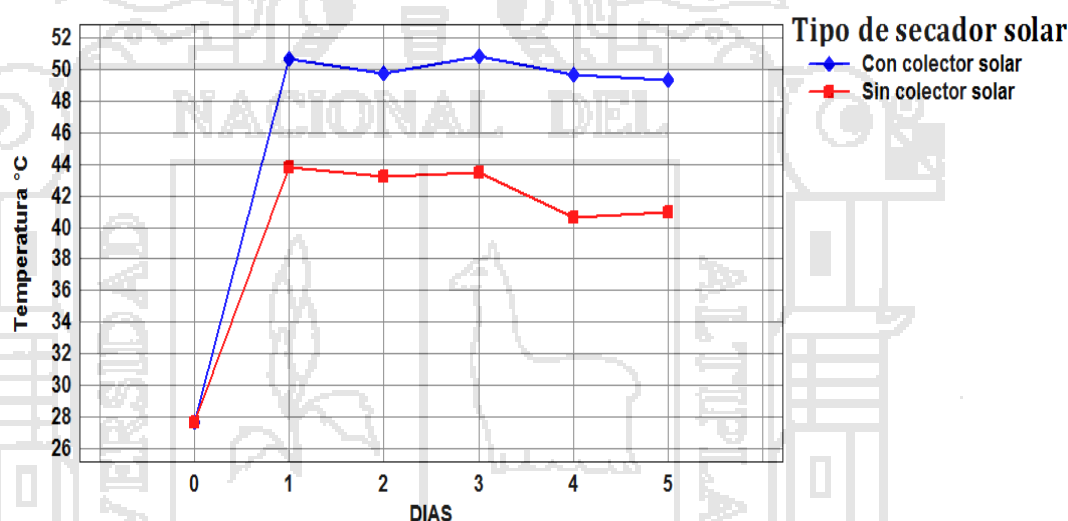


Para el modelo de secador sin colector solar (secador solar tipo túnel) durante el secado, al evaluar las muestras a 0, 1, 2, 3, 4 y 5 días con capa de 3 cm la humedad del grano de café pergamino logra alcanzar al quinto día un porcentaje de humedad menor o igual al 12%, lo que significa que se ha alargado el tiempo de secado del café y aumenta el costo de operación durante el secado el cual concuerdan de acuerdo a sus resultados obtenidos por Oliveros (2006) en Cenicafé (Chinchiná, Caldas) en secadores tipo túnel en días muy soleados, con capa de 3 cm, el secado de café puede tardar de 3 a 4 días (moda 5 días), mientras que en tiempo lluviosos puede demorar hasta 9 días ya que más tiempo puede ocasionar defectos en la calidad física del grano por causa de una mayor pérdida de humedad o puede rehumedecerse el café según las condiciones ambientales.

En La Figura 18 muestra para el tipo de secador solar con colector solar durante la evaluación del secado de los 5 días la temperatura interna del secador logra alcanzar como máximo de 51 °C en un día soleado el cual

concuerdan Cifuentes, Marín y Muñoz (2009) donde afirma que el fenómeno térmico que se presenta en los colectores solares es la convección natural debido a que no se utiliza ningún mecanismo que force al aire a pasar a través del túnel colector generando el calentamiento del aire, con estos colectores se pueden lograr temperaturas entre 35 y 50 °C a la salida cuando existe temperatura ambiente de 28 °C reduciendo el tiempo de secado al producto que se emplee.

**Figura 18. Efecto del Modelo de secador (con colector solar y sin colector solar) y el tiempo sobre la humedad del grano.**



#### 4.2. COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE SECADORES SOLARES PARA UN MISMO DÍA

En el Cuadro N° 9, se presenta el análisis de varianza del contenido de humedad entre tipos de secadores solares para un mismo día. Cada uno, mostraron diferencias altamente significativas, esto nos indica que en cada día, un modelo es diferente al otro ( $p < 0.01$ ), en cuanto al contenido de humedad del grano entre días mas no es significativo en el día 0.

**Cuadro N° 9 . ANOVA del contenido de humedad entre tipos de secadores para un mismo día.**

Días	F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 1%	Signi.
0	Entre Tipos de secadores	1	0	0	0	16.3	n.s
	Error	4	4	1			
	Total	5	4				
1	Entre Tipos de secadores	1	28.6017	28.6017	35.02	16.3	**
	Error	4	3.26667	0.816667			
	Total	5	31.8683				
2	Entre Tipos de secadores	1	7.48167	7.48167	37.72	16.3	**
	Error	4	0.793333	0.198333			
	Total	5	8.275				
3	Entre Tipos de secadores	1	36.5067	36.5067	41.64	16.3	**
	Error	4	3.50667	0.876667			
	Total	5	40.0133				
4	Entre Tipos de secadores	1	24.8067	24.8067	372.1	16.3	**
	Error	4	0.266667	0.0666667			
	Total	5	25.0733				
5	Entre Tipos de secadores	1	31.74	31.74	1731.27	16.3	**
	Error	4	0.0733333	0.0183333			
	Total	5	31.8133				

