

# MANUAL TÉCNICO

## BENEFICIO, CALIDAD Y DENOMINACIÓN DE ORIGEN DEL CAFÉ



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**UNI - Norte**

**Estelí, Nicaragua 2009**

## DISEÑO DE UN SECADOR SOLAR DE CAFÉ PERGAMINO Y SU USO EN FINCAS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES

*Luis María Dicovskiy Riobóo*

### INTRODUCCIÓN

El secado es el método de acondicionar los granos por medio de la eliminación del agua hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire del ambiente, de tal forma que preserve su aspecto y su calidad. La cantidad de agua que el aire puede absorber depende, en gran medida, de la temperatura ambiente. A medida que el aire se calienta, su humedad relativa decae y puede absorber más humedad (Arias, 1993).

El principal factor que influye en la calidad del café almacenado es la humedad. Los granos húmedos constituyen un medio ideal para el desarrollo de microorganismos que dañan al producto y deterioran su aspecto. Los granos húmedos de café rápidamente se contaminan con ocratoxinas, micotoxinas producidas por hongos saprófitos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, las cuales son sustancias naturales muy tóxicas por su acción contra las células renales (Rodríguez, 2006).

En las fincas cafetaleras de los pequeños y medianos productores de las Segovias, luego del proceso de fermentado y lavado, donde se extrae el mucílago que rodea el grano de café, el contenido de humedad del café pergamino está entre el 60% y el 55% del peso total. En la finca el grano se oreo hasta un 40 % de humedad y luego se manda a los beneficios secos para ser secado hasta un 12 % de humedad, para que el grano de café, luego pueda ser embodegado. Oreado con más del 42 % de humedad y más de dos días ensacados genera hongos en los granos, hay olor a tierra y se mira micelio en las ranuras del pergamino, el grano se pone mohoso y el daño es irreversible en la taza.

A nivel de finca se pueden usar secadores solares con cobertores de plástico translúcido, que se adaptan a las necesidades, incluso de los productores más pequeños. Estas estructuras en forma de túneles o pequeñas casas, permitirían al pequeño productor tener más tiempo el café en su finca mientras cosecha el volumen necesario para llevar éste al beneficio (CDA, 2002)

El principio de uso de estos secadores es que al calentarse el aire, éste aumenta de volumen y, por lo tanto, disminuye su densidad y asciende desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura, esto genera una corriente de aire caliente que actúa secando el grano.

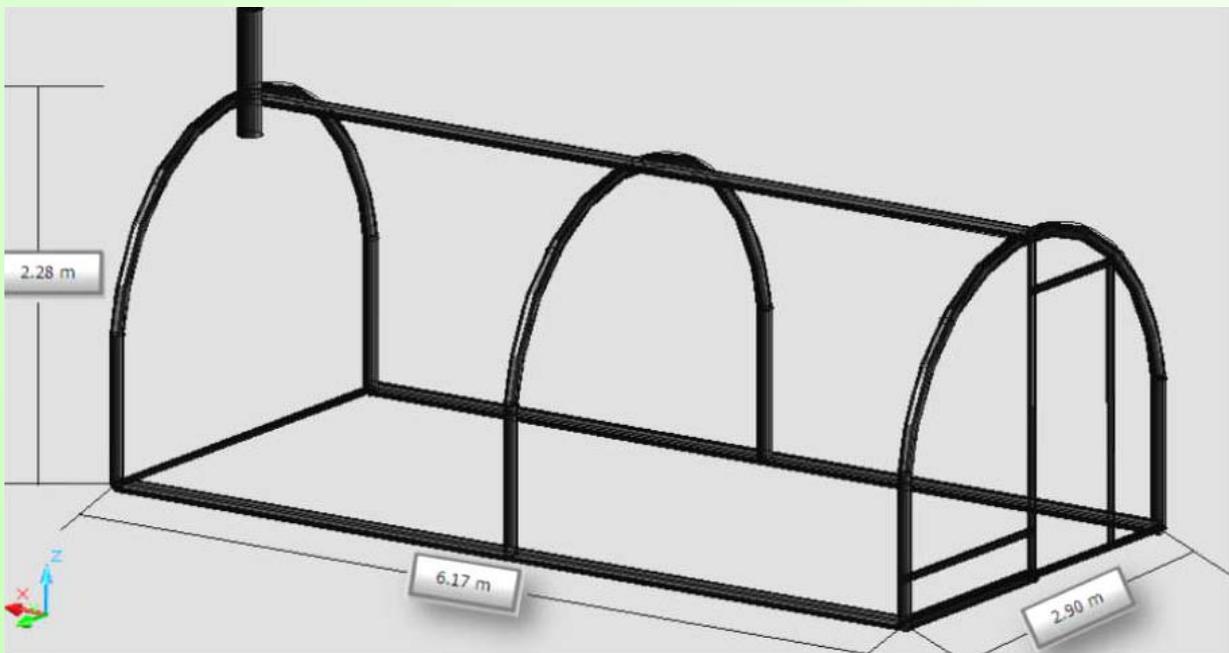
Para mejorar un punto crítico de la calidad del café, como es el secado del mismo, se diseñó y evaluó una estructura con tubos y plástico transparente que actuó como secador solar y permitió en la finca de productores del Municipio de San Rafael del Norte, orear rápidamente el café pergamino húmedo.