En el Cuadro N° 10. Se observa que al realizar la separación de medias por Duncan, para cada día evaluado durante el secado, el modelo con colector solar y el sin colector solar (secador solar tipo túnel) son estadísticamente diferentes en cuanto al contenido de humedad del café pergamino. Al tercer día el modelo con colector solar seca más rápidamente alcanzando un 12 % de humedad a comparación del otro modelo que alcanzo un 16.93% de humedad a lo que Puerta Q. (1996), Afirma que el punto de equilibrio corresponde a 12% de

contenido de humedad; para café con humedad mayor a 13% (actividad de agua superior a 0,67) proliferan hongos que deterioran el producto. Figueroa (1996), afirma que para garantizar la calidad del café, los reglamentos internacionales recomiendan que la humedad del grano deba oscilar entre 10 y 12% en el grano seco, para preservar mejor y por más tiempo las características sensoriales de taza. Obteniéndose así que la mejor humedad de grano de café en el proceso de secado se alcanzó a los 3 días.

**Cuadro N° 10 Comparaciones múltiples Duncan para los tipos de secadores solares de secado de café (*coffea arabica*) para un mismo día de la humedad del café**

Día	Tipo de secador solar	N	PROMEDIO	Duncan(P<0.01)
1	SIN COLECTOR	3	26.7667	a
	CON COLECTOR	3	22.4	b
2	SIN COLECTOR	3	20.2667	a
	CON COLECTOR	3	18.0333	b
3	SIN COLECTOR	3	16.9333	a
	CON COLECTOR	3	12	b
4	SIN COLECTOR	3	13.4667	a
	CON COLECTOR	3	9.4	b
5	SIN COLECTOR	3	11.8333	a
	CON COLECTOR	3	7.23333	b

El tipo de secador solar sin colector solar (secador solar tipo túnel) es menos eficiente en cuando al tiempo de secado logrando alcanzar en el quinto día 11.83 % de humedad.

### 4.3. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL GRANO VERDE DE CAFÉ.

#### 4.3.1. EFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL AROMA DEL CAFE

En el cuadro N°11, se observa en las muestras catadas que no existe variación significativas en los tipos de secadores solares, esto se debe a que los catadores no encontraron en el perfil de taza ninguna muestra preferencial.

El Catador utiliza el aroma como medio para diferenciar un tipo de café del otro. Hablando en términos generales, el rango del carácter aromático del café corresponde al origen del café, según (Lingle 2011).

**Cuadro N°11: Análisis de Variancia para los tratamientos-Aroma**

F. de V.	S.C	G.L.	C.M	Fc	Ft (1%)	Nivel de Sig.
Tratamientos	0.260417	1	0.260417	3.57	16.3	N.S
Error	0.291667	4	0.0729167			
Total	0.552083	5				

$\alpha = 0.01$  altamente significativa \*\*

C.V. = 4.01%

El coeficiente de variabilidad en este caso es 4.01 % lo que significa que en el presente trabajo de investigación no recibe el efecto de factores de variación.

El aroma se puede mencionar como el olor que se percibe en café tostado y molido, en el presente estudio las dos muestras obtuvieron puntajes similares; la muestra 1 (con colector solar al tercer día) con 8.3125 puntos en promedio catalogándose como excelente, la muestra 2 (sin colector solar al quinto día) con 8.125 puntos en promedio catalogándose como excelente, que nos indica que en los tipos de secadores solares hay una igualdad de desarrollo en el atributo

aroma, Además según la NTP N° 209.027 (2001), afirma que el aroma debe ser marcada, para dar buen cuerpo, e intenso, lo que podemos afirmar que el café evaluado presentaba buen aroma , una sensación aromática encontrada a menudo en la fragancia de los granos de café tostados y molidos. Se desarrollan de los aldehídos y ésteres altamente volátiles hallados en los gases (principalmente el bióxido de carbono) que escapan de las células recién fracturadas de la fibra del grano. Semejante a la fragancia de una flor tal como el jazmín, según (Lingle 2011).

#### 4.3.2. EFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL ATRIBUTO SABOR

En el cuadro N° 12, se observa en las muestras catadas que no existe variación significativas en los tipos de secadores solares, esto se debe a que los catadores no encontraron en el perfil de taza ninguna muestra preferencial, que significa que el tipo de secador solar no influye en la sabor.

**Cuadro N°12: Análisis de Variancia para los tratamientos-Sabor**

F. de V.	S.C	GL.	C.M	Fc	Ft 1%	Nivel de Sig.
Tratamientos	0.0104167	1	0.0104167	1.00	16.3	N.S
Error	0.0416667	4	0.0104167			
Total	0.0520833	5				

$\alpha = 0.01$  altamente significativa \*\*  
C.V. = 1.26917%

Estos valores nos evidencia estadísticamente de que los dos promedios en cuestión no son diferentes por este atributo sabor no influye en los tipos de secadores solares.



El coeficiente de variabilidad en este caso es 1.26 % lo que significa que en el presente trabajo de investigación no recibe el efecto de factores de variación.

El sabor refiere al gusto y está compuesto por los elementos del café tostado y molido disuelto en agua que han sido extraídos durante el proceso de preparación de la bebida; estos componentes incluyen minerales, aceites y ácidos orgánicos, en el presente estudio las dos muestras obtuvieron puntajes similares; la muestra 1 (tipo túnel con colector solar) con 8.083 puntos en promedio catalogándose como excelente, la muestra 2 (tipo túnel) con 8.00 puntos en promedio catalogándose como excelente, que nos indica que en los tipos de secadores solares hay una igualdad de desarrollo en el atributo sabor a lo que MARCALA, (2010) afirma que Para mantener la calidad del café que está en proceso de secamiento y mantener que no hayan pérdidas en su sabor; se debe entender claramente que no es suficiente con establecer solamente un límite de temperatura. Además de la temperatura, el tiempo durante el cual se mantiene el café a una temperatura dada es lo que resulta importante para el mantenimiento de la calidad.

#### **4.3.3. EFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL ATRIBUTO ACIDEZ**

En el Cuadro N°13, se presentan el análisis de varianza, cuyos efectos principales son la tipo de secador solar durante el secado de café (*Coffea arabica*), sobre el aroma. Este factor, mostro diferencia altamente significativas.

Con valores para tipo de de secador solar  $F_c=49 > F_t=16.3$  al 1%.

**CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE EFECTO DEL TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE LA ACIDEZ DE CAFÉ (*Coffea arabica*)**

F. de V.	S.C	GL.	C.M	Fc	Ft 1%	Nivel de Sig.
Entre modelos	0.510417	1	0.510417	49	16.3	**
Error	0.0416667	4	0.0104167			
Total	0.552083	5				

$\alpha = 0.01$  altamente significativa \*\*

C.V. = 4.00%

**Fig. 19. Efecto del tipo de Secador solar sobre la acidez del café (*Coffea arabica*)**

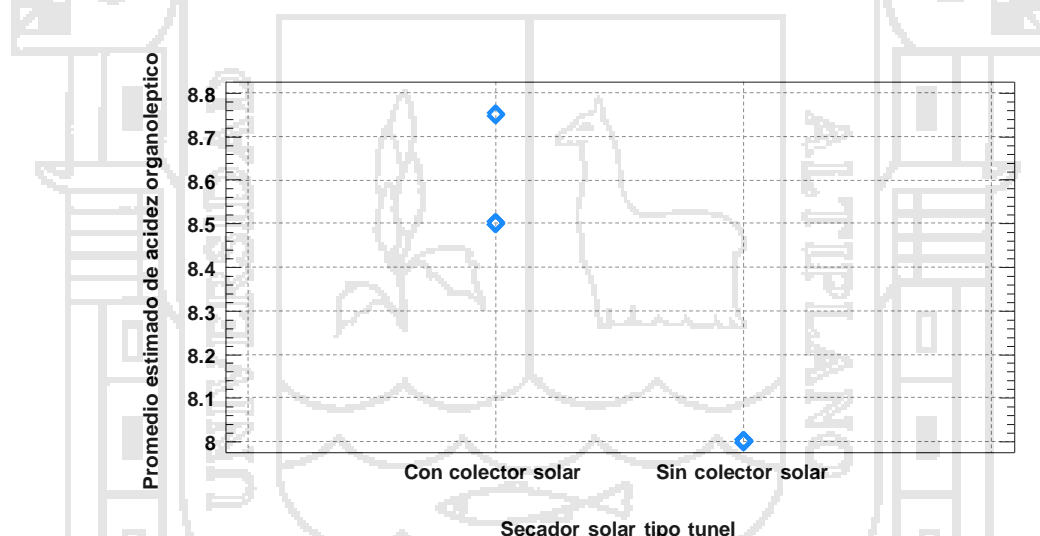


Figura 19, el tipo de secador solar tipo túnel con colector, evaluados las 3 muestras se obtuvieron resultados al tercer día el promedio de apreciación de la acidez del café es de 8.5, 8.5 y 8.75 catalogándose como excelente respectivamente; Sin embargo el tipo de secador solar tipo túnel sin colector solar , evaluados las 3 muestras se obtuvieron al quinto día el promedio de apreciación de la acidez de café es de 8.00 catalogándose como bueno , lo que significa que la acidez del café disminuye en su intensidad a consecuencia

del tiempo de secado y el tipo de secador solar. Concluyendo de esa manera que el tipo de secador solar con colector solar evaluados las muestras el promedio de apreciación de la acidez del café es de 8.75 (excelente) por lo que se conserva mejor a este tipo de secado, lo que concuerda con Castañeda, (2004). Que afirma que secar demasiado tiempo y con humedades menores al 10% también malogra la calidad del café, cristalizándolo al grano, que pierde su color original y adquiere un sabor a “madera” (insípido, sin acidez y aroma). Fischersworing y Rosskamp, (2001). Que afirma que el grado de acidez, es decir, su intensidad, acidez varía notablemente conforme a la procedencia del café, otro factor que influye es la edad del grano, pues en su envejecimiento baja el grado de acidez, en este caso solo se utilizó una variedad de café, por lo que se consideró almacenamiento del café como estudio para su evaluación organoléptica.