### METODOLOGÍA

Se diseñaron tres prototipos semejantes de un secador solar para café, a ser usados en pequeñas fincas cafetaleras. El secador consistió en una estructura de 3 arcos de tubo de hierro galvanizado de 6.17 metros de largo, 2.90 metros de ancho y 2.28 metros de alto, todo unido por largueros. El área útil de secado es de casi 18 m<sup>2</sup>. Esta estructura se forró con plástico translúcido comercial unido con

sellador adhesivo, este plástico permite el paso de los rayos solares pero retiene calor. El piso se forró con plástico negro para generar calor. El costo de la estructura metálica del secador fue de 330 US\$ y se gastó unos 100 US\$ en el armado con plástico y alambre, para un valor aproximado de 430 US\$ por unidad.

El prototipo uno tenía una puerta, dos aberturas rectangulares inferiores de circulación de aire al frente y una abertura rectangular de salida en la parte posterior superior. Para que circule el aire, al prototipo dos se le adaptó aberturas móviles en el frente y una chimenea de PVC al fondo, se mantuvo la puerta. Al prototipo tres, aparte de lo anterior se le construyó una ventana móvil lateral para remover los granos sin necesidad de entrar al secador cuando la temperatura dentro de éste era alta.



*Figura: estructura del secador solar con sus dimensiones*

Con la colaboración de la Cooperativa Tepeyac y de los estudiantes de la UNI Norte, Cristhiam Triminio Valenzuela, Julio Castellón López y Walter Espinoza Vanegas, se evaluó el secador en San Rafael del Norte por dos años. En el primer año de evaluación, se colocaron los granos de café en pisos dobles y simples de madera y cedazo para oreado. En el segundo año sólo se usaron pisos simples de cedazo, sistema que se observó era más efectivo.

El secador, prototipo uno y dos se evaluó en la cosecha 2007-2008 a diferentes alturas, 1,115 y 1,175 metros sobre el nivel de mar (msnm). En el ciclo 2008-2009 el secador prototipo tres, se evaluó en una finca en San Rafael del Norte a 1,150 msnm. Como testigo se usó el grano oreado al ambiente en cajillas.

Durante el ciclo 2007-2008 las variables medidas en el secador y en el ambiente fueron: humedad relativa, temperatura en grados Celsius y pérdida de peso del café. En el 2008-2009 también se midió velocidad del viento a la entrada y a la salida del secador en m/s (metros por segundo). Los datos fueron sometidos a análisis de regresión lineal y no lineal con el programa SPSS.



Oreado tradicional en zarandas al aire libre



Estructura del secador metálica



Vista frontal del secador



Interior del secador, piso de plástico negro, café en cajillas

## RESULTADOS

En el secador por gradiente térmico, se generaba una circulación de aire. Entraba el aire frío por la parte inferior de la cara frontal, se calentaba en el secador y salía por la chimenea de la parte posterior superior por convección natural. Al entrar el aire más caliente en contacto con el grano húmedo, éste actuaba como secador. El secador tuvo en general entre 5 y 7 horas efectivas de oreado al día, de 9 am a 4 pm, y demostró tener una capacidad de secar 3.5 qq (159.9 Kg), si se usan 6 cajillas sencillas con capacidad de 55 libras (24.97 kg) cada una de café pergamino húmedo.