**CUADRO N°14. COMPARACIONES MULTIPLES DUNCAN DE LOS TIPOS DE SECADORES SOLARES SOBRE LA ACIDEZ DEL CAFÉ (*Coffea arabica*) .**

Tipo de secador solar	N	PROMEDIO	Duncan(P<0.01)
Con colector	3	8.5833	a
Sin colector	3	8	b

En el cuadro N°14 de comparaciones múltiples de Duncan se muestra que, el tipo de secador solar con colector solar durante el secado el promedio de apreciación de la acidez es de 8.58 (excelente), comparando con el tipo de secador sin colector solar que es de 8.00 (excelente), significa que el café va perdiendo su intensidad de acidez a medida que el tiempo transcurre durante el secado.

#### 4.3.4. EFECTO DE TIPO DE SECADOR SOLAR SOBRE EL ATRIBUTO CUERPO

Este atributo, es la prolongación de bucal en el café, se ha visto que las dos muestras en estudio según cuadro N° 15, estadísticamente no existe variación, quedando según los catadores uniformemente y de buen cuerpo, lo que significa que los tipos de secadores solares no influyen en el atributo cuerpo, en una taza de café.

**Cuadro N°15: Análisis de Variancia para los tratamientos-Cuerpo**

F. de V.	S.C	GL.	C.M	Fc	Ft 1%	Nivel de Sig.
Tratamiento	0	1	0	0	16.3	n.s
Error	0.5	4	0.125			
Total	0.5	5				

CV= 3.83%

El coeficiente de variabilidad en este caso es 3.83 lo que significa que en el presente trabajo de investigación no recibe el efecto de factores de variación.

El cuerpo de la bebida de café es detectado por la superficie de la lengua y el paladar, esta sensación es generado en su mayoría por los aceites o grasas que contiene el café, indicando que contiene fibra y proteínas, esta percepción es conocido también como la textura, esta interacción permite determinar el cuerpo de una bebida de café, por ello en el atributo cuerpo de las muestras en estudio nos indican que la cuenca del rio tambopata genera un solo perfil en el atributo cuerpo sin diferencias significativas, este atributo puede ser afectado si las fincas cafetaleras son depredados ambientalmente y sin certificación orgánica y comercio justo; ya, que las condiciones actuales de producción de café favorece

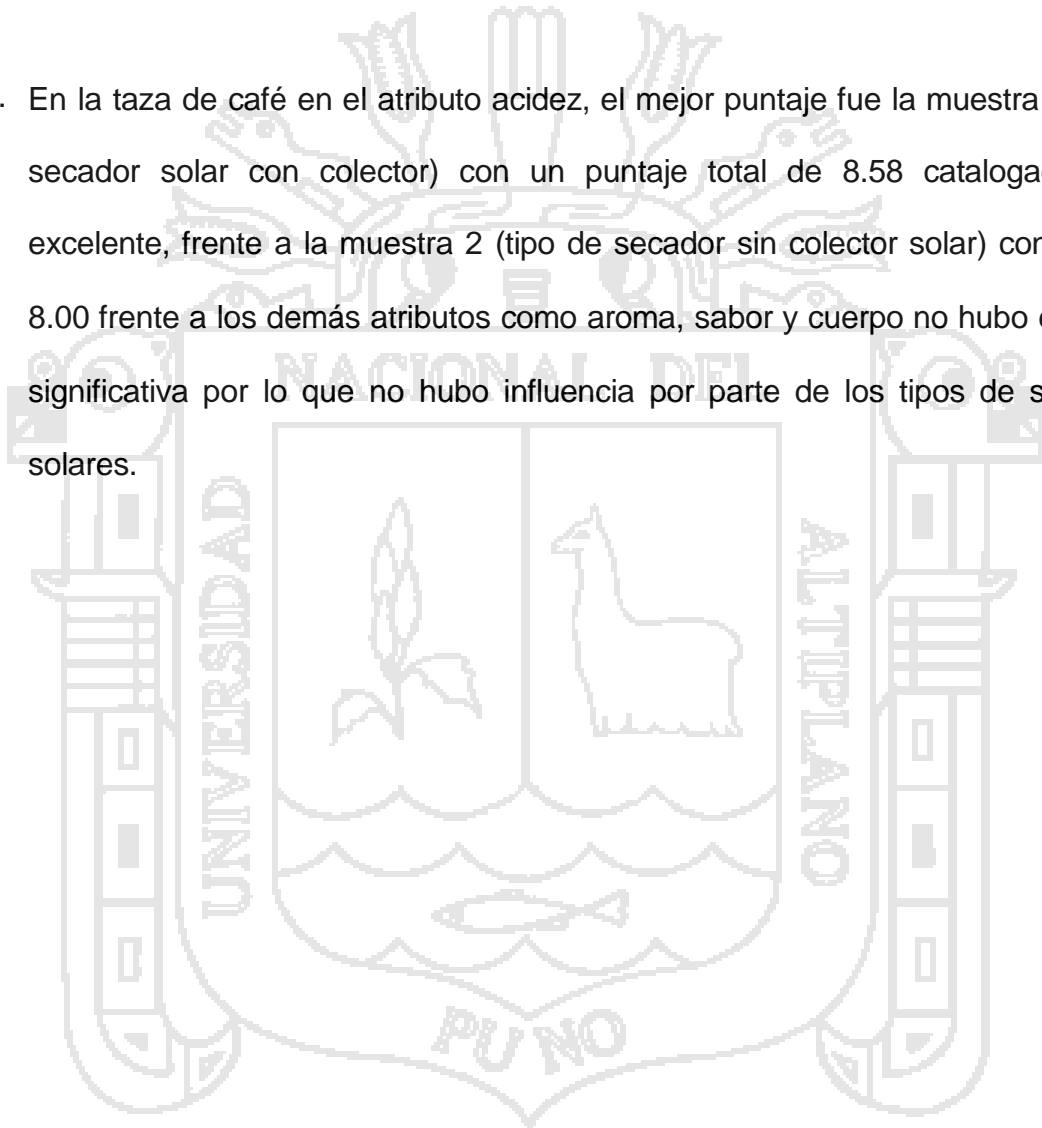
en sus pisos altitudinales tener el atributo cuerpo en taza de café mantenerse estadísticamente iguales.

Así mismo en el presente estudio las dos muestras obtuvieron puntajes similares; la muestra 1 (tipo túnel con colector solar) con 8.25 puntos en promedio catalogándose como excelente y la muestra 2 (tipo túnel sin colector solar) con 8.25 puntos en promedio catalogándose como excelente, que nos indica que en los tipos de secadores solares hay una igualdad de desarrollo en el atributo cuerpo. Entendiéndose, que el cuerpo son las propiedades físicas de una bebida que se experimentan en las sensaciones táctiles percibidos por la piel o el tejido de la boca durante y después de la ingesta según (Lingle 2011).



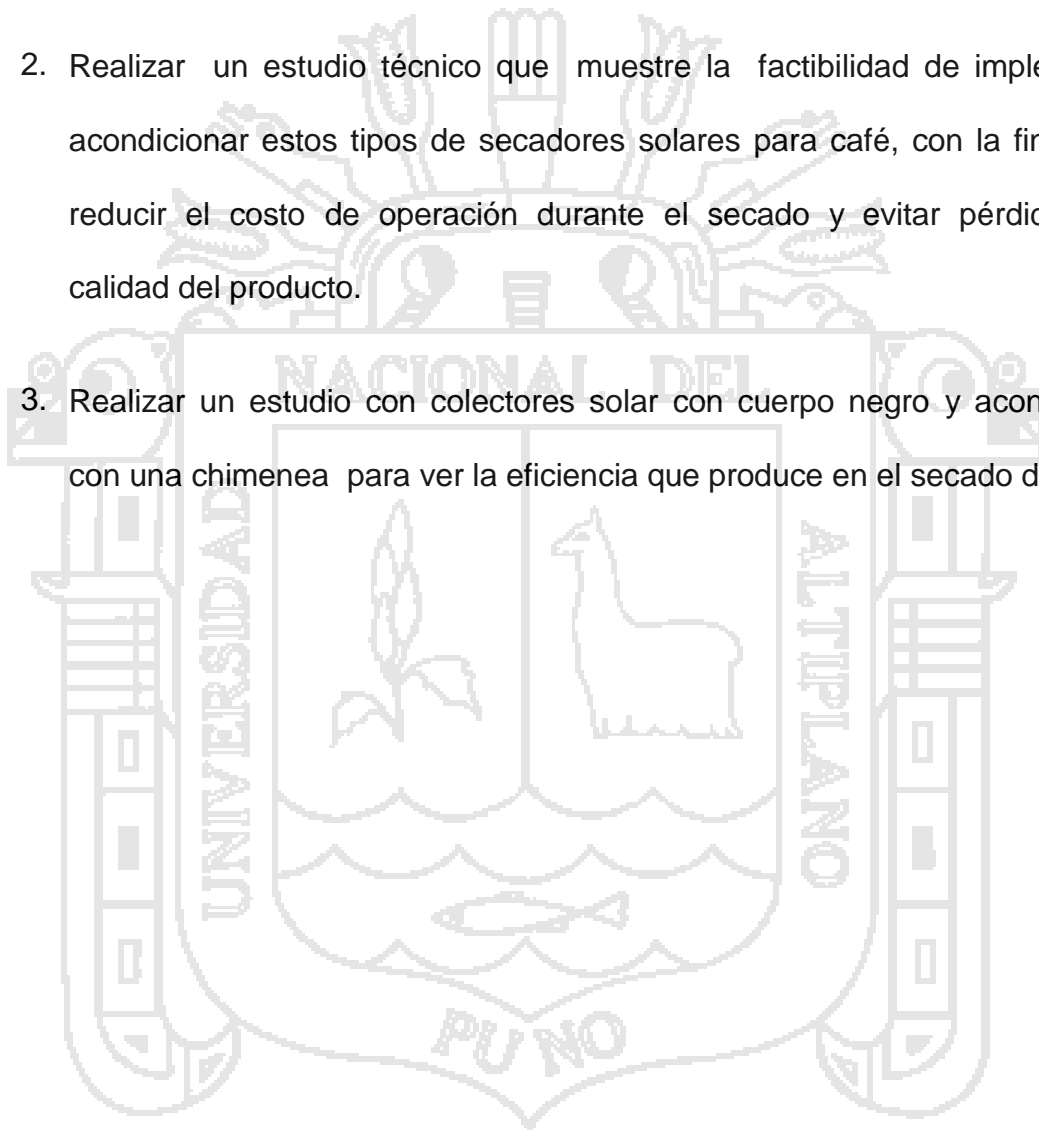
## V. CONCLUSIONES

1. El mejor tipo de secador solar fue con colector solar alcanzando temperaturas de 51°C en un día soleado, que permitió la reducción de la humedad del grano hasta 12% en un tiempo de 3 días.
2. En la taza de café en el atributo acidez, el mejor puntaje fue la muestra 1 (tipo de secador solar con colector) con un puntaje total de 8.58 catalogado como excelente, frente a la muestra 2 (tipo de secador sin colector solar) con puntaje 8.00 frente a los demás atributos como aroma, sabor y cuerpo no hubo diferencia significativa por lo que no hubo influencia por parte de los tipos de secadores solares.