### Temperaturas:

Se lograron obtener gradientes de temperatura hasta de 24.5°C en comparación con la temperatura del ambiente, pero de promedio se tuvo en el secador 8°C más que en el ambiente.

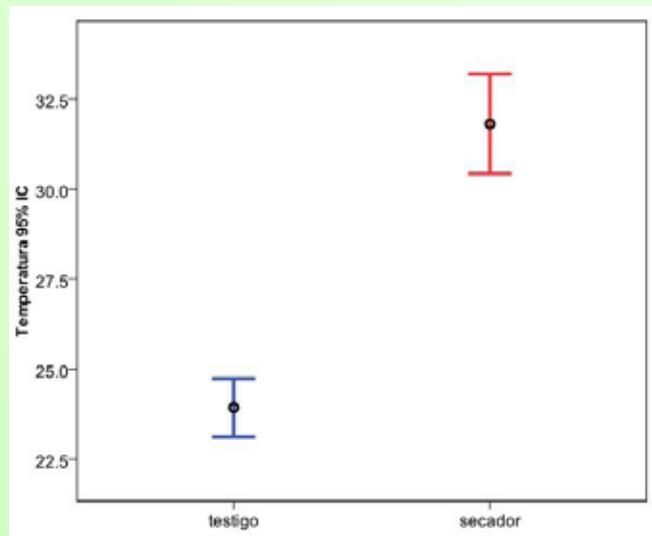


Gráfico: Intervalos de confianza temperatura del secador y el ambiente

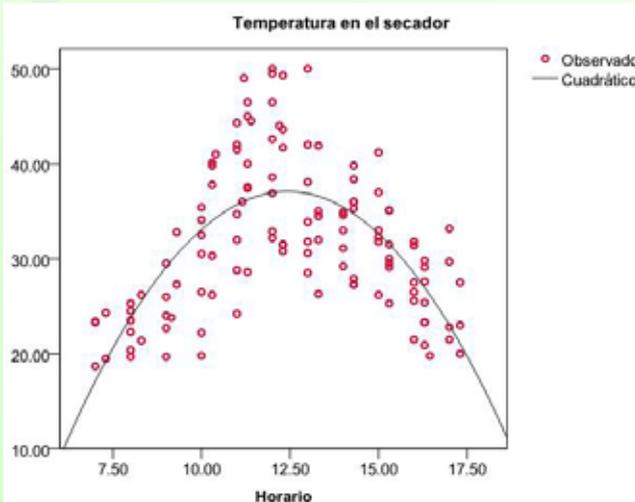


Gráfico: Temperaturas en el secador

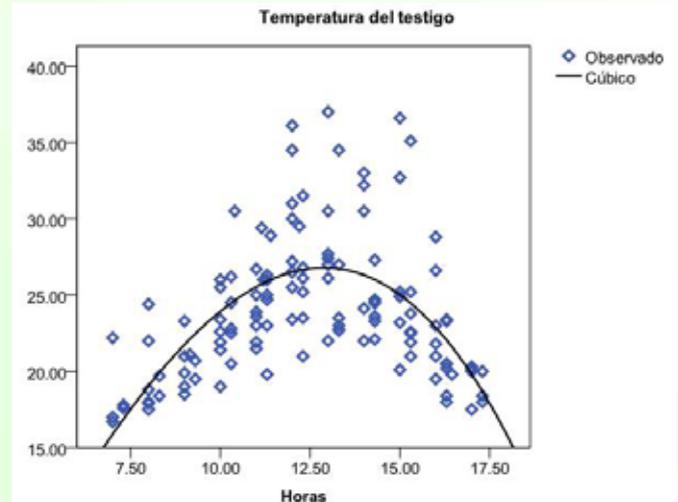


Gráfico: Temperaturas en el testigo

En el secador se encontró una regresión no lineal, del tipo cuadrática, entre las horas del día, (de 7 am a 5 pm), y la temperatura alcanzada. Las mayores temperaturas se lograron a la 1 pm. (Ver los gráficos de temperatura). En el ciclo 2008-2009 se observó que si se orientaba mal la entrada de aire del secador éste no secaba mejor que el ambiente. Se corrigió orientando la entrada de aire, colocando la puerta en la dirección predominante del viento.