## VI. RECOMENDACIONES

1. En el secado de café es necesario siempre tomar en cuenta los factores medio ambientales como temperatura y humedad relativa ya que estos influyen sobre la variación de la humedad del grano de café.
2. Realizar un estudio técnico que muestre la factibilidad de implementar y acondicionar estos tipos de secadores solares para café, con la finalidad de reducir el costo de operación durante el secado y evitar pérdidas en la calidad del producto.
3. Realizar un estudio con colectores solar con cuerpo negro y acondicionado con una chimenea para ver la eficiencia que produce en el secado de café.





## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANACAFE. (2005). *Manual de Beneficiado Húmedo del Café*. Guatemala.
- ÁLVAREZ, M. (2002). *Plantemos Bambú Guadua para cosechar casas*.
- BERRUETA, S.V., LIMÓN, A.F., FERNÁNDEZ.Z.J. y SOTO, P.M (2003). *Aprovechamiento de la energía solar para el secado del café*.
- CAMARA PERUANA DEL CAFÉ.(2001). *Café del Perú hoy en el mundo*. Lima, Perú: Visión y Diseño S.A.C..
- CASTAÑEDA, P. E. (2004). *Bases potenciales: De la Chacra cafetalera diversificada y amigable con el medio ambiente*. Lima, Perú : TECNATROP SRL.,
- CENI-CAFÉ. (2006). *Secador solar de túneles para café en pergamino*. Recuperado el 2 de 10 de 2013, de <http://www.cafedecolombia.com/documents/labopaznortsantander/Avance-Tecnico-353-Secador-Solar-de-tunel-para-cafe-pergamino.pdf>.
- CENI-CAFÉ. (2009). *Aprovechamiento eficiente de la energía en el secado mecánico del café*
- CERTIMEX. (2009). *Normas para la producción, procesamiento y la comercialización de productos ecológico*. 39p.
- CONDOR A. E. (2007). *El café mueve al mundo (primera ed.)*. Lima Perú.:
- CRUZ, D. (2008). *Secadoras solares tipo domo para café pergamino, la experiencia en Huehuetenango, Guatemala C.A. café y caffè*.
- DELGADO M.,LEIVA G.,PERDIGÓN Z., BÉRRIZ L. (2009). *Familia de secadores solares*. Recuperado el 2 de 10 de 2013, de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia30/HTML/articulo02.htm>
- DUICELA, L. (2010). *"Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café robusta"*. Brasil.
- FAJARDO, P.I.,SANZU, J.R. (2003). *Evaluación de la calidad física del café en los procesos de beneficiado húmedo tradicional y ecológico*. Cenicafe. 54(4).
- FAO. (2006) ,*Departamento de cultura y protección al consumidor de*. Recuperado el 3 de 10 de 2013, de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0607sp1.htm>
- FERNANDEZ, E. (1981). *Manual de recomendaciones para el cultivo del café*. San José, Costa Rica: Tibas.

- FIGUEROA, Z. (1996). *Guía para la caficultora ecológica de café orgánico*. Lima, Perú: Novella Publigráf S.R.L. Lima, Perú.
- FISCHERSWORRING HB Y ROSSKAMP RR. (2001). "Guía para la Caficultura ecológica". López (Tercera ed.). Alemania
- GARCÍA, P y J. PLANCHA.(2006) "Diseño preliminar de un secador rotatorio y sus equipos auxiliares para deshidratar pulpa de café". Universidad de Oriente. Trabajo de grado. Puerto La Cruz.
- JULIO A. C y WALTER L. E. (2009) "Validación del uso de un secador Solar de Café pergamino, en fincas de pequeños productores del municipio de San Rafael del Norte" Universidad Nacional de Ingeniería UNI-NORTE. Trabajo de grado. Nicaragua.
- GREEN, M.G. Y SCHWARZ, D. (2001). *Solar drying equipment: notes on three driers*. Infogate. July 2001.
- SILVA, J.S.; NOGUEIRA, R. M.; LOPES, R. P. (2003). *Un sistema ideal para secado de café*. Brazil:. Suprema,.
- KAMARUDDIN, A. (2007). *Disemination of GHE solar dryer in Indonesia*. ISESCO Science and Technology Vision.
- LEOPOLD, O.N., KAMARUDDIN, A. & DYAH, W. (2003). *Study on Solar Dryer with Rotating Rack for Cocoa Beans*. Environmental of Research Center, Bogor Agricultural University. Indonesia.
- LINGLE, TR (2011). "Fundamentos de la catación del cafe"..Specialty Coffee Association of America. Long Beach (Cuarta ed.).California
- MAOCHO, F. (2009). *Secadores*. Recuperado el 4 de 10 de 2013, de <http://www.energiasrenovables.gov.ar/images/secador-solar>  
Fecha de visita 4/10/13.
- MARTÍNEZ, D., y ÁLVAREZ, J. (2006). *Aprovechamiento de la energía*.
- MAYER FALK R., FALK SOLAR. (2004). *Secado solar técnico de productos agrícolas en el trópico y altiplano de Bolivia*. Recuperado el 6 de 10 de 2013, de [http://www.unslp.edu.bo/ali\\_5tas2.htm](http://www.unslp.edu.bo/ali_5tas2.htm).
- MEJIA, C. (2001). *Sistemas de producción y manejo del café en el alto Tambopata*. Perú: Editado por conservación internacional.
- MINAG (Ministerio de Agricultura)-DGIA (Dirección General de Información Agraria). (2005) . *Estadística agraria mensual*. Puno, Perú: MINAG-DGIA..
- NTP-209.027.2001. *Norma técnica peruana "Café Verde, Requisitos"*. (Segunda ed.). Lima, Perú.

- ORDOÑEZ, V. (1999). *Perspectiva del bambú para la construcción en México madera y bosque. Vol.5. 5-7p*
- OTI-BOATENG, P., AXTELL, B. (1998). *Técnicas de secado. Libro de consulta sobre tecnologías aplicadas al ciclo alimentario.*
- PASWAN, M.K. Y MOHIT. (2010). *Experimental analysis of solar dryers. Arab Research Institute for Science and Engineering.*
- PROARCA .(1994). *Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia en el sector beneficiado de café. www.proarca.org.*
- PUERTA, G. (2000), "Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café.". *CENICAFÉ, Colombia.*
- RESTREPO, V.H., BURBANO, J.J. (2005). *Disponibilidad térmica solar y su aplicación en el secado de granos. Scientia Et Technica. 11(27)127-132.*
- ROA, M., OLIVEROS, C., RAMÍREZ C. (2000). *Utilice la energía solar para secar correctamente el café. CENICAFE.*
- SAMPAIO, C.P. , NOGUEIRA, R. M. , ROBERTO , SILVA J. S. (2007). *Development of a dryer pneumatic system for grain movement. Biosystem engineering.*
- SANTANA, G. G. (2002). *Evaluación del potencial de las energías pasivas para el secado Coquimatlán.*
- SICAMAGE. (2004). *Servicio de información y censo agropecuario del ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador.*
- SURCAFE, (2002). *Manual del cultivo de café de calidad en Tambopata e Inambari, Acción Agraria y Fondo empleo. (Proyecto Regional Sur café).*
- TAQUIRI, O. M. (2008). *Experiencias del uso de secadores solares en el PERÚ*
- WHEELER, M. (2001). *The speciality coffee market. In P, Baker. Chinchina, Colombia: Coffee Futures: A source book of some critical issues confronting the coffee industry.*
- WOLFGANG, P (1995). *Proyecto de mejoramiento de la calidad y comercialización del café (MECAFE). Republica Dominicana: Colores, S.A..*

**ANEXOS**

**ANEXO 1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACION DE HUMEDAD ENTRE LOS  
DIAS PARA UN MISMO TIPO DE SECADOR SOLAR**

**CON COLECTOR SOLAR**

<i>DIAS</i>	<i>Media</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>	<i>N</i>
0	51	50.474	51.526	3
1	22.4	21.974	22.826	3
2	18.0333	17.6073	18.4593	3
3	12	11.574	12.426	3
4	9.4	8.97399	9.82601	3
5	7.23333	6.80732	7.65934	3
<i>Total</i>	20.011			18

**SIN COLECTOR SOLAR**

<i>DIAS</i>	<i>Media</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>	<i>N</i>
0	51	50.286	51.713	3
1	26.7667	26.0791	27.4542	3
2	20.2667	19.5791	20.9542	3
3	16.9333	16.2458	17.6209	3
4	13.4667	12.7791	14.1542	3
5	11.8333	11.1458	12.5209	3
<i>Total</i>	23.378			18

**ANEXO 2. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACION DE TAZA.****AROMA**

<i>Tipo de secador</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>N</i>
<i>Con colector solar</i>	8.5	0	3
<i>Sin colector solar</i>	8.08333	0.381881	3
<i>Total</i>	8.29167	0.33229	6

**CUERPO**

<i>Tipo de secador</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>N</i>
<i>Con colector solar</i>	8.08333	0.144338	3
<i>Sin colector solar</i>	8	0	3
<i>Total</i>	8.04167	0.102062	6

**SABOR**

<i>Tipo de secador</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>N</i>
<i>Con colector solar</i>	8.5	0	3
<i>Sin colector solar</i>	8.25	0.25	3
<i>Total</i>	8.375	0.209165	6

**ACIDEZ**

<i>Tipo de secador</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>N</i>
<i>Con colector solar</i>	8.58333	0.144338	3
<i>Sin colector solar</i>	8	0	3
<i>Total</i>	8.29167	0.33229	6