### Temperatura y humedad relativa

Como era de esperar se encontró dentro del secador una correlación negativa y significativa entre la temperatura y la humedad relativa, HR, lo que indica que al calentarse el aire disminuía la HR mejorando así, la acción de secado del aire sobre los granos húmedos. Ver gráfico de Temperatura y HR.

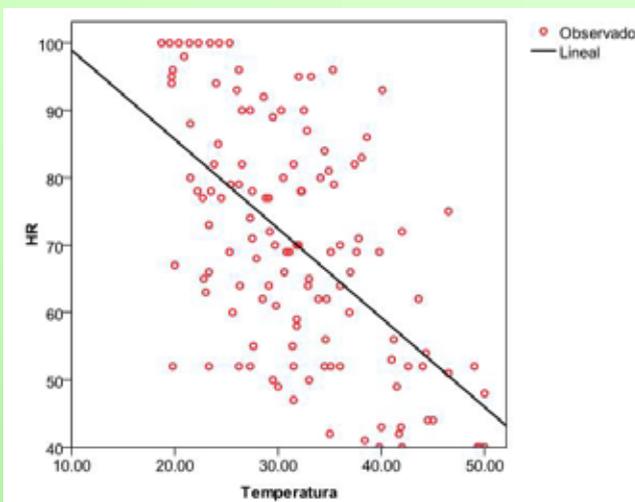


Gráfico: Regresión lineal entre temperatura y HR dentro del secador

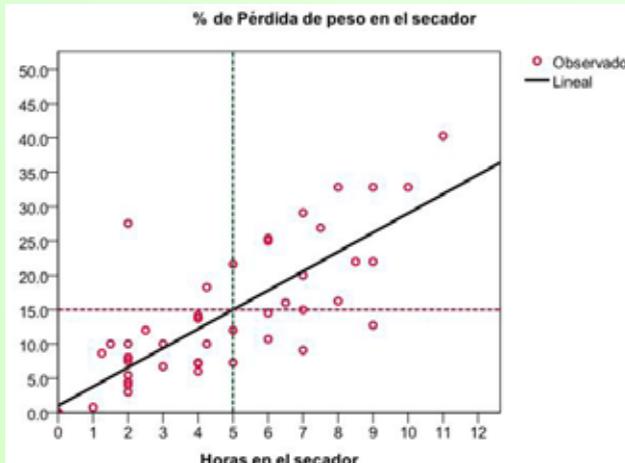
### Circulación del aire

La velocidad del aire a la salida del secador fue mayor de promedio que a la velocidad del aire de la entrada de 1.21 m/s (3.5 m/s y 2.29 m/s respectivamente). Se encontró una correlación alta entre el aire en la entrada y a la salida del secador, lo que nos mostró que si el aire entra rápido también sale rápido, pero a mayor velocidad, probablemente por efecto de la convección térmica. Se encontró una correlación positiva muy baja, pero significativa entre la velocidad del aire cerca de la salida en la chimenea y la temperatura dentro del secador.

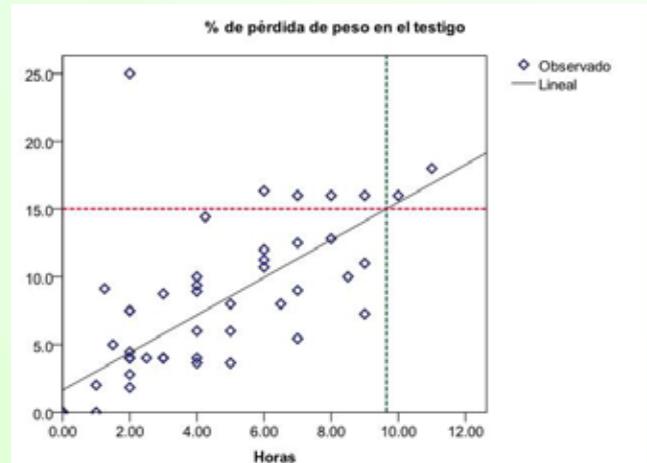
### Pérdida de peso

Hubo una alta correlación significativa entre la "pérdida de peso del café pergamino húmedo" y las "horas en el secador". En el secador, en 5 horas, un día efectivo de oreado, se logró reducir

en promedio un 15% la humedad del grano húmedo, pasando éste a café oreado, listo para ser llevado al beneficiado seco (con aproximadamente un 40% de humedad del grano pergamino). A temperatura ambiente, la reducción de humedad se logró casi a las 10 horas de secado, dos días efectivos de secado y a veces tres, ya que generalmente por problemas de lluvias o rocío en el mejor de los casos se comienza a secar a las 9-10 am y se termina a las 2-3 de la tarde. Se debe considerar que el secador no tiene problemas si llueve. Ver los gráficos de regresión.



*Gráfico: Pérdida de peso del café pergamino en el secador*



*Gráfico: Pérdida de peso del café pergamino a temperatura ambiente*

### Calidad de catación

Se realizaron cuatro pruebas de catación en muestras extraídas del secador y secadas en cajillas al ambiente y dieron resultados equivalentes de calidad de catación, 79 y 78 puntos respectivamente.



*Figura: Catación de café*

## Análisis Económico

Costos, la estructura del secador cuesta aproximadamente US\$ 330, con una vida útil de al menos 5 años, el plástico y alambre para armar se estima en US\$ 100, material que puede durar dos años de uso. La inversión anual es US\$ 66 por amortización de la estructura metálica y US\$ 50 por material plástico y alambre, para un total de inversión de US\$ 116 por ciclo de cosecha.

## Ahorros

- a) En 30 días efectivos el secador solar puede secar unos 105 qq (4.77 Tn) de café pergamino, reduciéndose así, el tiempo de oreado en un 50%. Se ahorra de esta manera un 50% de la mano de obra en remover el grano mientras éste se seca, aproximadamente 30 días hombre, unos US\$ 90 por ciclo de cosecha.
- b) Hay un aspecto difícil de medir, el efecto económico negativo por tener café con hongos o sobre fermentado, lo que da un producto de segunda calidad. Sin embargo hay estimaciones que aproximadamente el 15 % del café que se cosecha, por efectos de sobre fermentación, mohos, café verde, etc. se clasifica como café de segunda, con un valor del 70% por debajo de café de primera, de exportación. Se pierden así unos US\$ 36 por qq de café de segunda. Si estimamos conservadoramente, que 5 qq de los 105 qq que se pueden secar en una cosecha con el secador solar, pueden pasar de segunda a primera calidad, tenemos un ingreso extra por mejora de calidad de US\$ 180 por ciclo.

## CONCLUSIONES

Se demostró que el secador solar en fincas situadas a más de 1,000 msnm logró un incremento promedio de temperatura de 8°C respecto al ambiente, lo que permite reducir el tiempo de oreado del café pergamino húmedo en un 50%, respecto a la temperatura ambiente. Para que el secador funcione bien la entrada de aire, la puerta del secador, debe estar orientada en la dirección del viento predominante. Ya que la estructura de hierro galvanizado planteada es de costos relativamente altos, se sugiere evaluar materiales alternativos locales como: madera o bambú, que permitan bajar los costos iniciales

Sólo con la reducción de la mano de obra por dejar de remover el grano mientras se seca, esta estructura casi paga sus costos, sin embargo debido a la mejora de la calidad del café se estima conservadoramente que se pueden lograr unos US\$ 150 de ganancia por ciclo de cosecha, al reducir el volumen de café de segunda calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, C. (1993). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural . Santiago: FAO.
- CDA. (2002). Cafés Especiales. Honduras.
- Rodriguez, J. (11 de Octubre de 2006). Consumer Eroski. Recuperado el 6 de Mayo de 2009, de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2006/10/11/25267.php>