**ANEXO.3. CUADRO DE REGISTRO Y EVALUACION DE TEMPERATURA INTERIOR Y  
ANALISIS DE HUMEDAD DE CAFÉ**

<b>Tipo de Secador solar</b>	<b>Días</b>	<b>Temperatura Interior</b>	<b>Muestra</b>	<b>Humedad de grano (%)</b>
Con colector	0	28	1	51
Con colector	0	28	2	52
Con colector	0	27	3	50
Con colector	1	50	1	23.3
Con colector	1	52	2	21.6
Con colector	1	50	3	22.3
Con colector	2	49.2	1	17.5
Con colector	2	51	2	18.4
Con colector	2	49	3	18.2
Con colector	3	51	1	12
Con colector	3	53	2	11.9
Con colector	3	48.5	3	12.1
Con colector	4	48	1	9.2
Con colector	4	52	2	9.8
Con colector	4	49	3	9.2
Con colector	5	49	1	7.3
Con colector	5	51	2	7.3
Con colector	5	48	3	7.1
Sin colector	0	27	1	51
Sin colector	0	28	2	50
Sin colector	0	28	3	52
Sin colector	1	42.5	1	27.7
Sin colector	1	45	2	25.8
Sin colector	1	44	3	26.8
Sin colector	2	40.2	1	20.6
Sin colector	2	46	2	19.8
Sin colector	2	43.5	3	20.4
Sin colector	3	41.7	1	15.5
Sin colector	3	46	2	17.2
Sin colector	3	42.6	3	18.1
Sin colector	4	38	1	13.6
Sin colector	4	44	2	13.4
Sin colector	4	40	3	13.4
Sin colector	5	39	1	11.8
Sin colector	5	43	2	11.7
Sin colector	5	41	3	12

**ANEXO 4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CATA DEL CAFÉ DE LOS  
2 TRATAMIENTOS**

**Catador 1**

<b>Tratamientos</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>
<b>M1</b>	8.5	8	8.5	8.5
<b>M2</b>	8	8	8	8.5

**Catador 2**

<b>Tratamientos</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>
<b>M1</b>	8.5	8	8.75	8
<b>M2</b>	8.5	8	8	8.5

**Catador 3**

<b>Tratamientos</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>
<b>M1</b>	8.5	8.25	8.5	8.25
<b>M2</b>	7.75	8	8	7.75



ANEXO 5. FORMATO DE CATA DE CAFES ESPECIALES

**FORMATO DE CATA DE CAFES ESPECIALES DE PROMPERU**  
 Nombre: RICHARDO FELIXO DÍAZ MUÑOZ  
 Fecha: 16-10-2014 Tabla 1 Sesión: \_\_\_\_\_

Muestra #	Calificación:										Resultado Final
	6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Sobresaliente	6.25	7.25	8.25	9.25	6.50	7.50	
241	Apuntes: <u>FRUTAS DULCES, CARAMELOS, CHOCOLATES, CACAO, CEREZO</u> Trazo Limpio: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Dulzor: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Balance: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Cuerpo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Acidez: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Resabido: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Fragancia/Aroma: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Sabor: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Cálculo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Total: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Defectos: <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Mancha=2 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Defecto=4 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Resultado Final: <u>86</u>										
243	Apuntes: <u>FRUTAS DULCES, CARAMELOS, CHOCOLATES, CACAO, CEREZO</u> Trazo Limpio: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Dulzor: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Balance: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Cuerpo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Acidez: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Resabido: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Fragancia/Aroma: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Sabor: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Cálculo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Total: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Defectos: <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Mancha=2 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Defecto=4 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Resultado Final: <u>86</u>										
240	Apuntes: <u>TE DE ROSAS, JARDINES, MENTAS, ALBARRICO QUEV, FENDOS, 7 COMPLEO</u> Trazo Limpio: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Dulzor: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Balance: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Cuerpo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Acidez: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Resabido: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Fragancia/Aroma: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Sabor: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Cálculo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Total: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Defectos: <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Mancha=2 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Defecto=4 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Resultado Final: <u>87</u>										
267	Apuntes: <u>FRUTAS DULCES, CARAMELOS, CHOCOLATES, CACAO, CEREZO</u> Trazo Limpio: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Dulzor: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Balance: <u>10</u> Sub Total: <u>10</u> Cuerpo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Acidez: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Resabido: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Fragancia/Aroma: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Sabor: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Cálculo: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Total: <u>8</u> Sub Total: <u>8</u> Defectos: <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Mancha=2 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Defecto=4 <u>0</u> Sub Total: <u>0</u> Resultado Final: <u>87</u>										

084 - 223611  
 084790182  
 984606162

Oficina de Promoción de las Exportaciones: Maqui Reguín Sur Este - PROMPERU



**PANEL FOTOGRAFICO**



*Instalación del colector solar*



*Instalación del tipo de secador túnel sin colector solar*





*Tipo de secador túnel con colector solar*



*Planta de café en cerezo en punto de cosecha*





*Despulpado de café*



*Secado de café*





*Control y registro de Temperatura interior*



*Muestras para análisis de humedad*



*Medidor de humedad de grano de café verde*



*Trilladora de laboratorio de café pergamino*





*Tostadora de café de laboratorio*



*Molino de café tostado*